

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



T E S I S

**Estudio y evaluación geológica, para ubicar nuevos blancos de exploración en
la Unidad Minera Chaparral – del distrito de Cháparra, provincia Caraveli –
departamento de Arequipa**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Geólogo**

Autor:

Bach. Gemerkton Clemer USCUCHAGUA VICUÑA

Asesor:

Dr. Favio Máximo MENA OSORIO

Cerro de Pasco – Perú – 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



T E S I S

**Estudio y evaluación geológica, para ubicar nuevos blancos de exploración en
la Unidad Minera Chaparral – del distrito de Cháparra, provincia Caraveli –
departamento de Arequipa**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Tito Marcial ARIAS ARZAPALO
PRESIDENTE

Dr. José Fermín HINOJOSA DE LA SOTA
MIEMBRO

Mg. Eder Guido ROBLES MORALES
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 365-2025-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

“Estudio y evaluación geológica, para ubicar nuevos blancos de exploración en la Unidad Minera Chaparral – del distrito de Cháparra, provincia Caraveli – departamento de Arequipa”

Apellidos y nombres del tesista

Bach. Gemerhton Clemer, USCUCHAGUA VICUÑA

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. Favio Máximo, MENA OSORIO

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Geológica

Índice de Similitud

4 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 24 de diciembre del 2025



DEDICATORIA

A mi Sra. Madre Adelaida Vicuña Díaz y a mi Sr. Padre Percy Uscuchagua Pomacino, por brindarme su apoyo incondicional, comprensión y aliento para culminar esta etapa de mi vida.

Asimismo, dedico este logro a mis Hermanos Rusel, Líder y Jaqueline, por incentivar y demostrarme a ser perseverantes ante las adversidades de la vida.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mis más sincero reconocimiento en primera instancia a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por brindarme los primeros conocimientos e incentivarme en el mundo de la investigación y desde luego mostrar mi gratitud a cada uno de los ejecutivos y representantes de la empresa Minera Golden River Resources, ya que siempre me han brindado y demostrado su confianza, en especial al Ingeniero Hugo Cerrón Rau, Superintendente del Departamento de Geología, por sus aportaciones, conocimientos geológicos e impulso permanente durante esta investigación.

Asimismo, agradecer al Ingeniero Oscar Rosales Quiroz, Jefe de Topografía, por acompañarme en cada una de mis aventuras de exploración, de la misma forma quisiera hacer mención al Ingeniero Arturo Campos Martínez, Superintendente de Mina, quien me motivo a emprender esta investigación allá por el 2020, Finalmente, no quiero terminar sin agradecer a mi Hermano, el Ingeniero Líder Uscuchagua Vicuña (Ing. De Minas), quien desde el principio me demostró su apoyo e incentivación diaria para lograr culminar esta investigación y a la Ingeniera Andrea Ingrid Córdova Mediano, ya que sin la colaboración de todos ellos, no sería posible haber preparado y terminado esta investigación.

RESUMEN

La unidad minera Chaparral, propiedad de Golden River Resources, se encuentra ubicada, en el paraje Huambo - Chugui, del distrito de Chaparra – Arequipa. El objetivo principal consistió en realizar el estudio y evaluación geológica para ubicar nuevas zonas de exploración, la metodología y técnicas de investigación que se aplicaron fue del tipo aplicada con enfoque cuantitativo, diseño no experimental y alcance exploratorio - descriptivo basado en la recopilación y la validación de los datos del mapeo geológico-estructural, muestreo, análisis geoquímico, análisis microtectónico en Faultkin, seguido de la construcción del modelo lito-estructural en Leapfrog y posteriormente en Studio RM se generó el modelo de bloques de Au, de las vetas con mayor potencial, mediante el método Kriging ordinario, a partir de la cual se categorizó los recursos en función a la certeza y a la ley de corte de la mina. Los resultados indican que la mineralización está emplazada en rocas monzoníticas del cretácico superior, donde alcanzan una profundidad de hasta $\frac{1}{2}$ de longitud de la veta, con una correlación de significancia baja del Au, con respecto a la Ag y a los metales bases, asimismo, el análisis estructural y microtectónico permitió definir, que la mineralización aurífera esta hospedada en Fallas de orientación NE, con buzamientos de 68° NW, las cuales a su vez están dislocadas por fallas subverticales de rumbo NW, con cinemática Dextral, la cual es correlacionable con la fase Quechua I, como resultado de este evento de cinemática SxIx, en las zonas de Transtensión e intersecciones estructurales se formaron clavos de bajo ángulo (30° E), donde la presencia de Au libre alcanza el 16.29% y Au fino el 83.71%, también se definió un fuerte control litológico en el contacto entre la monzonita y la monzonita Hornblendizada donde se originó clavos de mayor longitud con plunge de 60° E que en profundidad inflexionan a 60° W. Finalmente, bajo la normativa JORC, se logró ubicar en Patricia como recurso Medido 1674 TMH@12 Au-gr/tm, y 2379 TMH@9 Au-gr/tm como recurso Indicado y en la veta Paula un potencial de 2892 TMH@1.7 Au-gr/tm.

Palabras Claves: Evaluación, Microtectónica, Chaparral, Geoestadística, Estimación.

ABSTRACT

The Chaparral mining unit, owned by Golden River Resources, is located in the Huambo-Chugui area of the Chaparra district in Arequipa. The main objective was to conduct a geological study and evaluation to identify new exploration zones. The research methodology and techniques applied were of an applied type with a quantitative approach, a non-experimental design, and an exploratory-descriptive scope. This was based on the collection and validation of data from geological-structural mapping, sampling, geochemical analysis, and microtectonic analysis using Faultkin. This was followed by the construction of a litho-structural model in Leapfrog, and subsequently, in Studio RM, a block model of the gold veins with the greatest potential was generated using the ordinary Kriging method. From this model, resources were categorized according to certainty and the mine's cut-off grade. The results indicate that the mineralization is hosted in Upper Cretaceous monzonitic rocks, reaching a depth of up to half the vein length, with a low correlation of Au with respect to Ag and base metals. Furthermore, the structural and microtectonic analysis revealed that the gold mineralization is hosted in NE-trending faults with dips of 68°NW, which are in turn dislocated by NW-trending subvertical faults with dextral kinematics, correlatable with the Quechua I phase. As a result of this SxIx kinematic event, low-angle (30°E) veins formed in the transtensional zones and structural intersections, where the presence of free Au reaches 16.29% and fine Au 83.71%. A strong lithological control was also defined at the contact between the monzonite and the hornblended monzonite, where veins originated. The longest length of the vein plunges at 60°E, while at depth it inflects to 60°W. Finally, under the JORC guidelines, a measured resource of 1674 TMH @ 12 Au-gr/tm and an indicated resource of 2379 TMH @ 9 Au-gr/tm were identified in the Patricia vein, and a potential of 2892 TMH @ 1.7 Au-gr/tm was identified in the Paula vein.

Keywords: Evaluation, Microtectonics, Chaparral, Geostatistics, Estimation.

INTRODUCCION

Durante la valuación económica de un proyecto aurífero, se requiere de información precisa y exacta, desde los aspectos geológicos hasta los aspectos financieros, ya que demandan un alto riesgo, asimismo según *“EN CIFRAS Revista Estadística, MINEM – 2024”*, indica que el sector minero tiene una participación del 10.4%, dentro del Producto Bruto Interno (PBI) y 2º lugar en la producción de oro a nivel de Latinoamérica, este último según *“Diario el Peruano (18 Marzo 2024)”*, lo cual hace atractivo a estos tipos de depósitos.

Bajo este contexto se realiza la presente Investigación intitolado “Estudio y Evaluación Geológica en la Unidad minera Chaparral”, con el objetivo de ubicar nuevos blancos de exploración dentro de la concesión San Francisco N° 07 y la concesión Patricia, asimismo observar el comportamiento Vetiforme en profundidad ligado a controles estructurales y geoquímicos.

En la unidad minera Chaparral se observa un agotamiento continuo de las reservas mineras, las cuales están vinculado a una escasa información geológica y a la falta de una evaluación geológica integrada, que este orientado a la ubicación de nuevos blancos de exploración, complicando así el entendimiento geológico – estructural en profundidad de los sistemas Vetiformes y ralentizando la identificación de nuevos blancos con bajos costos de producción, que permitirán incrementar el inventario de reservas con la cual se pretende obtener una producción sostenible.

Por consiguiente, esta investigación tiene soporte en los principios de la geología minera y exploración, considerando al análisis microtectónico y geoquímico como pilares para la identificación y evaluación de nuevos blancos de mineralizados.

Esta investigación es de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y descriptivo, donde las técnicas de investigación incluyen desde el mapeo geológico-estructural, muestreo, análisis geoquímico, análisis microtectónico en Faultkin, modelamiento lito-estructural en Leapfrog, hasta la estimación de recursos con el método Kriging en Studio RM.

La presente investigación contempla 4 capítulos: el primero enmarca el planteamiento del problema, el segundo abarca el marco teórico, el tercero comprende la metodología y técnicas de investigación, y finalmente el cuarto sustenta los resultados.

INDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. Problema general	2
1.3.2. Problemas específicos.....	2
1.4. Formulación de objetivos	3
1.4.1. Objetivos generales	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la investigación	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	5
2.2. Bases teóricas – científicas.....	8
2.2.1. Dominios geotectónicos.....	8
2.2.2. Marco metalogénico.....	10
2.2.3. Análisis estructural.....	14
2.2.4. Análisis químico.....	20

2.2.5. Estimación de recursos y reservas minerales	22
2.3. Definición de términos básicos.....	31
2.4. Formulación de hipótesis	34
2.4.1. Hipótesis general	34
2.4.2. Hipótesis específica	34
2.5. Identificación de las variables	35
2.5.1. Variables independientes.....	35
2.5.2. Variables dependientes	35
2.5.3. Variables intervinientes.....	35
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	36

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación	37
3.2. Nivel de investigación	37
3.3. Métodos de investigación.....	37
3.4. Diseño de investigación	38
3.5. Población y muestra	39
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos.....	41
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	42
3.9. Tratamiento estadístico.....	44
3.9.1. Análisis exploratorio de datos	44
3.9.2. Histogramas	45
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	47

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	48
4.1.1. Generalidades	48

4.1.2. Geología regional	51
4.1.3. Geología local.....	64
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	82
4.2.1. Análisis estructural.....	82
4.2.2. Análisis químico.....	103
4.2.3. Estimación de recursos y reservas	112
4.3. Prueba de hipótesis	134
4.4. Discusión de resultados.....	135

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Modelo de Fracturación de Riedel.....	17
Figura 2 Método de los diedros rectos.....	19
Figura 3 Clasificación de fallas según su Cinemática.	20
Figura 4 <i>Clasificación de recursos y reservas mineras</i>	22
Figura 5 <i>Evolución de los Estándares de Reportes para Recursos y Reservas Minerales</i> . 23	
Figura 6 Campo de Computo del Variograma	26
Figura 7 Principales Elementos del Variograma.	28
Figura 8 Flujograma de técnicas de procesamiento de datos.....	42
Figura 9 Histograma con medidas de Tendencia Central.	45
Figura 10 Boxplot con medidas de localización.....	46
Figura 11 Fisiografía de la Cordillera de la Costa.....	50
Figura 12 Columna Estratigráfica de la Mina Chaparral.	57
Figura 13 Evolución estructural de las principales Fallas de Chaparra.....	61
Figura 14 Evolución tectónica del paleozoico.	62
Figura 15 Cuadro Geocronológico, Estratigráfico y Tectónico de la Mina Chaparral.	63
Figura 16 Rocas intrusivas y extrusivas presentes en el proyecto.....	65
Figura 17 Oro Libre con textura tipo laminación	66
Figura 18 Goethita Pseudomorfica en Pirita, con forma cristalina piritoedrica o dodecaedro pentagonal.....	67
Figura 19 Goethita Pseudomorfica en Pirita, con forma cristalina octaédrica.	67
Figura 20 Textura Tipo Isla de Goethita en Pirita (Remplazamiento Parcial).....	67
Figura 21 Textura Tipo Isla de Calcosina en Calcopirita (Remplazamiento Parcial)	68
Figura 22 <i>Textura Tipo Peine en vetas de Cuarzo y Calcita asociados a Calcita y Goethita</i>	69
Figura 23 Textura Tipo Crustiforme.....	69
Figura 24 Textura Tipo Brecha – Lattice.....	70

Figura 25 Textura Tipo Coloforme.....	70
Figura 26 Secuencia Paragenética de la Mina Chaparral.....	71
Figura 27 <i>Vista en sección transversal de la veta Ciata.</i>	72
Figura 28 Vista en planta de la veta Chaparral de la GA 570 NV 0.	74
Figura 29 Perfil de mineralización de los depósitos de oxidación y enriquecimiento.	76
Figura 30 Esquema de mineralización de la veta Chaparral.....	76
Figura 31 Alteración Potásica y Argílica.	78
Figura 32 Metodología para el procesamiento de la técnica InSAR.....	83
Figura 33 Régimen Tectónico de la Fase Pre-mineral.....	87
Figura 34 Régimen Tectónico de la Fase Sintectonica.....	87
Figura 35 Régimen Tectónico de la Fase Post-Mineral.	88
Figura 36 Estereograma de Cálculo del Rake.	89
Figura 37 Modelo Cinemático de la Fase Pre-mineral.	91
Figura 38 Modelo Cinemático de la Fase Sintectonica.....	91
Figura 39 Modelo Cinemático de la Fase Post - Mineral.	92
Figura 40 Diagrama de Concentración de Polos del Fallamiento Pre-mineral.	93
Figura 41 Estereograma de fallamiento Pre-mineral.....	94
Figura 42 Diagrama de rosetas de fallamiento pre-mineral.	94
Figura 43 Diagrama de densidad de esfuerzos del fallamiento pre-mineral.....	95
Figura 44 Estereograma del sistema de fallamiento Sintectonico.....	95
Figura 45 Diagrama de rosetas del fallamiento Sintectonico.	96
Figura 46 Diagrama de densidad de esfuerzos del fallamiento Sintectonico.	97
Figura 47 Diagrama de Concentración de Polos del sistema de Fallamiento Post – mineral.	97
Figura 48 Estereograma del sistema de fallamiento post-mineral.....	98
Figura 49 Diagrama de rosetas del fallamiento post – mineral.	99
Figura 50 Diagrama de densidad de esfuerzos del fallamiento post-mineral 1.	100
Figura 51 Diagrama de densidad de esfuerzos del fallamiento post-mineral 2.	100

Figura 52	Diagrama de densidad de esfuerzos del fallamiento post-mineral 3.	101
Figura 53	Eventos tectónicos ligados al depósito minero “Chaparral”.	102
Figura 54	Modelo Riedel de la mina Chaparral.....	102
Figura 55	Flujograma de ensayos químicos.	104
Figura 56	Diagrama del Error relativo entre 2 métodos de ensayos.	110
Figura 57	Diagramas de error absoluto entre Fire Assay y Absorción Atómica.	111
Figura 58	Histogramas de los principales elementos de la mina Chaparral.	113
Figura 59	Diagrama de cajas y Bigotes de los principales elementos.	115
Figura 60	Grafico de análisis de componentes principales en espacios rotados.	117
Figura 61	Grafico de correlación de Pearson.	118
Figura 62	Mapa Anisotrópico en 3D de la veta Chaparral.	119
Figura 63	Variograma omnidireccional.	119
Figura 64	Variogramas direccionales de 60°, 150° y la vertical.	120
Figura 65	Variograma Experimental ajustado.....	122
Figura 66	Elipse de búsqueda local sobre la veta Chaparral.	123
Figura 67	Elipse de búsqueda distrital sobre la veta Chaparral.	123
Figura 68	Vista en 3D de los dominios estructurales.	124
Figura 69	Vista en 3D de los dominios estructurales con leyes de Au.	125
Figura 70	Vista en 3D de los dominios litológicos.....	126
Figura 71	Vista en 3D de los dominios estructurales asociado a la litología.	126
Figura 72	Vista Sección Longitudinal de la Veta Chaparral Mirando al Norte.	127
Figura 73	Vista de las principales vetas del proyecto Chaparral.....	128

INDICE DE TABLAS

	Página
Cuadro 1 Características Generales de las vetas en la zona de Nazca – Ocoña	13
Cuadro 2 Diagrama operacional de Variables	36
Cuadro 3 Flujograma del Diseño de Investigación.	38
Cuadro 4 Materiales y equipos para la Recopilación de información.....	41
Cuadro 5 Accesibilidad de la Unidad Minera Chaparral.....	49
Cuadro 6 Características geométricas de las vetas de la Mina Chaparral	82
Cuadro 7 Tabla de Datos del Rake por temporalidad.....	90
Cuadro 8 Reporte de ensayos de la mina Chaparral.....	106
Cuadro 9 Análisis y cálculo del Error Relativo.	109
Cuadro 10 Estadística Descriptiva de datos log-transformados.....	116
Cuadro 11 Parámetros de Calculo para el Semivariograma de interpolación Kriging.	129
Cuadro 12 Resumen de Indicadores de Mina Chaparral.....	131
Cuadro 13 Resumen de Inventario de Recursos y Reservas.	132

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

La Unidad Minera Chaparral, es administrado por la empresa Minera Golden River Resources S.A.C., proyecto ubicado en el paraje Huambo – Chugui, distrito de Chaparra, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa, dicho proyecto se encuentra emplazado según la metalogenia peruana dentro de la franja IX (Acosta et al, 2020), donde se ubican los depósitos de Au-Pb-Zn-Cu relacionados con intrusivos del Cretácico Superior, perteneciente a la faja aurífera Nazca – Ocoña, siendo este una operación de minería subterránea que se dedica a la explotación y comercialización de vetas angostas de oro con potencias que oscilan desde 0.1 m hasta 1m.

Sin embargo en la unidad minera Chaparral se tiene un agotamiento continuo de las reservas mineras, las cuales están vinculado a una escasa información geológica y a la falta de una evaluación geológica integrada, que este orientado a la ubicación de nuevos blancos de exploración, complicando así el entendimiento geológico – estructural en profundidad de los sistemas Vetiformes y ralentizando la identificación de nuevos blancos con bajos costos de producción, con la cual se pretende lograr una producción sostenible.

1.2. Delimitación de la investigación

La presente investigación se encuentra enmarcada dentro de la concesión San Francisco N° 07 y la concesión Patricia, ambas concesiones forman parte de la propiedad de la empresa minera Golden River Resources S.A.C., ubicado en la Región sur del Perú, en el distrito de Chaparra, provincia de Caraveli y departamento de Arequipa.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Será suficiente el estudio y la evaluación geológica, para ubicar nuevos blancos de Exploración en la Unidad Minera Chaparral durante el año 2024?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Se podrá inferir la profundización del frente inicial de mineralización económica a partir de la longitud de una veta en el área de estudio?
- b) ¿Será posible identificar Zonas con Anomalías de Oro a partir del coeficiente de correlación en el área de estudio?
- c) ¿Será posible ubicar zonas con mineralización de oro a partir del mapa de densidad de fracturamiento dentro del área a prospectar?
- d) ¿Cuál es la orientación de los esfuerzos de deformación máximo y la fase Tectónica que generó la mineralización de oro en el área de estudio?
- e) ¿En cuánto incrementará la ley promedio de oro, si pudiéramos conocer la participación porcentual del oro grueso en las muestras?
- f) ¿Con el plunge calculado de los clavos mineralizados a partir de las curvas isovalóricas será posible identificar zonas con potencial?
- g) ¿Se podrá determinar zonas de alto potencial aurífero con la estimación de recursos en el área de estudio?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivos generales

Realizar el estudio y la evaluación Geológica, para ubicar nuevos blancos de exploración en la Unidad Minera Chaparral.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Calcular la relación entre la longitud de veta y la profundización de la mineralización económica para definir el frente inicial aproximado de mineralización en el área de estudio.
- b. Determinar el coeficiente de correlación, que permita ubicar zonas de enriquecimiento aurífero en el área de estudio.
- c. Determinar la relación entre la densidad de fracturamiento y la mineralización de oro, para orientar las exploraciones mediante laborero minero en el área de estudio.
- d. Determinar la orientación del esfuerzo máximo de deformación y la fase tectónica que origino la mineralización de Au, para ubicar las orientaciones de las estructuras con mayor potencial en el área de estudio.
- e. Determinar el Error relativo y la participación porcentual del oro grueso en las muestras, para ubicar estructuras con potencial.
- f. Elaborar los planos de isovalores de Au, para determinar el plunge de los clavos mineralizados y con ello orientar las exploraciones en el área de estudio.
- g. Realizar la estimación de recursos en sectores con alto potencial Aurífero dentro del área de Estudio.

1.5. Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación está enmarcado en la unidad minera Chaparral, una operación que se dedica a la explotación de vetas angostas de Oro, motivo por la cual se observa la necesidad de ubicar nuevos blancos de exploración para reemplazar e incrementar el inventario de reservas mineras actuales, que

garanticen una producción sostenida y rentable en el tiempo, a costos bajos, que conlleven a ampliar la vida útil de la mina,

1.6. Limitaciones de la investigación

La presente investigación abarca una extensión de 602.33 Has, distribuidas dentro de las concesiones San Francisco N°07, Patricia y Gabriel 2021, los cuales son propiedad de la empresa minera Golden River Resources S.A.C. este proyecto de investigación presenta limitaciones, tales como:

- La información histórica de los sondajes ejecutados, no se encuentran disponibles en su totalidad, debido a la falta de una sala de logueo adecuada para tal fin, asimismo debido a la línea de perforación con la cual fueron ejecutados los sondajes, se tiene inconvenientes con el peso de la muestra, durante el análisis químico.
- No se cuenta con una base de datos preliminar, que contenga información estructural y geoquímica, que facilite el análisis del mismo.
- Se tiene cierta debilidad, para la ubicación topográfica de los canales de muestreo de explotación, esto debido a la presencia intermitente del personal de topografía.
- Los análisis geoquímicos de multielementos (Ag, Pb, Zn, Cu, Fe, As, Bi) y análisis ICP dentro del Proyecto son muy escasos.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

Núñez (2017), en su tesis de título: “análisis estructural e interpretación del sistema de vetas de la labor lunar de oro”, Presentada en la Facultad de Geología, Geofísica y Minas, de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, buscó analizar y determinar los eventos de deformación, la cinemática y la mineralización aurífera dentro del sistema de vetas y fallas presentes en la labor Lunar de Oro, para ello como parte de la metodología, en la primera fase, se recopiló datos estructurales tales como: Azimut, Buzamiento, Dirección de Buzamiento y Plunge de las principales vetas, fallas y lineamientos, como segunda fase, se aplicó el método de los Diedros Rectos y Optimización Rotacional para procesar los datos estructurales por el Software Win-Tensor, donde se obtuvo los Esfuerzos σ_1 , σ_2 , σ_3 y R de los eventos, llegándose a la conclusión, de que en la zona hubo 4 Fases: la primera etapa estuvo, dominada por una distensión estructural que controlaba la depositación de la Cuenca de Arequipa, la segunda etapa caracterizada por una inversión Tectónica, donde las fallas normales mineralizadas, adquieren un comportamiento Inverso, la tercera etapa estuvo dominada por un fallamiento Post-mineral, principalmente de rumbo y la última fase estuvo caracterizado por una distensión en la dirección NE-SW y compresiva en

la dirección NW-SE; presentando el esfuerzo principal como componente Horizontal - Dextral.

Wetherup (2006), en su investigación: “ Structural Geology Study Chaparra Property, Arequipa Región, Southern Perú”, buscó realizar un análisis Geológico – Estructural, de las vetas de Oro, en la propiedad de Chaparra, para identificar blancos de perforación y nuevas áreas de exploración, para ello durante el avance del proyecto, se realizó el mapeo de las principales estructuras auríferas, recopilando información estructural para luego ser analizada e interpretada, como resultado de esta investigación se concluyó, que la mineralización de oro está asociada a fallas normales con orientación de E-W, con buzamiento moderado de N-S, en la intersección de fracturas con orientación de N-S y fallas normales con orientación de E-W, se desarrollan clavos mineralizados constituidos de Cuarzo-pirita-sericita y oro, Los clavos mineralizados de oro, tienen un pitch de 70°-90° en el plano de falla, los fallamientos con orientación de E-W, en el área de estudio sugieren que la dirección de extensión (sigma 3), está orientado de N-S, y el esfuerzo compresivo principal (Sigma 1), está orientado de E-W.

Cayllahue y Huallpa (2024), en su investigación: “Validación del método por fusión de mineral con contenido de oro grueso, mediante ensayo gravimétrico en la empresa acopiadora y comercializadora de mineral aurífero, provincia Caraveli 2023”, presentada en la Universidad Nacional de San Agustín, tuvo como objetivo, determinar la precisión y robustez del método analítico, asimismo desarrollar el método analítico para determinar el oro grueso mediante el ensayo gravimétrico (Fire Assay), para ello se reunieron 30 muestras, y se enviaron a 3 laboratorios diferentes para su análisis por Au, como producto de esta evaluación se obtuvo un nivel de significancia de 5% para un 95% de nivel de confianza, lo cual indica que los resultados de analitos de Au, emitidos por parte de los 3 laboratorios presentan una distribución normal.

Pilco (2024), en su investigación: " Estimación de reservas y recursos Minerales del Proyecto Condor por el Método Geoestadístico Kriging en base al código JORC Caylloma - Arequipa", presentado en la Universidad Nacional del Altiplano, tuvo como objetivo determinar la Ley de Corte, la continuidad espacial de la mineralización a través del Variograma y la estimación de Reservas y Recursos minerales, por ende la metodología usada consistió en describir las características geológicas del yacimiento y la geología estructural, para luego cuantificar estadísticamente el tonelaje con alto potencial que deberá incrementar el inventario de Recursos de la mina, como resultado de este proceso se determinó que los Variogramas experimentales tienen mayor continuidad en la dirección de 45°, asimismo se logró estimar 174471.4 TMH @ 4.51 Oz Ag/tm @ 4.56 gr Au/tm @ 1.1 % Pb, lo cual equivale a 6.52 gr/tm de Au equivalente, lo cual permite realizar una dilución como máximo del 52%, para el Cutt-off, que tiene la mina de 3.99 gr/tm de Au como ley equivalente.

Vargas (1979), en su investigación: " Estudio Geológico – Minero de la Franja Aurífera Nazca - Ocoña", presentado por el INGEMMET, pretendía evaluar y determinar sus posibilidades económicas de los yacimientos auríferos ubicados en este sector, por ello primeramente se hizo un reconocimiento preliminar de la zona, levantamientos topográficos superficiales y subterráneas de las minas, Mapeos Geológicos superficiales y el muestreo sistemático de labores subterráneas, lográndose identificar que la región comprendida entre Nazca y Ocoña, aparte de albergar depósitos de Cobre, también alberga importantes minas de Oro, con respecto a la estratigrafía se logra identificar que las rocas basales de esta franja la constituyen gneis y esquistos del complejo basal de la costa, sobre ella yacen depósitos continentales y marinos Permo-Carboníferos, pertenecientes a la Formación Marcona, Grupo Ambo y Grupo Mitú, hacia el techo de esta columna estratigráfica se tienen formaciones Cenozoicas representadas por potentes derrames Volcánicos.

Asimismo, La mineralización está relacionada al intrusivo del Batolito Andino, representadas por rocas que varían desde una composición diorítica a granodioríticas,

el análisis muestra cierta variación de Norte a Sur, siendo una etapa alcalina predominantemente con adición de potasio, sílice y calcio en el sector Norte (Nazca-Acarí), mientras que al sector Sur (Caraveli-Ocoña), la composición del intrusivo es más Ácida con una notable Cloritización, Sericitización, Caolinización y Silicificación en las partes proximales a las vetas. Los yacimientos son de tipo Vetiforme, alineados al rumbo andino, con buzamientos subverticales y una potencia que alcanza a 1 m, la longitud promedio es de 400 m, con respecto a la mineralización económica en la parte Norte alcanza una profundidad de 150 – 250 m, y en la parte Sur puede llegar a los 400 m de profundidad, Mineralógicamente estos depósitos están constituidos por pirita, calcopirita y Cuarzo, la presencia del oro puede estar en estado libre, como el Electrum o en estado coloidal dentro de la Pirita, finalmente debido a una disminución de Temperatura durante el plutonismo, se tiene un zonamiento horizontal de carácter regional, evidenciado por la presencia de depósitos de Hierro en el lado NW, seguido por Cobre hacia el lado Este y por depósitos de Oro más al Sureste. Asimismo, la relación de oro/plata varía de Norte a Sur, siendo un ratio cercano a 1 para el Sector Norte, mientras hacia el Sector Sur la ratio es menor a 1.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Dominios geotectónicos

Carlotto, et al. (2010), define a los Dominios Geotectónicos como múltiples bloques estructurales yuxtapuestos en la corteza del territorio peruano, cada uno de estos dominios se encuentra delimitada por sistemas de fallas con orientación NO-SE, E-O, NE-SO y a su vez presenta su propia evolución sedimentaria y evolución tectono - magmática, regionalmente pueden estar enmarcados por unidades magmáticas de diferente composición y edad. La evolución geológica de cada bloque esta atribuida a las características litológicas únicas de cada dominio y como producto de ello, la corteza continental del territorio peruano ha sido delineado en 13 dominios Geotectónicos, tales como: Dominio Ático - Mollendo-Tacna, Dominio Pisco-Chala, Cordillera Oriental, Altiplano Oriental, Altiplano Occidental, Cordillera Occidental,

Dominio Casma, Alto Condoroma - Caylloma, Zona Subandina, Llanura Amazónica, Dominio Amotapes - Tahuin, Dominio Sechura-Lancones, Dominio Olmos – Loja.

Considerando esta clasificación, el proyecto se encuentra enmarcado regionalmente, al Sur del territorio peruano dentro de la zona de transición del Dominio Geotectónico Atico – Mollendo – Tacna y el Dominio Geotectónico Pisco – Chala.

Según la última actualización del plano Geotectónico del Perú, el proyecto se encuentra emplazado dentro del dominio Geotectónico Pampa Costera del Sur, franja Nº 2A, asociado a la zona de transición del sistema de Fallas Regionales Iquipi (Rodríguez. 2022).

Dominio atico-Mollendo-Tacna:

Se extiende a lo largo de la costa Sur del Perú, abarcando una parte del macizo de Arequipa, siendo esta a su vez el basamento de la cuenca occidental sur peruana. Este dominio se encuentra delimitado por el cabalgamiento Cincha-Lluta (Vicente, 1989 citado por Carlotto, 2010). Desde el proterozoico Temprano hasta el Paleozoico, el macizo de Arequipa ha tenido una evolución compleja, policíclica, magmática y metamórfica, siendo la orogenia Greenville un evento regional tectónico y metamórfico desarrollado en el Mesoproterozoico, como producto de una colisión entre Laurentia y Amazonia (Loewy, 2004 citado por Carlotto, 2010). El Batolito de la Costa (Cretácico – Paleoceno) y la cuenca occidental rellena con secuencias volcánicas sedimentarias del Jurásico al Cretácico conforman este Dominio, estructuralmente resalta la falla Iquipi de dirección E-O, que separa a dicho dominio con el Dominio Pisco-Chala, asimismo se observa que la falla Iquipi, tiene una tendencia de unirse al sistema de fallas NO-SE de Cincha-Lluta-Incapuquio, siendo esta última quien la separa de la cordillera Occidental, la falla Iquipi es un factor muy importante para el cambio de espesor cortical profunda, entre el Dominio de Atico-Mollendo-Tacna y el Dominio de Pisco-Chala, siendo evidenciados estos cambios por investigaciones de Isótopos de Pb - , Sr- y Nd- (Mamani, 2008 citado por Carlotto, 2010).

Dominio Pisco-Chala:

Las rocas metamórficas del Bloque alóctono correspondiente al macizo de Arequipa, constituyen principalmente el basamento de este dominio, asimismo dentro de este dominio las rocas neoproterozoicas y paleozoicas están intruidas por el Batolito de San Nicolás datado entre 468 y 440 Ma. (Loewy, 2004 citado por Carlotto, 2010). Los volcánicos del Jurásico Medio y sedimentos del Cretácico son las principales unidades que caracterizan al Mesozoico de este dominio (Roperch, 1992 citado por Carlotto, 2010). Estructuralmente hacia el sector Norte, el sistema de fallas Abancay-Andahuaylas-Totos, delimita este dominio, mientras que, hacia el sector Sur, es delimitado por la falla IQUIPI (Carlotto, 2010).

2.2.2. Marco metalogénico

Desde el primer mapa Metalogénico del Perú a escala 1:1000000 (Ponzoni, 1980). Chaparral se encuentra ubicado en la franja de “Nazca – Ocoña”, Subprovincia Cuprífera del pacífico, dentro de la provincia Metalogénica Andina Occidental. Esta franja está dominada principalmente por mineralización aurífera (Vargas, 1978 citado por Ponzoni, 1980), que agrupa yacimientos filonianos con alcance Mesotermal a Hipotermal, pudiendo presentarse el Oro en estado Libre o asociado a la pirita (Montreuil, 1979 citado por Ponzoni, 1980).

Franjas metalogénicas

Las franjas metalogénicas agrupan épocas de mineralización y litologías favorables en donde se emplazan ciertos depósitos en específico, a lo largo de sistemas de fallas regionales, como resultado de este proceso en el territorio peruano, se definió 23 franjas metalogénicas (Quispe, 2008 citado por Acosta, 2020).

En el Sur Peruano los sistemas de Fallas regionales con orientaciones NO-SE, tales como los sistemas de Ica – Islay – Ilo, Cincha – Lluta, Incapuquio, Abancay – Condorama – Caylloma y los sistemas de Cusco – Lagunillas - Mañazo, son las que controlan las franjas metalogénicas, su génesis está asociada a la disgregación

cortical del Rift Permo – Triásico (Acosta, 2020), donde hubo una intensa actividad magmatica de tipo alcalina perteneciente al Grupo Mitú (Acosta, 2020).

Franja de depósitos de Au-Pb-Zn-Cu relacionados con intrusiones del Cretácico Superior (Franja IX)

Abarca 4 áreas discontinuas, tales como Huarmey (9°30` - 10°), Canta (11° - 11°30`), Sector de Huancavelica – Ayacucho (14° - 15°) y el sector de Saramarca – Nazca – Ocoña (14°30` - 17°), la mayoría de las estructuras, se encuentran emplazadas en granitoides del Cretácico superior del Batolito de la costa, mineralógicamente dichas estructuras están constituidas por Cuarzo – Oro y Sulfuros. Las estructuras mineralizadas presentes en el bloque de Saramarca – Nazca – Ocoña, se encuentran controladas por fallas con orientación NO-SE, N-S, E-O, los cuales a su vez constituyen el corredor Nazca – Ocoña (Acosta et al. 2020).

A) Corredor Aurífero Nazca – Ocoña

Este corredor abarca aproximadamente 310 km. de largo y entre 10 a 15 km. de ancho, los depósitos de este sector contienen oro como producto principal y el cobre mayormente se presenta como subproducto, las características más resaltantes son que las vetas presentan una alineación de rumbo andino, con buzamiento moderado y potencias promedias de 1m. (Vargas, 1979). Estas estructuras mineralizadas generalmente son cortas, pocas exceden los 800 m. motivo por la cual la mineralización económica, no es de profundidad, llegando a alcanzar los 100 a 200 m en el sector Norte del corredor entre Nazca-Palpa y en la parte Sur entre Chala – Orion, alcanzan los 400 m de profundidad (Muñoz et. Al., 2017). (Ver Cuadro N°01).

La evolución magmatica diferenciada de Norte a Sur, dio como resultado la formación de yacimientos de Hierro, Cobre con actinolita y yacimientos de cuarzo con Oro, este último como un proceso posterior a los yacimientos de Cobre. Por otro lado, Hudson (1974) citado por Vargas (1979), infiere que la Hematita y/o Goethita actuaron como un agente oxidante para controlar la solubilidad del oro,

mientras este último se movilizaba como cloruro áurico complejo, es por ello que se tiene un ensamble mineralógico de Cuarzo – Hematita – Oro en las vetas, los depósitos auríferos de este corredor son de origen hidrotermal del tipo de relleno de fisuras.

Estudios microscópicos reportan que la mineralogía del lado Norte (Minas Sol de Oro y los Incas), está constituido por pirita, calcopirita, pirrotita, esfalerita, arsenopirita, magnetita, molibdenita, rutilo, hematita, limonita y psilomelano. Donde se aprecia que la pirita en ocasiones ha reemplazado moderadamente a la magnetita, la calcopirita como producto de exolución dentro de la esfalerita, la hematita como producto de alteración de la magnetita, la limonita como proceso de meteorización de la hematita y la pirita. Mientras que la mineralogía del lado Sur (Mina San Juan de Chorunga, Clavelinas), está constituido por oro nativo, Electrum, galena, esfalerita, además se tiene pirita, calcopirita, pirrotita, tetraedrita, arsenopirita, hematita y limonita, en donde el oro nativo se presenta como inclusiones o relleno de microfracturas (Vargas, 1979).

Este corredor presenta un zoneamiento marcado desde el lado Norte hacia el lado Sur, debido a la disminución de temperatura del plutonismo, lo cual permite inferir un magmatismo Alcalino con adición de Potasio, Sodio, Calcio y Manganeso en el lado Norte, mientras que, en el lado Sur, está caracterizado por un magmatismo más ácido, con una notable cloritización, Sericitización, caolinización y silicificación. Asimismo, el factor de relación del Oro – Plata, oscila de 1 hasta 1.2 en el bloque Norte, mientras que, en el bloque Sur, oscila de 1.0/1.5 hasta 2 (Vargas, 1979).

Cuadro 1 Características Generales de las vetas en la zona de Nazca – Ocoña

Estructuras con orientación NW			Estructuras con orientación NE		
	Long. (m)	Pot. (m)		Long. (m)	Pot. (m)
Nazca	456.0	1.0	Nazca	165.0	0.8
Huaranguillo	250.0	1.2	Chavincha	250.0	1.0
Los Incas	700.0	1.0	Santa Rica	80.0	0.6
Luz de Sol	450.0	0.9	Jaqui	300.0	1.0
Manuelito	100.0	0.6	Santa Ana	300.0	1.0
Otoca	340.0	1.1	Chala	398.0	0.8
S.M. de Porras	120.0	1.0	Capitana	700.0	0.9
Santa Filomena	1000.0	1.0	Huambo	350.0	0.5
			Maria		
Santa Rica	150.0	1.0	Auxiliadora	600.0	0.8
Sol de Oro	1000.0	0.9	Porvenir	80.0	0.4
Jaqui	567.0	1.1	San Juan	260.0	1.2
San Luis	700.0	1.2	Chaparra	250.0	0.8
Santa Rita	500.0	1.0	San Silvestre	250.0	0.8
Santa Rosa	500.0	1.0	Caraveli	200.0	0.8
Chala	263.0	0.9	Huiscoro	200.0	0.6
Capitana	200.0	1.0	Sunihuilca	200.0	0.8
Charpera	150.0	0.6	Ocoña	800.0	0.5
Chinito	300.0	1.0	Eugenia	600.0	0.5
Orion	400.0	0.9	Posco	1000.0	0.5
Chaparra	287.0	0.6	Promedio	352.2	0.8
Reconocimiento	500.0	0.8			
San Silvestre	200.0	0.7			
Torrecillas	160.0	0.5			
Caraveli	453.0	1.0			
Calpa	1200.0	1.2			
Chuñuño	100.0	0.7			
Huiscoro	60.0	0.6			
Ocoña	1375.0	0.5			
Andaray	1250.0	1.0			
Clavelinas	1500.0	0.3			
Promedio	566.8	0.9			

Nota. Relación de estructuras con longitudes y potencias promedias según dominios, tomado y modificado de (Vargas, 1979)

2.2.3. Análisis estructural

Procesamiento y mapeo de lineamientos

Para el cartografiado preliminar de lineamientos, es común el uso de modelos de elevación digital (DEM), generados a partir de imágenes Satelitales que cuentan con mayor resolución espacial, Espectral, Radiométrica y Temporal.

Modelo de elevación digital (DEM) – satélite espacial sentinel

El satélite Sentinel 1A-1B, con su sensor SAR (Radar de Apertura Sintética), forman parte del grupo de satélites del programa Copernicus de la Comisión Europea, siendo el Sentinel 1, la que mayor ventaja posee al momento de extraer un modelo de Elevación Digital (DEM), debido a la tecnología Radar que permite obtener imágenes detalladas de la superficie terrestre sin la interferencia de la atmosfera, las imágenes del Sentinel 1 de acuerdo al modo de adquisición presentan diferentes resoluciones espaciales y tamaño de escena, siendo el modo Stripmap (SM), la que tiene una resolución espacial de 5 m y un ancho de escena de 80 km, mientras el modo Interferometric wide swath (IW), proporciona datos que cubren una franja de 250 km con una resolución espacial de 5 x 20 m, siendo este último el más usado en técnicas de interferometría radar (InSAR), procesadas en el software SNAP.

Para la aplicación de esta técnica es necesario tener descargada 2 imágenes de Sentinel 1 en formato SLC de la misma área de estudio, pero tomadas en diferentes fechas, para convertirlas en un interferograma, para luego eliminar la contribución topográfica mediante la separación de fases y finalmente convertir la fase corregida en un archivo DEM.

Un modelo de elevación digital (DEM), es una representación estadística de una superficie continua del terreno, mediante un conjunto de puntos tridimensionales (X, Y, Z) en un sistema de coordenada arbitrarias que permite caracterizar las formas del relieve, dentro de los métodos de generación, se tiene los métodos directos e indirectos (Vidal, 2019).

A) Métodos directos: Estos se obtienen a partir de mediciones directas sobre el terreno, ya sea por medio de levantamientos topográficos con estación total o GPS, que posteriormente resultan en curvas de nivel.

B) Métodos indirectos: Cuando se utilizan documentos analógicos o digitales previamente elaborados tales como digitalización de curvas de nivel de la carta topográfica y restitución fotogramétrica numérica, analítica y digital, previamente realizada la corrección geométrica, radiométrica y atmosférica procesadas en software Snap (Vidal, 2019).

Extracción de lineamientos

El procesamiento de los modelos de elevación digital con las correcciones debidas, sirve de base para extraer los posibles lineamientos estructurales con ayuda de software Geomática 2016, y posterior a ello se requiere validar con ortofotos e informaciones de campo, asimismo se tiene que procesar los análisis estadísticos de los lineamientos extraídos (Farah, 2022).

Mapa de densidad de Kernel

Kernel Density Estimation (KDE), una función del ArcGIS, es una técnica no paramétrica porque no parte de presunciones de patrones distribucionales, sino que hace análisis de los datos mismos (Brunsdon, 1995), emplea una función de probabilidad de densidad, para generar una aproximación suavizada de su distribución centrifuga desde un punto o línea (Luis, 2021), la diferencia entre la densidad de líneas y la densidad de Kernel, es que en la primera se especifica una vecindad que calcula la densidad de población alrededor de cada celda, mientras que la densidad de Kernel, expande la cantidad conocida de la población para cada línea, las superficies resultantes que rodean a cada línea indican el valor más alto en el centro de la superficie y se estrechan hasta cero en la distancia del radio de búsqueda.

Análisis estructural para la reconstrucción de paleoesfuerzos

Angelier (1994), menciona que una gran cantidad de estructuras frágiles a escala media con sus indicadores de movimiento, representan la misma cinemática y

dinámica, pero a mayor escala, la cual es denominada el principio de Fractalidad, información básica de datos estructurales e indicadores de movimiento permiten determinar la dirección de los ejes de esfuerzos máximos.

Análisis cinemático

Es el estudio del movimiento de las fallas a partir de indicadores cinemáticos que se encuentran en el plano de falla, denominadas Tectoglifos, por lo general las fallas en el campo presentan movimientos compuestos tales como Normal-Dextral, Normal-Sinextral, Inversa-Dextral e Inversa-Sinextral, la dirección de desplazamiento está dada por el Pitch y la orientación de las estrías, durante el cartografiado estructural en un ambiente de deformación frágil, es necesario recopilar informaciones de Rumbo y Buzamiento de la falla, Sentido de movimiento de la falla, Pitch y sentido de inclinación de las estrías, para que finalmente sean procesados con ayuda del software Faultkin, a fin de determinar los principales esfuerzos compresivos y tensionales que causaron la deformación (Marrett, 1990).

A. Modelo de fracturación Riedel

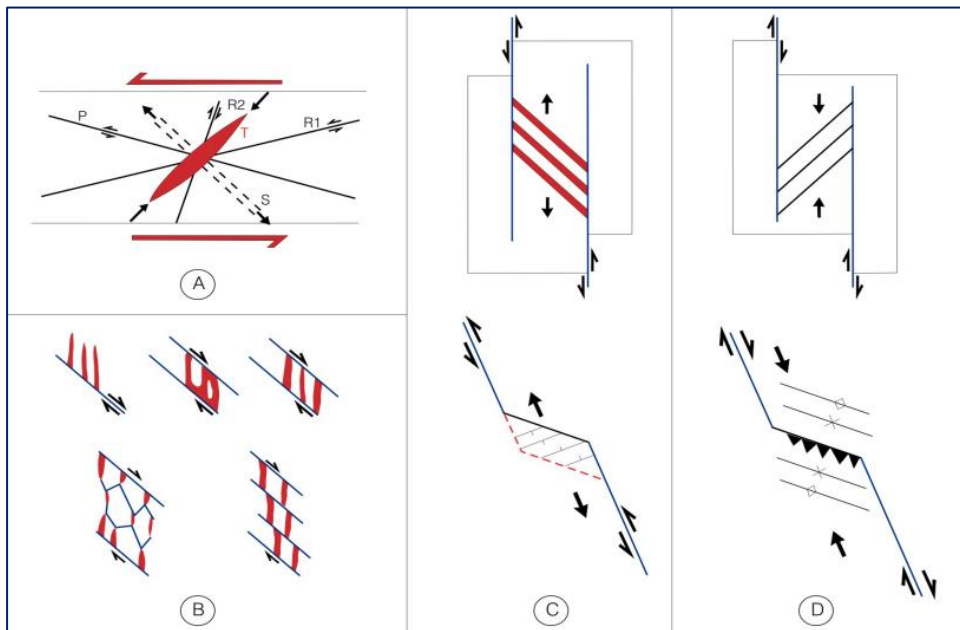
W. Riedel y H. Cloos (1928-1929), fueron los primeros en efectuar los experimentos de cizalla, determinando 2 tipos de fallas a las que denominaron R1 y R2, seguidamente otros autores complementaron proponiendo otros tipos de deformación asociado a este sistema de cizallamiento.

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

- Fracturas tensionales T, forman ángulos de 45° con la dirección de máximo cizallamiento (Cloos, 1955; Wilcox, 1973).

En conclusión, según el modelo de cizalla de Riedel, las fracturas tensionales asociadas a este ambiente de deformación son las más favorables para hospedar la mineralización a cualquier escala, es por ello donde radica la importancia de entender su génesis y estilo de deformación (Sibson, 1987).

Figura 1 Modelo de Fracturación de Riedel.



Nota. A) Modelo de Fracturación de Riedel: Fallas Riedel (R1 – R2), Fallas de Skempton (P), Fracturas por Tracción (T), B) Modelos de fracturación Tensional en zonas de cizalla. C) Zonas de Transtension (step over o jog). D) Zonas de Transpresión (Pliegues, fallas inversas). Tomado de (Quispe, 2006).

Metodología de inversión de esfuerzos

Bott (1959), menciona por primera vez el proceso de Inversión de esfuerzos, donde asume que el deslizamiento en un plano ocurre en la dirección del máximo esfuerzo cortante, en tal sentido el estado de esfuerzo que origina la microestructura puede ser reconstruido conociendo la dirección y el sentido del deslizamiento en planos de falla, con respecto a la dirección de deslizamiento es inferido a partir de los elementos estriadores y las facetas escalonadas.

Los datos requeridos para el proceso de inversión son el rumbo y buzamiento del plano de falla, la orientación y el sentido de movimiento de la estría sobre el plano de falla, la inversión de estos datos estructurales permite conocer los parámetros del tensor de esfuerzos, es decir el eje de compresión máxima (σ_1), el eje de compresión intermedia (σ_2), el eje de compresión mínima (σ_3) y el radio de Esfuerzo, para la

determinación de los esfuerzos en régimen frágil, pueden ser usados las fallas con estrías de movimiento (Angelier, 1994).

A) Selección de Datos y clasificación en Subtipos

El conjunto de datos estructurales tomados en una falla, contiene numerosos subtipos o sistemas de datos, es decir un subtipo es definido por un grupo de fallas que han sido generados por un mismo evento tectónico, por un mismo tensor de esfuerzo, asimismo, un subtipo debe de estar compuesto por más de una familia de fallas que tengan la misma cinemática y las mismas características geométricas, ya que es frecuente observar que el conjunto de datos es el resultado de varios eventos tectónicos durante la evolución geológica, es por ello la importancia de separarlos en subtipos, cada uno caracterizado por un esfuerzo de tensor distinto, este proceso de separación de datos es realizada durante la inversión de esfuerzos como una función del conjunto de datos fuera de la tendencia, asimismo indicar que durante la separación manual de datos de falla, el mejor indicador para una deformación de múltiples eventos son la presencia de distintas orientaciones de estrías de falla sobre el mismo plano, a la cual se tendrá que revisar su compatibilidad mediante métodos computarizados como el Diedro Recto y la Optimización por rotación, empleados por diversos programas especializados en la inversión de esfuerzo (Faultkin, Tectonics FP, Win Tensor).

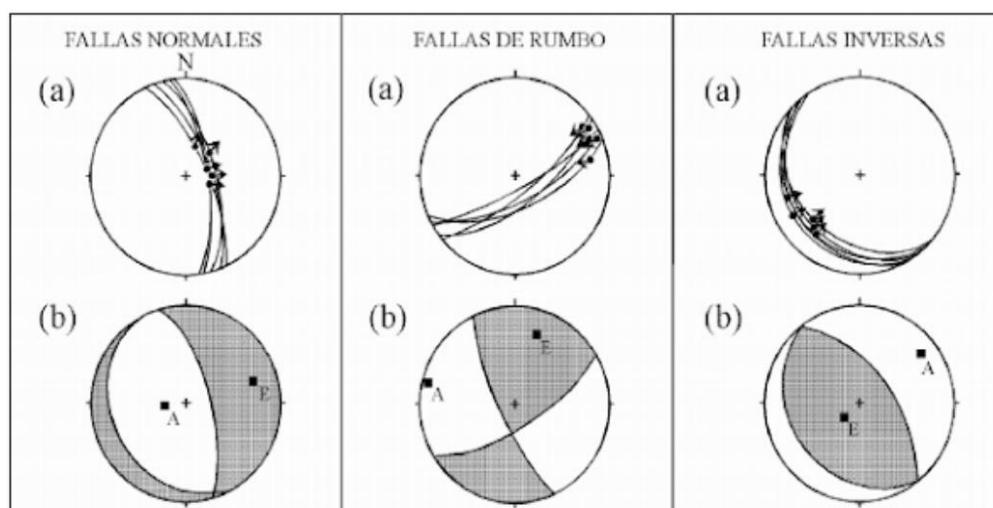
B) Método de diedro recto

Este método Geométrico fue desarrollado por Pegoraro (1972), y mejorado mediante ordenador por Angelier & Mechler (1977), como un método grafico para la determinación de los ejes de esfuerzo σ_1 y σ_3 en el análisis poblacional de las fallas, este método se basa en limitar zonas compatibles de compresión y extensión para cada falla, superponiéndolos en una proyección estereográfica, cada plano de falla y su estría que normalmente sirven para dividir el espacio en 4 cuadrantes cuyo polo es la estría.

El método se fundamenta en una grilla de referencia de orientaciones de la red de Schmidt, donde los cuadrantes de compresión y extensión son dibujados asignándole un valor continuo de 100% al cuadrante extensional, mientras que al cuadrante compresional se le asigna un valor de 0%, así sucesivamente para cada una de las fallas, enseguida se procede con el conteo de valores, donde se suma y se divide entre el número total de fallas analizadas, definiendo así una malla de conteo cuyo promedio indica la posible orientación de σ_1 (diedros blancos) y σ_3 (diedros negros), dado que los ejes de esfuerzos σ_1 y σ_3 son determinadas independientemente, no siempre serán perpendicular entre sí, pero σ_2 por lo general será ortogonal a σ_1 y σ_3 .

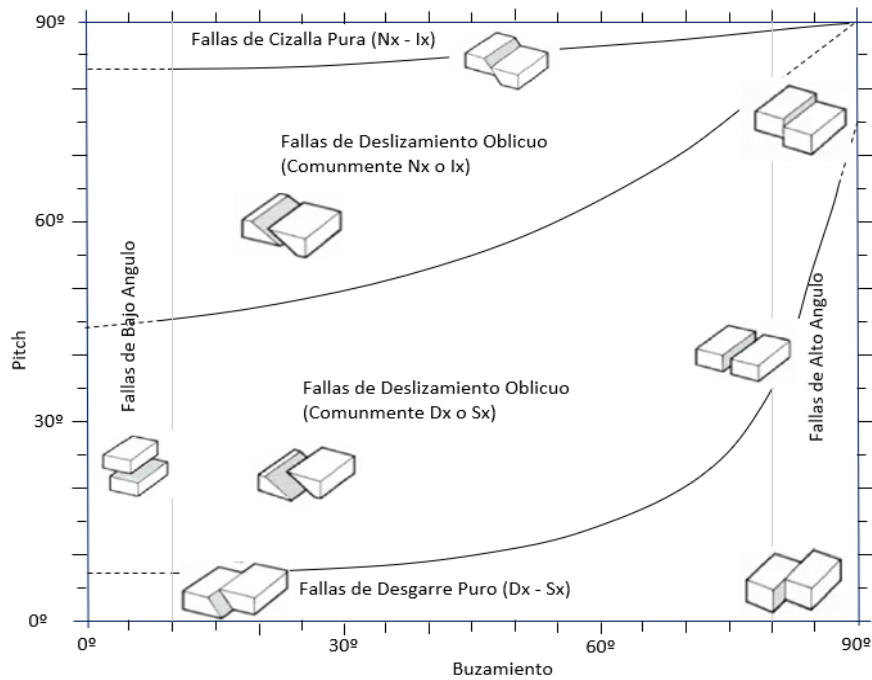
Método de los diedros rectos. A) ploteo de los distintos tipos de fallas en la red de Schmidt hemisferio inferior las flechas indican los sentidos de movimiento del bloque colgante. B) Diedros correspondientes a las fallas, el diedro blanco representa área de esfuerzos de acortamiento con su respectivo eje "A", mientras que el diedro negro representa un área de esfuerzos de extensión con su eje "E".

Figura 2 Método de los diedros rectos.



Nota. Representación de fallas con sus estereogramas y diedros, tomado de (Núñez, 2017).

Figura 3 Clasificación de fallas según su Cinemática.



Nota. Tomado de (Angelier, 1994).

2.2.4. Análisis químico

El análisis químico de minerales es un proceso que permite determinar cuantitativamente la composición química de una muestra, mediante una variedad de técnicas analíticas instrumental, tales como Absorción Atómica, Fluorescencia de rayos X, Análisis Microelectrónicos, y análisis de Gravimetría etc. (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

Preparación de muestras y pruebas de peso específico

La preparación de muestras es una etapa esencial en el proceso analítico, para ello la selección de los procedimientos efectivos de la preparación de muestras dependerá del tipo y tamaño de la muestra, mineralogía y requisitos analíticos, los procesos contemplan Secado, Chancado, División por Riffles o Cuarteo, Pulverización, Análisis químico de muestras, almacenamiento y manejo de muestras, para fines de estimación se requiere de estudios de densidad de oxido, sulfuro y roca caja.

Método de espectroscopia de absorción atómica

Es una técnica introducida por Alan Walsh en 1955, se considera como otro procedimiento "Húmedo", ya que la muestra original debe estar completamente disuelta en una solución antes de analizarse, esta técnica es capaz de detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de los elementos del sistema periódico, el método consiste en la medición de las especies atómicas por su absorción a una longitud de onda particular, la fuente de energía de esta técnica es una fuente luminosa (una lámpara de cátodo hueco), con un espectro electromagnético que abarca desde la radiación visible hasta la ultravioleta (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

Método de ensayo al fuego (Fire Assay)

Es un método analítico que consiste en fundir a la muestra usando agentes fundentes que incluyen el Óxido de plomo (Litargirio) para obtener 2 fases líquidas: la parte superior es una escoria constituida principalmente por silicatos complejos y la parte inferior contiene una fase metálica constituida por plomo, el cual colecta el Oro (Au), que posteriormente mediante el proceso de copelación se separa el metal precioso del plomo, este metal precioso denominado regulo se somete a un ataque ácido y luego se determina con un espectrómetro de absorción atómica (Guerron,2020),

A) Método de retallas (Newmont) – análisis de oro

Esta técnica de análisis es aplicable a muestras que normalmente tienen oro grueso, que puedan distorsionar el resultado en un análisis por lote preferencial debido al efecto pepita producida por efectos del muestreo, para el Método Newmont se procede a analizar la muestra tomando 200 gramos de muestra previamente pulverizada, para luego pasar por una malla N°150 la cual al tamizarlos nos queda dos porciones una gruesa y otra fina, ambas partes se analizan por separado, la parte gruesa (over) en un crisol y la parte fina (under) en 2 crisoles por seguridad. La parte gruesa luego de ser tamizada debe

encontrarse en el rango de 5-20 gramos para no tener dificultades de pasar finos en el grueso cuando su valor es más de 20 gramos, cuando se tiene una molienda muy fina un valor menor a 5 gramos ocasionaría que el grueso pase a los finos.

2.2.5. Estimación de recursos Y reservas minerales

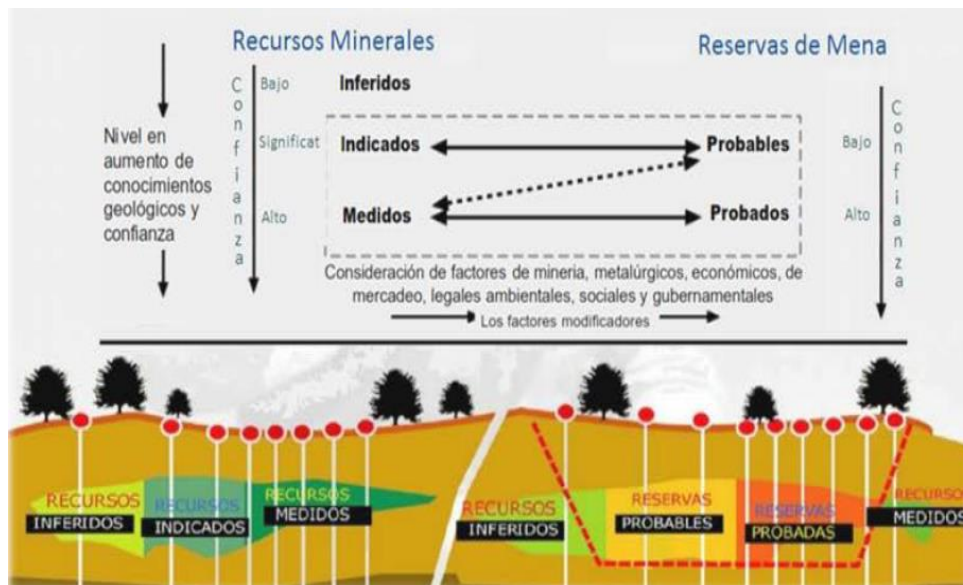
Base de la estimación

El cálculo de reservas es una operación muy importante y de alta responsabilidad que finaliza cada etapa de búsqueda y exploración, determinando en gran medida el valor industrial del yacimiento, una estimación se realiza a través de métodos Convencionales tales como Promedio Aritmético, Bloques Geológicos, Bloques de Explotación, Secciones, Isolíneas, Triángulos y métodos Modernos o Geoestadísticos tales como Kriging, IDW (Interpolación ponderada por Distancia Inversa), NN (Vecindad más cercana) (Ariosa, 1987).

Código JORC - norma para reportar recursos y reservas

El código JORC es un estándar australiano que se utiliza para reportar los resultados de los Recursos y Reservas minerales, en tal sentido se procederá a describir las principales terminologías.

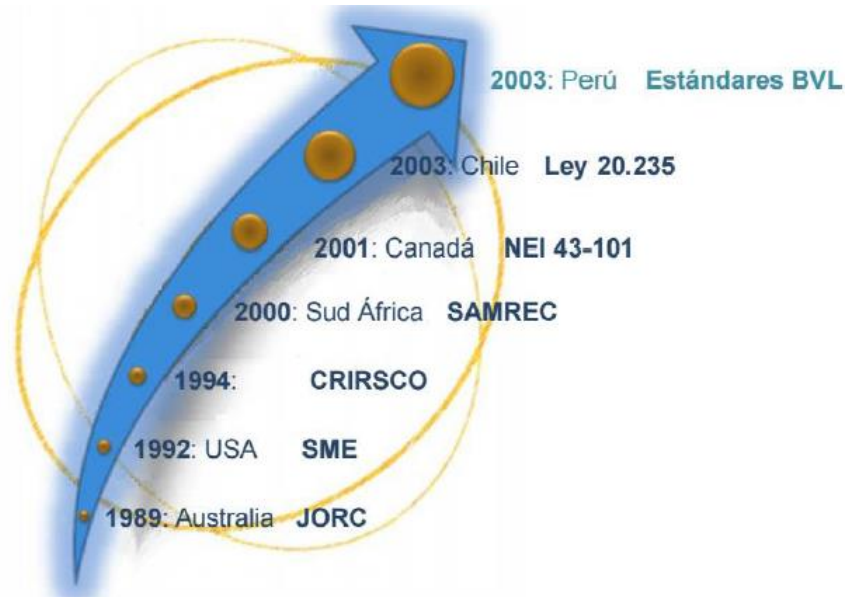
Figura 4 Clasificación de recursos y reservas mineras.



Nota. Tomado de (Tulcanaza,2010).

Figura 5 Evolución de los Estándares de Reportes para Recursos y Reservas

Minerales.



Nota. Tomado de (Mondragon,2024).

Recurso mineral

Es una concentración de material de interés económico intrínseco en la corteza terrestre en forma y cantidad en la que haya probabilidades razonables de una eventual extracción económica. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad de un recurso mineral son conocidos, interpretadas a partir de evidencia y conocimiento geológico, como de afloramientos, zanjas, rajos, túneles, laboreos y sondajes, atendiendo al nivel de confianza geológica se subdivide en categoría Inferidos, Indicados y Medidos (JORC, 2012).

A) Recurso Mineral Inferido

Es aquella parte de un Recurso Mineral por la cual se puede estimar el tonelaje, ley y contenido de mineral con un bajo nivel de confianza. Se infiere a partir de evidencia geológica, pero no se certifica la continuidad geológica ni de la ley. Se basa en información inferida mediante técnicas apropiadas en ubicaciones que pueden ser limitados o de calidad y confiabilidad incierta.

B) Recurso Mineral Indicado

Es aquella parte de un Recurso Mineral por el cual puede estimarse con un nivel razonable de confianza el tonelaje, densidad, forma, características físicas, ley y contenido mineral. Se basa en información de exploración, muestreo y pruebas reunidas en ubicaciones que están demasiado espaciadas para confirmar continuidad geológica y/o de ley.

C) Recurso Mineral Medido

Es aquella parte de un Recurso Mineral para el cual puede estimarse con un alto nivel de confianza el tonelaje, su densidad, forma, características físicas, ley y contenido de mineral. Se basa en exploración detallada y confiable, información sobre muestreo y pruebas obtenidas donde las ubicaciones están espaciadas con suficiente cercanía para confirmar continuidad geológica y/o de ley.

Reserva Mineral

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Incluye dilución de materiales y tolerancias por pérdidas que se puedan producir cuando se extraiga el material. En donde se han realizado las evaluaciones de extracción, metalúrgicos, económicos, de mercados, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Las Reservas de Mena se subdividen en Reservas Probables y Reservas Probadas (JORC, 2012).

A) Reserva Probable

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias del Recurso Mineral Medido, en donde Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el material. Se han realizado evaluaciones apropiadas, que pueden incluir estudios de factibilidad (JORC, 2012).

B) Reserva Probada

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido. Incluye los materiales de dilución y tolerancias por pérdidas que se pueden

producir cuando se explota el material. Se han realizado evaluaciones apropiadas que pueden incluir estudios de factibilidad, e incluyen consideración y modificación por factores de minería, metalúrgicos, económicos, de mercados, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran, a la fecha en que se publica el informe, que la extracción podría justificarse razonablemente (JORC, 2012).

Análisis Estructural Variografico

Aquí se estudia la continuidad espacial de la variable, es decir se calcula el Variograma experimental, para ajustarlo a un Variograma Teórico (Esférico, Exponencial, Gaussiano) (Archundia, 2011), partiendo de que un Variograma es el estudio de la distribución espacial de los datos (Fernández, 2015).

Variograma Omnidireccional

Es un Variograma con una tolerancia direccional de 360°, también se puede considerar como un Variograma medio de todas las direcciones, este sirve para determinar que distancias generan mejores resultados, ya que no dependen de la dirección, solo dependen del incremento de la distancia y la tolerancia dimensional (Archundia, 2011). Para determinar el incremento de la distancia, en un muestreo sistemático se toma la distancia entre las muestras, pero si el muestreo es aleatorio, se toma el promedio de las distancias entre las muestras, sin embargo, para la tolerancia dimensional se toma la mitad del incremento de las distancias, aquellos que generen la mejor estructura en el Variograma serán los seleccionados, El Variograma omnidireccional se estima tomando la dirección de 0° y una ventana de $\pm 90^\circ$. El incremento de distancias (Lag), se elige considerando una población de entre 10 y 25 intervalos.

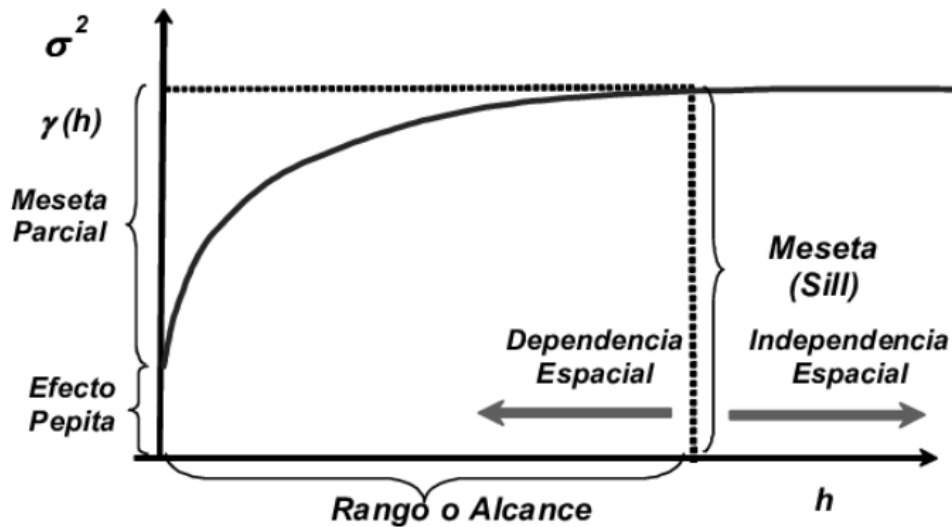
identificar los ejes de anisotropía, esto normalmente se determina experimentalmente, es decir si la anisotropía es Geométrica se toma el mínimo y máximo del rango, mientras si la anisotropía es zonal, se toma el mínimo y máximo de la meseta (Archundia, 2011).

Si los valores de la muestra tienen mayor continuidad en una dirección, entonces los ejes mayores de la elipse serán paralelos a esta dirección de máxima continuidad, por lo general esta elipse de anisotropía es determinada por una anisotropía evidente en cierta medida de la continuidad espacial.

Para un óptimo cálculo de anisotropía se debe realizar unas 9 o 10 Variogramas direccionales y la utilización del mapa anisotrópico donde el eje mayor y menor de la elipse que mejor se ajuste a los extremos de los segmentos representaran las direcciones principales de anisotropía, una vez establecida la dirección de máxima y mínima continuidad se debe seleccionar la tolerancia direccional.

Por lo general la tolerancia direccional debe de ser el mas mínimo posible, pero en la práctica se prueban varias tolerancias y se escoge el menor que genera mejores resultados, porque si no ocurre que tolerancias direccionales reducidas abarcan números de datos muy pequeños, lo cual genera valores erráticos en el Variograma (Archundia, 2011).

Figura 7 Principales Elementos del Variograma.



Nota. Tomado de (Mejía, 2006)

Ajuste del modelo de variograma experimental

El modelamiento del Variograma consiste en determinar una función analítica (Variograma teórico) que mejor se ajuste con los valores estimados del Variograma experimental, esto incluye cual modelo y con qué parámetros.

El modelamiento del Variograma es un proceso de prueba y error de manera visual, modificando los parámetros hasta obtener un resultado razonable o similar al modelo del Variograma teórico según el criterio de Akaike, lo más importante del ajuste radica en el comportamiento del Variograma cerca al origen de donde se puede observar que si el Variograma experimental tiene un comportamiento parabólico entonces el modelo de mejor ajuste será el Gaussiano, si tiene un comportamiento lineal el mejor modelo de ajuste sería Esférico o exponencial, pero ahora si bien el Variograma experimental se puede ajustar a un modelo simple, los resultados serían bastante buenos a comparación de dos modelos simples anidados (Archundia, 2011).

Mapa de isovalores e isopotencias

Este método de las isolíneas, asume que existe un cambio gradual y continuo de los valores de una variable, este proceso empieza con el trazado de las isolíneas, determinadas por técnicas de interpolación Geoestadísticas como el Kriging, de tal

manera que al unirlos generen curvas que representan un espesor, ley y masa volumétrica, una de las limitantes es contar con un alto grado de exploración, ya que una base de datos poco densa no es muy confiable (Estévez. 2009).

Tumialan (2003), menciona que el estudio de la variación de leyes a lo largo de las vetas nos permite determinar la dirección del flujo mineralizante, como en el caso de las vetas monometálicas de oro en Ocoña, donde tienen un **fondo mineralógico** a profundidad conforme avanza en su recorrido hacia superficie, la ley se incrementa hasta alcanzar una **ley máxima** posterior a este avance la ley decrece hasta alcanzar el **frente final** de deposición donde la ley es inferior a la ley de corte, la tendencia de los isovalores de cocientes metálicos, pueden ser verticales, inclinados y horizontales, entendiéndose que la temperatura incrementara en el sentido opuesto a la dirección de flujo y decrecerá en zonas más distales al eje del flujo mineralizante, bajo este contexto si uno obtiene valores bajos en superficie, tendremos 2 opciones, la primera observar si estamos en el frente final de mineralización, tendremos posibilidad que incremente la ley en profundidad y si estamos en el fondo mineralógico o **parte inicial**, la ley no se incrementara, por el contrario será menor

Ley de corte

La ley de corte o Cut-off grade, es el grado mínimo requerido para que un mineral o metal sea extraído económicamente, siendo mena o mineral las que se encuentran por encima de la ley de corte, mientras la ley que este por debajo se denomina estéril, para los efectos de cálculos se tiene que considerar costo de mina (Perforación, Voladura, Carguío, Transporte, Servicio, Administración, Depreciación de Equipos), costos de planta (tratamiento, administración), costos de Refinación, Precio del metal y Recuperación metalúrgica (Alfaro, 2007).

Modelo de bloques e interpolación

Un Modelo de Bloques es una representación simplificada de un depósito mineral en pequeñas celdas, donde se muestra la ley del elemento y la densidad, cada

celda está dispuesta en un sistema de cuadrícula XYZ, pudiendo ser de tamaño uniforme o irregular, a estos bloques se les asigna una calificación mediante métodos de estimación, ya sea Kriging, Inverso a la Distancia (IDW) o Vecino más Cercano (NN).

Con el objetivo de delinear mejor los límites del modelo de bloques, estos se pueden subdividir en tamaños más pequeños conocidos como subceldas, este proceso se realiza de dos maneras: la primera consiste en una subdivisión *Octante* donde se divide el bloque principal en una jerarquía de cubos con subdivisión automática en los límites, de modo que todos los bloques se reducen a la mitad continuamente, mientras que una subdivisión *flexible* permite que varíe según el ángulo de intersección de un bloque en particular, lo cual le permite una mejor interpretación volumétrica de los límites del sólido. Asimismo, en sistemas Vetiformes se requiere un Modelo rotado, es decir una rotación de los ejes del modelo de bloques con respecto al sistema de coordenadas principal, con el objetivo de lograr un mejor ajuste de las celdas y subceldas dentro de los límites de un depósito (Alfaro, 2007).

Método kriging

Es un método de estimación que se usa para predecir los valores de una variable en lugares no muestreados, ya que minimiza la varianza de la estimación, durante una interpolación por Kriging ordinario es crucial, seleccionar el modelo de Variograma más óptimo, ya que depende de ello para mejorar la precisión de una estimación, como por ejemplo un modelo esférico es apropiado para datos con una correlación espacial corta, ahora si los datos tienen correlación espacial moderada lo más óptimo es un modelo exponencial y finalmente cuando los datos tienen una correlación espacial larga, el modelo que mejor se ajusta es el Gaussiano.

Este método tiene más ventaja, debido a que es más resistente a valores atípicos, asimismo utiliza la correlación espacial y la estructura para mejorar la precisión de la estimación, en comparación con el método Inverso a la Distancia y el

método del Vecino más cercano, que no requieren de ningún modelado Variografico, por que asume que los datos presentan una distribución normal (Alfaro, 2007),

2.3. Definición de términos básicos

- ✚ **Blancos de exploración:** Son zonas estratégicas donde se tienen probabilidades de encontrar yacimientos minerales. Se definen a partir de anomalías geofísicas y geoquímicas (Dávila, 2011).
- ✚ **Valuación de yacimientos mineros:** Implica la Evaluación de factores geológicos, como la calidad y cantidad de los recursos minerales, que puedan afectar la viabilidad del proyecto (Dávila, 2011).
- ✚ **Correlación geoquímica:** es una herramienta que se utiliza para interpretar los resultados de un muestreo de campo (Dávila, 2011).
- ✚ **Absorción atómica:** es una técnica analítica que mide la cantidad de luz absorbida por un elemento. Se utiliza para detectar y cuantificar metales en muestras de todo tipo (Dávila, 2011).
- ✚ **Ensayo al fuego:** es un método analítico que se utiliza para determinar la cantidad de oro y plata en muestras (Dávila, 2011).
- ✚ **Plunge:** es el ángulo entre la línea y un plano horizontal, medido sobre un plano vertical (Dávila, 2011).
- ✚ **Pitch:** ángulo que se forma entre un elemento lineal y una línea horizontal. Se mide sobre el plano de falla (Dávila, 2011).
- ✚ **Brownfield:** es un proyecto que se desarrolla en instalaciones ya existentes, modificándolas, ampliándolas o mejorándolas (Dávila, 2011).
- ✚ **Greenfield:** es aquel que se realiza desde cero, o aquel existente que se cambia en su totalidad (Dávila, 2011).
- ✚ **Geoestadística:** es una rama de la estadística que se encarga de analizar y predecir variables y fenómenos espaciales. Se utiliza para estudiar la información recogida de la superficie terrestre (Dávila, 2011).

- ✚ **Ley de corte:** es la concentración mínima de un elemento en un yacimiento para que sea rentable extraerlo. También se le conoce como cut-off grade (Dávila, 2011).
- ✚ **Variografía:** es una herramienta que analiza cómo se comporta una variable en el espacio, y cómo influye un punto en otro a diferentes distancias (Dávila, 2011).
- ✚ **Isovalores:** son una herramienta que permite visualizar diagramas de isolíneas o de escala de colores (Dávila, 2011).
- ✚ **Pathfinder:** es un elemento traza que se asocia a un tipo específico de mena. Se utiliza para localizar elementos o minerales de mena (Dávila, 2011).
- ✚ **Ratio:** es la razón o relación entre dos cantidades o magnitudes (Dávila, 2011).
- ✚ **Dominios geotectónicos:** es una zona de terreno que se caracteriza por sus características estructurales o estratigráficas (Dávila, 2011).
- ✚ **Franjas metalogénicas:** son períodos de mineralización que se extienden a lo largo de sistemas de fallas y litologías (Dávila, 2011).
- ✚ **Proterozoico:** es un eón geológico que abarca desde hace 2500 millones de años hasta hace 541 millones de años (Dávila, 2011).
- ✚ **Fase hercínico:** es una etapa de plegamiento que se dio durante la orogenia varisca, un evento geológico que ocurrió entre finales del Devónico y mediados del Pérmico (Dávila, 2011).
- ✚ **Datación radiométrica:** es una técnica que permite determinar la edad absoluta de materiales como rocas, minerales y restos orgánicos (Dávila, 2011).
- ✚ **Falla dextral:** es una falla de desplazamiento de rumbo en la que el bloque de tierra se mueve hacia la derecha (Dávila, 2011).
- ✚ **Falla sinextral:** es una falla en la que el bloque superior baja y se mueve hacia la izquierda con respecto al bloque inferior (Dávila, 2011).
- ✚ **Cut off grade:** es la concentración mínima de un mineral o metal que se debe tener para que sea rentable extraerlo (Dávila, 2011).

- ✚ **Telescoping:** es un tipo de depósito metalífero que se forma a partir de fluidos acuosos influenciados por emanaciones ígneas (Dávila, 2011).
- ✚ **DEM:** Es una representación matemática de la superficie terrestre (Dávila, 2011).
- ✚ **Sentinel:** es una misión de imágenes multispectrales de alta resolución en órbita polar para la vigilancia terrestre.
- ✚ **Resolución espectral:** es la capacidad de un sensor para medir la longitud de onda de la luz (Dávila, 2011).
- ✚ **Paleoesfuerzos:** son los esfuerzos que actuaron en el pasado sobre la corteza terrestre, los cuales se pueden reconstruir a partir del análisis de estructuras geológicas (Dávila, 2011).
- ✚ **Fractalidad:** es la propiedad de que los elementos de la naturaleza tienen una estructura que se repite a diferentes escalas (Dávila, 2011).
- ✚ **Diedro Recto:** es un ángulo diedro que forma 90° entre dos planos que se intersecan (Dávila, 2011).
- ✚ **Ensayo Newmont:** también conocido como análisis químico de oro por el método de retallas, es un procedimiento que permite analizar la cantidad de oro en muestras que contienen oro grueso (Dávila, 2011).
- ✚ **Código JORC:** es un código de prácticas que establece estándares para la presentación de informes sobre recursos minerales y reservas mineras.
- ✚ **Rango Intercuartil:** es una medida estadística que indica la dispersión de un conjunto de datos. Se calcula restando el primer cuartil (Q1) del tercer cuartil (Q3) (Dávila, 2011).
- ✚ **Percentil:** es una medida de posición usada en estadística que indica, una vez ordenados los datos de menor a mayor, el valor de la variable por debajo del cual se encuentra un porcentaje (Dávila, 2011).
- ✚ **Outliers:** es un valor atípico que se desvía de la tendencia general de un conjunto de datos (Dávila, 2011).

- ✚ **Variograma Omnidireccional:** es un tipo de Variograma que se utiliza para describir la geometría espacial de variables regionalizadas (Dávila, 2011).
- ✚ **Lag:** es la cantidad de intervalos que se consideran para la mitad de la distancia máxima de separación entre puntos (Dávila, 2011).
- ✚ **Tolerancia Lag:** es un parámetro que se usa en geoestadística para analizar la variabilidad espacial de los datos (Dávila, 2011).
- ✚ **Meseta:** es un parámetro de un modelo de Variograma o semivariograma, representa el valor al que se aproxima un Variograma cuando las distancias son grandes (Dávila, 2011).
- ✚ **Alcance Variografico:** se refiere a la capacidad de predecir valores de fenómenos espaciales en ubicaciones o áreas de interés (Dávila, 2011).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El estudio y la Evaluación geológica en la Unidad Minera Chaparral permitirá ubicar nuevos blancos de Exploración

2.4.2. Hipótesis específica

- a. La profundización del frente inicial de mineralización económica es directamente proporcional a la longitud de la veta.
- b. Las zonas con anomalías de Oro están asociadas directamente a elementos con coeficiente de correlación fuerte.
- c. Las zonas con una alta densidad de fracturamiento son favorables para ubicar Sectores con anomalías de Au.
- d. La orientación de la deformación máxima y la fase tectónica están estrechamente relacionados con las zonas de clavos mineralizados de Au en el área de estudio.
- e. La participación porcentual del Oro Grueso influye para la ubicación y valuación de zonas con alto potencial en contenido Au.

- f. El conocimiento del plunge de mineralización Aurífera, permitirá ubicar áreas potenciales dentro del proyecto.
- g. La Estimación de recursos definirá la existencia de sectores con potencial aurífero dentro del proyecto.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variables independientes

- ❖ Estudio y Evaluación Geológica

2.5.2. Variables dependientes

- ❖ Blancos de Exploración

2.5.3. Variables intervinientes

- ❖ Validación del Muestreo y de la Base de Datos
- ❖ Validación del Mapeo y de la Base de Datos
- ❖ Método de Análisis Químico mediante Fire Assay
- ❖ Método de Interpolación Kriging

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Cuadro 2 Diagrama operacional de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Estudio Geológico	Es el reconocimiento de una zona geográfica para buscar y evaluar la existencia de yacimientos minerales a partir de técnicas multidisciplinarias que van desde la recopilación de información, Teledetección, Cartografía Geológica, Geoquímica, Geofísica y Sondajes de Exploración mientras que la Evaluación Geológica es el proceso interpretativo si un yacimiento será económicamente rentable a partir de los resultados previos obtenidos en el estudio geológico (Herrera, 2017).	La variable Estudio y Evaluación Geológica se medirá a través del análisis de la información espacial, estructural y geoquímica, procesadas en software SIG.	Estructural	Densidad de Kernel	Intervalo
				Orientación de los esfuerzos de Deformación máxima	Intervalo
				Relación entre la longitud de la Veta y la profundización de la mineralización	razón
			Geoquímica	Coeficiente de Correlación	razón
				Participación y Variación Porcentual del Oro Grueso	Intervalo
				Geoestadístico	Planos de Isovalores de Kriging
Inventario de Recursos y Reservas	razón				

Nota: Elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

Según el propósito de la investigación se trata de:

- ❖ **Investigación aplicada:** Porque las variables tales como las orientaciones de los esfuerzos de deformación máxima y mínima para determinar ambientes tectónicos Pre-mineral y Post-mineral fueron descritas a partir de la utilización de conocimientos previos.

3.2. Nivel de investigación

Según el nivel de profundidad de la investigación se trata de lo siguiente:

- ❖ **Investigación exploratorio - descriptiva:** Porque se describió las características mediante recolección de datos cuantitativos y cualitativos de las dimensiones de la estructura mineralizada y la densidad de fracturamiento.

3.3. Métodos de investigación

Según el enfoque Metodológico se trata de:

- ❖ **Investigación mixta:** Porque se recolectó datos de los reportes de análisis químicos mediante métodos de ensayo al fuego y absorción atómica, asimismo, los datos de las estimaciones de recursos fueron medidas y comparadas entre sí. ya que las dimensiones que comprende un estudio geológico tales como: El

análisis estructural, El análisis geoquímico y la Geoestadística nos permitió llegar a una conclusión general para orientar las exploraciones a nuevos blancos.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación empleado es de tipo **NO EXPERIMENTAL - TRANSVERSAL** esquematizado de la siguiente manera.

Cuadro 3 *Flujograma del Diseño de Investigación.*

I ETAPA		II ETAPA	
Recopilación y Preparación de Información Preliminar	Plano de Ubicación y Localización Plano de Propiedad Minera Plano de Segmentación Intrusiva Carta Geológica Nacional Plano Geotectónico Plano de sistemas Estructurales Regionales Plano Geológico Superficial y Subterráneo Plano de Muestreo Superficial y Subterráneo	Campo	Validación de Lineamientos Estructurales Toma de Datos microestructurales Cartografía Superficial 1/1000 Validación del Mapeo Geológico Subterráneo Toma de Muestras Superficiales para Análisis Multielementos Validación de la Base de Datos de Muestreo
III ETAPA		IV ETAPA	
Laboratorio	Análisis por Fire Assays - Newmont Análisis por Absorción Atómica	Gabinete e Interpretación	Planos de Modelo de Elevación Digital Planos de Densidad de Kernel Diagramas de Diedros Rectos Reporte de las Longitudes de Veta y Profundización Diagramas de Correlación Diagrama Estadístico del Oro Libre Plano de Isovalores de Oro Cuadro de Reporte de Estimación de Recursos

Nota: Elaboración propia

3.5. Población y muestra

- A) Población:** El área a explorar tiene 602.33 Hect. La cual está comprendido dentro de las concesiones San Francisco N° 07, Patricia y Gabriel 2021, todas ellas son propiedad de la compañía minera Golden River Resources SAC.
- B) Muestra:** Abarca 302.33 Hect. Perteneciente a la concesión Minera San Francisco N° 07, propiedad de la empresa Golden River Resources SAC. De donde se recolectaron 277 datos microtectónicos distribuidas en 6 estaciones y 6010 muestras Geoquímicas validadas para su procesamiento.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos contempla 2 escenarios.

- ✓ **Muestreo superficial y subterráneo:** Se implementó una base de Datos en Microsoft Access, con el objetivo de llevar un almacenamiento correcto de la información geoquímica, como acto seguido se procedió a realizar un muestreo superficial de canales de manera puntual en toda la longitud del afloramiento de la estructura mineralizada debido a que gran parte del afloramiento ya se encontraba explotado, con respecto al muestreo subterráneo se efectuó en los Subniveles, Galerías y Chimeneas bajo el método de muestreo sistemático de canales cada 2 m, en toda la longitud de la veta.

Para estudios de Densidad y Petrográficos se tomaron muestras de mano de 0.15 cm x 0.15 cm x 0.15 cm, tanto de la roca Caja y de la estructura Mineralizada.

- ✓ **Mapeo superficial y subterráneo:** Para un mapeo estructural preliminar, se utilizaron Modelos de elevación Digital obtenidas por Fotogrametría y áreas donde no fueron cubiertas por este estudio se utilizaron modelos obtenidos a partir de Imágenes satelitales Sentinel de nivel 1A, asimismo, debido a la ausencia de una base de datos para el análisis estructural se procedió a tratar la información del mapeo en ArcGIS mediante atributos tanto para el Cartografiado Subterráneo y como para el Superficial, donde se registró información adicional como el Pitch de

la Estría y la cinemática de las fallas, todas estas informaciones fueron tomadas en los niveles principales de producción de cada estructura mineralizada.

Los instrumentos y materiales utilizados para la recolección de datos en la presente investigación son los siguientes:

- Planos topográficos base.
- Ficha de medición estructural.
- Ficha de muestreo geoquímico.
- Registro de análisis de laboratorio.

Cuadro 4 Materiales y equipos para la Recopilación de información.

ETAPA	ESCENARIO	MATERIALES	EQUIPOS
CAMPO	Muestreo	Comba y Cincel tipo Punta Bolsa de Polietileno Cinta Métrica de 50 m Wincha de 5 m Talonario de Muestreo Pintura y Brocha Plano Topográfico Precintos de Seguridad	
	Mapeo	Lupa 20X Protactor Picota Libreta de Campo Brújula Plano Topográfico Colores Distanciómetro Fotografías Aéreas	Estación Total GPS Radio de Comunicación
LABORATORIO	Preparación mecánica de muestra	Pala Bandeja de acero Inoxidable Brocha de 3" Bolsas Marcadores	Cocina Industrial Pulverizadora Horno de Secado Balanza de Precisión Chancadora de Quijada
	Pesado de muestra	Espátula de acero Inoxidable Bolsas de Plástico de Rollo 8x12 Tamiz N° 150	Balanza analítica
	Fundición	Crisoles refractarios de 30 gr Lingotera Cónica y Litargirio Martillo 3 lb.	Horno de Fundición
	Copelación	Copelas N° 07 Pinza Metálica	Horno de Copelación
	Ataque Químico	Crisolitos de Porcelana de 15 ml. Ácido Nítrico Bagueta	Plancha de Ataque Químico
	Micropesado		Microbalanza

Nota: Elaboración propia

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos

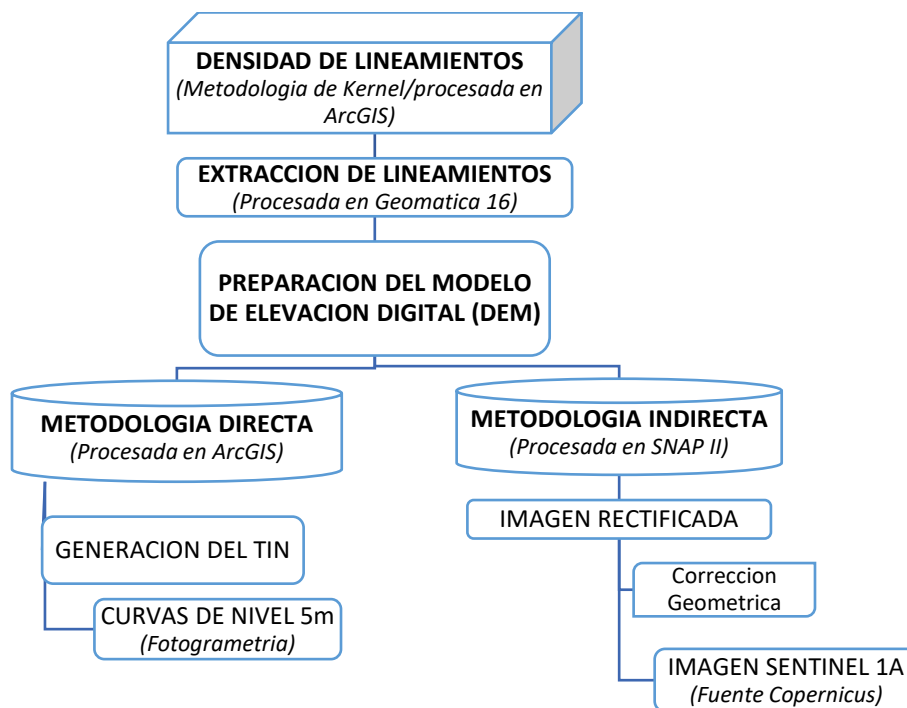
Para recopilar información Geoquímica se utilizó una base de datos elaborada en Microsoft Access, asimismo se utilizaron formato de recopilación de datos

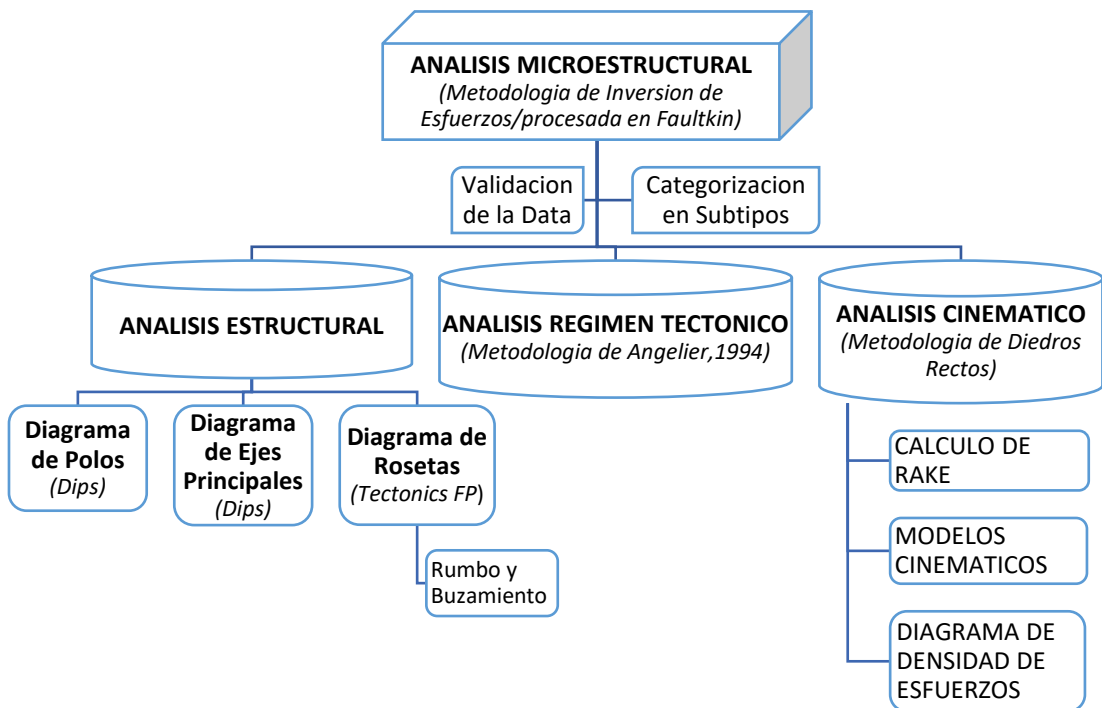
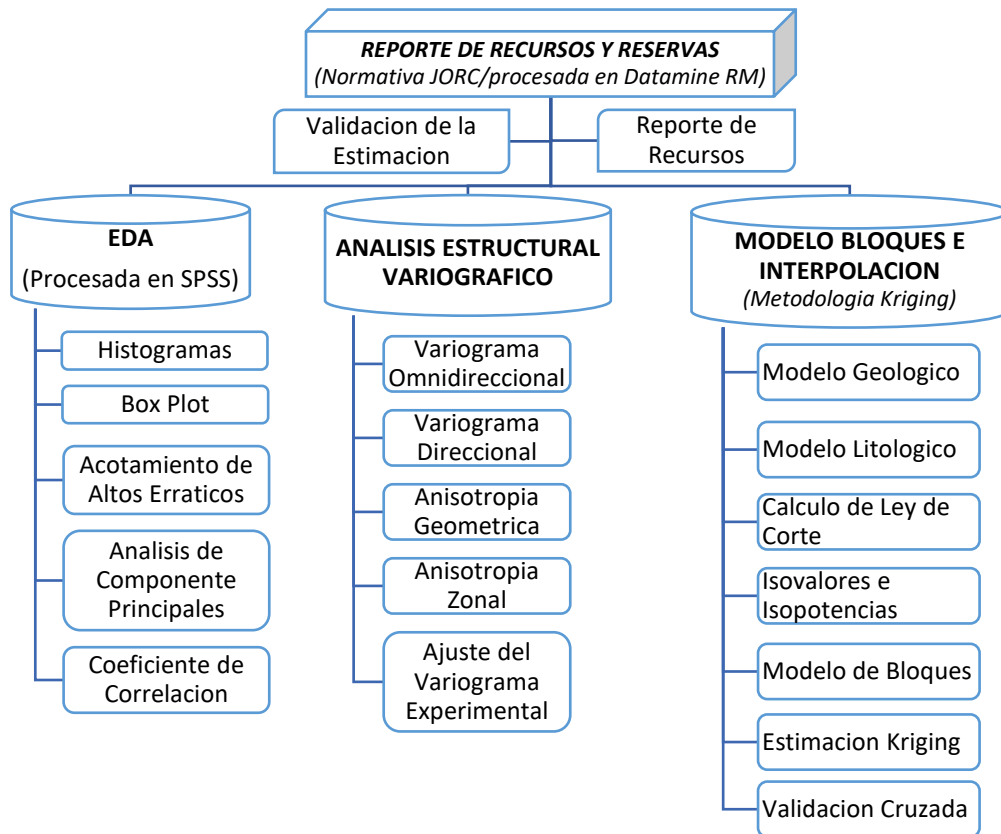
microtectónicos elaborados en Microsoft Excel, todas estas herramientas fueron estructuradas y diseñadas para cumplir con los objetivos de la investigación, la validación de estos instrumentos fue realizada por especialistas del Departamento de Geología del Proyecto.

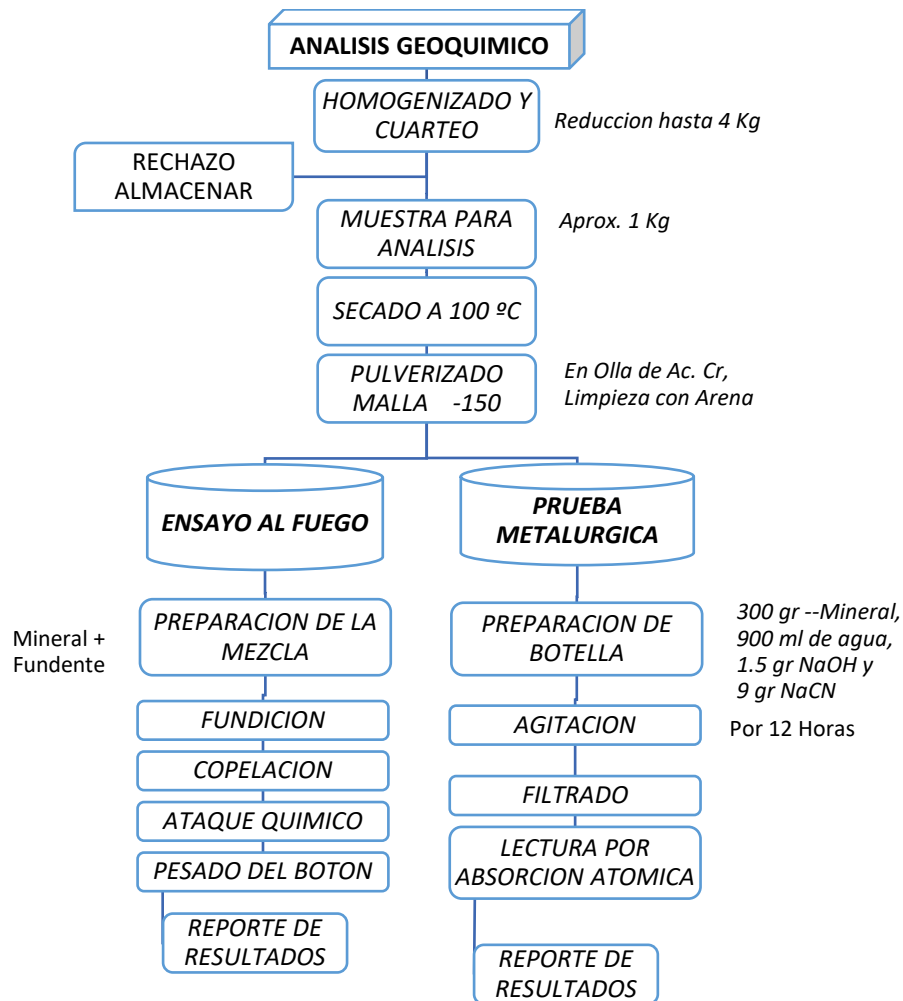
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Este proceso se subdivide en 4 Etapas; cada etapa con su flujograma correspondiente.

Figura 8 *Flujograma de técnicas de procesamiento de datos.*







Nota: Elaboración propia

3.9. Tratamiento estadístico

3.9.1. Análisis exploratorio de datos

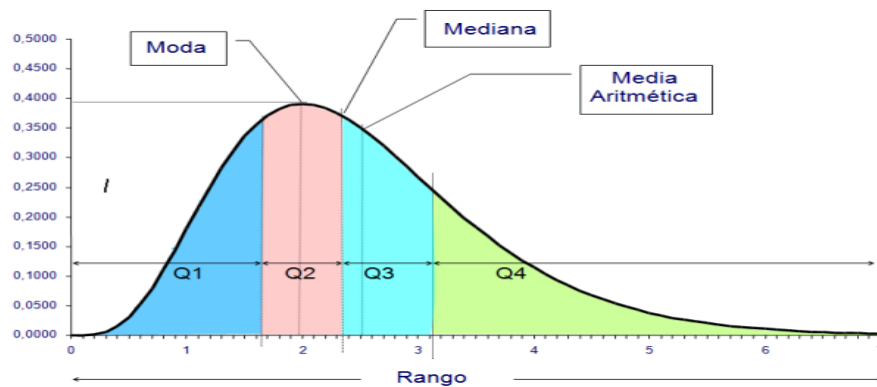
Durante la etapa de exploración resulta importante la estimación del valor promedio de la ley y potencia de un depósito, ya que de esta deriva la viabilidad y rentabilidad del mismo, el estimador a utilizarse depende mucho de la distribución probabilística que tengan los datos, existiendo dos tipos de distribución probabilística: la distribución normal y log normal.

En la distribución normal, la ley media se calcula con técnicas estadísticas ordinarias, pero en una distribución log normal, primero se tiene que calcular los logaritmos del conjunto de datos para volverlos a analizar (Londoño, 2012)

3.9.2. Histogramas

Los histogramas son gráficos univariados que indican las medidas de tendencia central (media, mediana y moda), es decir la representación de la frecuencia, para verificar si los datos tienen distribución normal o log normal.

Figura 9 Histograma con medidas de Tendencia Central.

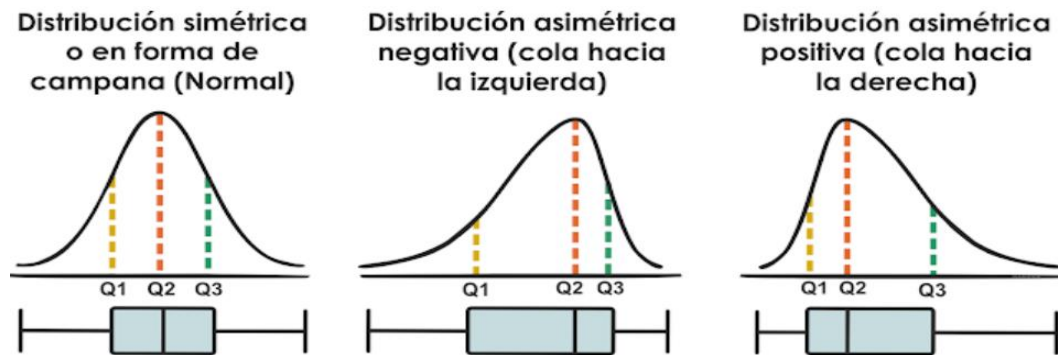


Nota. Tomado de (Saori, 2015).

Diagramas de Boxplot

Son gráficos univariados de medidas de Localización, que permiten identificar la mediana (Q2), el cuartil 1 (Q1 o percentil 25), cuartil 3 (Q3 o percentil 75) y el Rango Intercuartil (IQR), estos diagramas utilizan el método intercuartílico con vallas para encontrar valores atípicos o también en su defecto se puede calcular a partir de una base de datos con distribución Log normal, es decir un valor atípico es aquel que está por debajo de $Q1 - 1.5 * IQR$ o por encima de $Q3 + 1.5 * IQR$.

Figura 10 *Boxplot con medidas de localización.*



Nota. Tomado de (Arapa, 2019)

Acotamiento de altos erráticos

Durante el cálculo de las medidas de caracterización de los datos, ya sea por el Método de Desviación estándar para datos con distribución normal o el Método del Rango Intercuartil para datos con distribución no normal, los valores extremos y outliers, pueden afectar fuertemente las medidas de tendencia central (media, moda, mediana) y las medidas de dispersión (varianza, desviación estándar y semivariograma), un valor extremo es aquel valor errático que tiene un impacto significativo en la estimación, mientras que un outliers es aquel valor posiblemente moderado que no es relevante en el estudio, estos valores extremos pueden ser manejados por el Método de Eliminación o Trimming donde los datos son depurados del grupo (Londoño, 2012), asimismo existe el método de Recorte o Capping donde el valor de los outliers son cambiados por los límites inferior y superior encontrados en la etapa de detección de altos erráticos.

Análisis de componentes principales y tendencias

Es un diagrama de dispersión para datos multivariantes, que permite identificar patrones, relaciones y asociaciones entre las variables, es un método factorial, puesto que intenta explicar la configuración de correlaciones dentro de un conjunto de varianzas.

Coefficiente de correlación

Se utiliza para medir la fuerza y la dirección de la asociación entre dos variables clasificadas, cuando los datos de ambas variables tengan una distribución normal y una asociación lineal, se usa el coeficiente de correlación de Pearson, pero usamos la correlación de Spearman cuando al menos una de las variables presenta una distribución no normal y una relación no lineal.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

La presente investigación garantiza primeramente el respeto a la accesibilidad de los datos utilizados, ya que toda información se encuentra bien referenciada en segundo lugar se practica la Transparencia en la producción y la transparencia analítica ya que los datos y los procedimientos utilizados para la generación y recolección de información se encuentran bien detalladas. Finalmente, la presente Investigación confía en la veracidad de los resultados y la confiabilidad de los datos proporcionados por la empresa.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Generalidades

Ubicación y accesibilidad

La Unidad minera chaparral, propiedad de Golden River Resources S.A.C., se encuentra ubicada a 2 km de la quebrada Torrecillas, en el paraje Huambo - Chugui, del distrito de Chaparra, provincia de Caraveli, Departamento de Arequipa, en las coordenadas 607716 E, 8241931 N, y a una altitud promedio de 745 m.s.n.m., geográficamente se encuentra situada dentro de la Zona UTM 18L, abarcando la Carta Nacional 32-O (Chaparra) y 32-Ñ (Chala).

El acceso se realiza desde la ciudad de Lima siguiendo la panamericana Sur hasta la localidad de Chala, desde ahí se continua por la panamericana Sur, hasta el Km 649 donde está el desvío que va por la quebrada Torrecillas, hasta avanzar 7 Km, donde se ubica la Garita de Control de ingreso a la propiedad de la minera, por donde se continua durante 2 km, hasta llegar a los campamentos de la unidad minera, haciendo un recorrido total de 658 Km. (Ver Anexos – Figura 01).

Cuadro 5 *Accesibilidad de la Unidad Minera Chaparral.*

Tramo	Distancia	Tiempo
Lima - Chala	620 Km. Panamericana Sur	7: 00 horas
Chala – desvío Mina	29 Km. Panamericana Sur	3: 00 horas
Desvío – Mina Chaparral	9 Km. Carretera Afirmada	0: 17 horas
Total	658 km	10:17 horas

Nota: Elaboración propia.

Propiedad minera

La propiedad minera está constituida por las concesiones San Francisco N° 07, Patricia y Gabriel 2021, lo cual en global adjudican 602.33 has, cuyos titulares son GOLDEN RIVER RESOURCES S.A.C y MARIA ALVAREZ SANEZ, (Ver Anexos – Figura 02).

Geomorfología

La zona del presente estudio está emplazada dentro de la unidad geomorfológica denominada meseta costanera, caracterizada por tener una topografía ondulada con algunas pequeñas elevaciones comprendidas entre las altitudes 700-1400 m.s.n.m., este relieve es propio en terrenos disectados por quebradas secundarias que desembocan en el valle de Torrecillas.

El drenaje principal está conformado por la Quebrada Torrecillas, que drena 1.4 km al Sur de la Mina con dirección NE-SW, Entre el Campamento y las labores mineras discurre la Quebrada Chugui, la misma que ocasionalmente presenta escorrentías de agua o lodo en los meses de Enero – Abril.

Figura 11 *Fisiografía de la Cordillera de la Costa.*



Nota: Fotografía tomada en campo del proyecto Chaparral. Elaboración propia.

Marco metalogénico y geotectónico

El proyecto en operación se encuentra enmarcado geotectónicamente, al Sur del territorio peruano dentro de la zona de transición del Dominio Geotectónico Atico – Mollendo – Tacna (Carlotto, 2010), más puntualmente dentro del dominio Geotectónico Pampa Costera del Sur, franja N° 2A, asociado a la zona de transición del sistema de Fallas Regionales Iquipi - Clavelinas (Rodríguez. 2022).

Metalogénicamente la Mina Chaparral, se encuentra ubicado en la franja N° IX perteneciente a depósitos de Au-Pb-Zn-Cu relacionados con intrusiones del Cretácico Superior, enmarcado dentro del Sector de Samarca - Nazca – Ocoña (Quispe,2008), Subprovincia Cuprífera del pacifico, dentro de la provincia Metalogénica Andina Occidental. Esta franja está dominada principalmente por mineralización aurífera (Vargas, 1978 citado por Ponzoni, 1980), que agrupa yacimientos filonianos con alcance Mesotermal a Hipotermal, pudiendo presentarse el

Oro en estado Libre o asociado a la pirita - Cuarzo (Montreuil, 1979 citado por Ponzoni, 1980), las estructuras mineralizadas presentes en el bloque de Saramarca – Nazca – Ocoña, se encuentran controladas por fallas con orientación NO-SE, N-S, E-O, los cuales a su vez constituyen el corredor Nazca – Ocoña (Acosta et al. 2020). (Ver Anexos – Figura 03 y 06).

4.1.2. Geología regional

Estratigrafía

El área presenta unidades lito-estratigráficas que van desde el Precámbrico hasta el Cuaternario, siendo una excepción la era del paleozoico inferior y el triásico, porque no se ha identificado evidencia de afloramientos que datan de estos periodos.

Proterozoico

A. Complejo basal de la costa

Torres et al. (2017) describe que esta unidad generalmente está caracterizada por presentar rocas metamórficas que constituyen la facie de Esquisto – Gneis y la facie de Migmatita - Gneis, relacionados a intrusivos de granitos rojos y dioritas gnéisicas (Bellido y Narváez, 1960), la primera facie se encuentra constituida por esquisto micáceo y gneis con venillas plegadas de cuarzo de segregación, siendo los gneises quienes muestran un plano axial de esquistosidad de N98°-45°S. La segunda facie está representada por migmatitas y gneises, como producto de la presión litostática, siendo su textura de bandeamiento composicional una de las características más visibles, que mineralógicamente está conformada por bandas de ortosa con cuarzo y minerales ferromagnesianos, las dataciones radiométricas por el método de U/Pb en zircones muestran edades de 996.4 ± 5.3 Ma y 1862.6 ± 8.1 Ma, para gneises dioríticos y graníticos respectivamente, asignándole un rango de edad de Meso-Neoproterozoica.

Olchauski (1980) menciona que los afloramientos de gneises y milonitas visibles en Pampa Redonda, al Sur de Puerto Viejo, presentan una tonalidad marrón como producto de un intemperismo local, pero las rocas frescas con estructura bandeada, presentan una tonalidad gris a gris verdosa, este bandeamiento local, de tonalidad blanca - rosada, está constituido por microclina y cuarzo en franjas delgadas de 1 a 2 mm, intercalada con franjas gris verdosas de 1 cm, de plagioclasas, biotitas, cloritas y epidotas. Al sur y al Este del cerro Venado, los Gneises se encuentran bien alterados con abundantes patinas de Oxido de Cobre, llegando a alcanzar una tonalidad verde grisáceo de grano fino, con bandas rosadas de Ortosa y cuarzo de 2 a 3 mm.

En el sector de Pampa redonda, los esquistos grises contienen un alto porcentaje de biotita titanífera, estauroлита y en menor proporción zircón de textura granular, la presencia de estos minerales de alta temperatura, asociado a cuarzo, feldespato y plagioclasa indican un metamorfismo de alto grado ligado a una intrusión plutónica profunda, como resultado de varios movimientos orogénicos tanto en el Precámbrico como también en el Paleozoico Inferior (FASE EOHERCINICA).

Paleozoico

A) Grupo Tarma (Carbonífero Superior)

Olchauski, (1980) menciona que en el Sector Sur – Este de la quebrada Torrecillas, esta unidad descansa discordantemente sobre las rocas del complejo basal e infrayacen a la Formación Chocolate, a la Formación Rio Grande y a la formación Millo. Al Sur de Pampa Redonda, está constituido por limolitas gris verdosa, la orientación promedio de los estratos es de N65°-80°W, con buzamientos de 20°S, que se encuentran cortadas por intrusivos de composición tonalítica y por un sistema paralelo de diques de 10m. de ancho, con orientación de N15°E, la discordancia

angular entre el Grupo Tarma (Carbonífero Superior) y el Grupo Mitú (Pérmico Superior), indica el final de la fase TARDIHERCINICA, motivo por la cual se observa la ausencia de la deposición del Grupo Copacabana (Pérmico inferior).

Torres et al. (2017), describe al SO del cuadrángulo de Chaparra, en la quebrada Vilcayo, una secuencia de 400 m de espesor, constituida por 3 secuencias, la sección base está constituida principalmente por conglomerados polimicticos con clastos de rocas metamórficas del complejo Basal (70%), cuyos diámetros alcanzan 1cm – 20 cm. La sección media está dominada por una intercalación de limolitas verdosas con delgados niveles de calizas grises. La sección superior consta de estratos potentes de calizas grises y areniscas calcáreas.

Mesozoico

A) Volcánicos Chocolate (Jurásico Inferior)

Al Norte de la quebrada Torrecillas, esta unidad sobreyace discordantemente al complejo Basal de la Costa y al Grupo Tarma (Olchanski, 1980), asimismo, infrayace de manera concordante a la secuencia volcano – sedimentaria de la formación Rio Grande, esta unidad está constituido por lavas andesíticas de textura porfiritica de color marrón intercalado con algunos niveles de brechas (Torres et al. 2017), su tonalidad marrón rojizo se debe al alto grado de intemperismo, por lo general estas capas pseudoestratificadas alcanzan potencias aproximadas de 2800 m. y tienen una orientación de NE, con buzamientos subhorizontales que alcanzan los 30°N, en la zona esta formación se divide en 2 miembros, la parte inferior denominada miembro Chala, constituido por areniscas, conglomerados y brechas andesíticas, la cual a su vez infrayace a las andesitas de color marrón y brechas volcánicas con

abundante ortosa, andesita porfiritica dentro de una matriz marrón, denominada miembro Lucmilla (Olchauski, 1980).

Finalmente, Acosta et al. (2011), mediante estudios paleontológicos le asignan una edad del Sinnemuriano inferior al Pliensbachiano Superior, para esta unidad.

B) Formación Rio Grande (Jurásico Medio)

Torres et al (2017), describe a lo largo de la quebrada Torrecillas, La unidad está conformado por secuencias volcano – sedimentarias, agrupadas en 5 miembros, de la siguiente manera, el miembro Basal (Jms-rg/1), está dominada por derrames de andesita porfiritica de color gris rojizo y niveles de areniscas rojizas, el segundo miembro (Jms-rg/2), está constituido por aglomerados volcánicos con clastos epidotizados dentro de una matriz porfiritica gris verdosa, el tercer miembro (Jms-rg/3), litológicamente está conformado por andesitas con textura vesicular y algunos niveles de piroclastos, el cuarto miembro (Jms-rg/4), está conformado por una intercalación de andesitas y areniscas arcoscicas de color violáceo, finalmente el miembro superior (Jms-rg/5), está constituido por tobas ricas en plagioclasas intercaladas con lavas andesíticas, asimismo, estudios de datación radiométrica por el método de U/Pb en zircones, a las lavas del miembro Basal, designan una edad de 162 ± 0.5 Ma. lo cual es equivalente a una edad Jurásico Medio – Superior.

Cenozoico

A) Caldera Parinacochas (Neógeno / Mioceno)

Según Torres et al. (2017), las dataciones radiométricas realizadas en la hoja de Chaparra, demuestran que es un evento eruptivo particular de hace aproximadamente 10 Ma. perteneciente al vulcanismo del arco Barroso, esta unidad está conformada por tobas cristalolíticas, con una baja proporción de Pómez de composición riolítica – dacítica, su tonalidad

de esta secuencia varía desde rosadas a blancas, según las 3 muestras de tobas cristalolíticas analizadas por el método U/Pb, designan una edad del Mioceno (U/Pb 9.38 ± 0.2 Ma; 9.58 ± 0.23 Ma; 9.97 ± 0.38 Ma).

B) Formación Millo (Neógeno / Plioceno)

Olchauski (1980), describe que la mayor parte de esta Unidad aflora en el cerro Médanos, Colorado, Buenavista, y Pan de azúcar, todas ellas ubicadas al Sur del cuadrángulo de Chaparra, donde sobreyace a una superficie de rocas intrusivas y metamórficas, asimismo, infrayace a los volcánicos Sencca, con una discordancia paralela, esta unidad estructuralmente está afectada por un sistema de fallas normales con dirección E-W, litológicamente está constituido por conglomerados, areniscas, tobas y cenizas volcánicas, que le proporcionan una tonalidad de gris claro a blanco, esta secuencia no contempla dataciones absolutas, pero su correlación con los volcánicos Sencca del Plioceno medio, probablemente indicarían una edad del Plioceno Inferior.

Rocas Intrusivas

Torres et al. (2017), menciona que estas rocas abarcan el 60% de la superficie de los cuadrángulos de Atico (33O) y Chaparra (32O), la elongación de estos cuerpos intrusivos está dada de E – W, aunado a los estudios de geoquímica y geocronología isotópica, estos plutonismos se dividen en 5 periodos, tales como Ordovícico (471-463 Ma), Jurásico medio (168-157 Ma), Jurásico superior (153-145 Ma), Cretácico inferior (141-112 Ma) y Cretácico superior (92-71 Ma). (Ver Anexos – Figura 08).

Mesozoico

A) Batolito de la Costa (Jurásico – Cretácico)

Durante el Jurásico Superior y el Cretácico hubo bastante actividad magmática, que permitió el emplazamiento de rocas intrusivas, que fueron denominadas Batolito de la Costa y que posteriormente se dividió en 5

grandes segmentos, siendo el segmento Arequipa, la cual abarca el área de estudio (Cobbing et al., 1977).

- **Super Unidad Médanos (Jurásico Medio)**

Santos et al. (2016), describe al Sur de Chaparra, en las hojas (32o2) y (32o3), un cinturón intrusivo de monzogranito, cuarzodiorita y diorita con orientación de E – W, la cual a su vez intruye las rocas del complejo Basal de la Costa y a las rocas volcánicas de la Formación Rio Grande e infrayace a las tobas de la caldera Parinacochas, asimismo, como producto de estas intrusiones se emplazaron los depósitos de Cu-Au de la Mina Esperanza, Mina Magistral, Gold Mines y Minera Colibrí.

Torres et al. (2017), señala que la Unidad esta litológicamente constituido por monzogranitos con tonalidades grises y rosadas, mineralógicamente presenta fenocristales de plagioclasas sericitizadas y argilizadas, asociado a fenocristales de anfíboles cloritizados, englobados dentro de una matriz de cuarzo y feldespato potásico, los estudios recientes de dataciones radiométricas por el método de U/Pb en zircones de las muestras D3127, N131, D3343, D4254, arrojaron edades de 164.9 ± 1.1 Ma, 168.3 ± 0.7 Ma, 164.3 ± 1.3 Ma, 165.4 ± 1 Ma, respectivamente, lo cual equivale a edades del Jurásico Medio.

- **Super Unidad Chala (Jurásico Medio - Superior)**

Esta unidad aflora al NW del Cuadrángulo de Chaparra como un cuerpo elongado de dirección E-W (Santos et al.,2016).

Torres et al. (2017), describe que la unidad generalmente está conformada por cuarzodioritas, gabrodioritas, gabros y dioritas, como producto de un magmatismo Bimodal de tipo calcoalcalino y toleitico. Los estudios de dataciones radiométricas por el método de

Falla los Médanos, Falla Calpa, Falla Lagunillas, Falla del Atajo y fallas locales como la Falla Cateador, Falla Chala Viejo, Falla Achanizo y Falla Chaparra, todas ellas pertenecen al sistema de Fallas Calpa – Achanizo, a excepción de la falla Pan de Azúcar que pertenece al sistema de Fallas Iquipi – Clavelinas (Soberón, 2016 citado por Torres, 2017). (Ver Anexos – Figura 07 y 09).

Sistema de Falla Iquipi – Clavelinas (Dominio Sur)

Son Lineamientos con dirección E-W de carácter regional localizado en las latitudes Sur 15.4° a 16.2°, con cinemática Dextral – normal, estas estructuras, se ubican en la zona de transición entre los bloques corticales (Paracas – Arequipa), donde los magmas ascendieron subverticalmente desde la corteza inferior media y manto superior formando lineamientos de E-W, que favorecieron la depositación y cabalgamiento del bloque Arequipa con respecto al bloque del dominio Paracas (Mamani, 2011).

A) Falla Choclón

Torres (2017), describe como una estructura muy profunda y heredada del sistema preandino, con orientación de E-W, que durante el Jurásico Medio – Superior, indicaba una cinemática de tipo Normal, con lo cual controlaba el borde Sur de la depositación de la formación Rio Grande. Además, limitaba los bloques geotectónicos Pisco – Chala (Bloque Norte) y Atico – Mollendo – Tacna (Bloque Sur) según Carlotto et al. 2009.

Según los análisis de microtectónica de Huamán (1985) citado por Torres (2017), esta falla tuvo procesos de reactivación durante el Paleógeno – Neógeno, con lo cual la cinemática ha cambiado de Tipo Normal a Sinextral con una leve componente Inversa.

B) Falla Torrez Grande

Es una estructura cortical heredada del sistema Preandino, con rumbo promedio de N110°, caracterizada por un sistema de fallas con rumbo E-W, según análisis de microtectónica, durante el Neógeno ha sido reactivada presentando

una cinemática de tipo Sinextral, que probablemente durante el Jurásico Inferior – Medio, haya tenido una cinemática de Tipo Normal (Huamán, 1985 citado por Torres, 2017).

C) Falla Pampa Blanca

Es una estructura asociada a la falla Choclón, con orientación de E-W, los estudios de microtectónica, indican esfuerzos de extensión N-S, durante el Jurásico Inferior – Medio, con este resultado se infiere que el fallamiento tenía una cinemática de Tipo Normal y la cual todavía no ha sufrido reactivaciones (Torres, 2017).

D) Falla Iquipi

Esta estructura tiene una orientación de E-W y buzamientos de 78°S, según análisis estructurales, este fallamiento presenta cinemática de tipo Inverso con tendencia hacia el Norte (Benavente, 2018).

E) Falla Rio Chaparra

Este sistema está ubicado al NW, del sistema de Fallas de Iquipi, muy próximos al litoral Costero, con escarpas de fallas que afectan Pampa Redonda y Pampa Huagurume, ambas en el distrito de Chaparra (Benavente, 2018).

F) Falla Atiquipa – San Juan de Chorunga

Se extiende con una orientación de E-W, paralela a la falla Iquipi, por el Norte pone en contacto a las rocas del complejo Basal de la Costa con rocas Jurásicas (Benavente, 2018).

Sistema de Falla Calpa – Achanizo (Dominio Norte)

A) Falla Pan de Azúcar

Es una estructura heredada de E-W, que ha controlado la sedimentación del borde Norte de la cuenca Moquegua y del emplazamiento de intrusivos de edad cretácica, Esta falla forma parte del Sistema regional de la Falla Choclón, los estudios de microtectónica indican una compresión de N-S, la cual se interpreta como un fallamiento

reactivado de cinemática tipo Sinextral, durante el Mioceno Superior, asimismo, esta estructura pertenece al sistema de Fallas Iquipi-Clavelinas (Torres, 2017).

B) Falla Médanos

Es una estructura heredada del sistema Preandino con rumbo de N100° y fallamientos de E-W, que afectan a la formación Rio Grande y controlan el plutonismo del Cretácico pertenecientes al Batolito de la Costa, los análisis microtectónicos indican esfuerzos compresivos de N-S (oligoceno Superior), NW-SE (Mioceno Inferior) a E-W (Mioceno Superior), la cual muestra a la Falla Médanos, con una cinemática Sinextral de componente Inverso (Torres, 2017).

C) Falla Calpa

Es una estructura NW – SE, que se subdivide en lineamiento Chucchurami y lineamiento Venteadero, ambos se extienden a lo largo de 15 km, según los estudios de microtectónica, se interpreta que la falla Calpa es producto de esfuerzos compresivos E-W, con cinemática Sinextral de componente inverso (Torres, 2017).

D) Falla Chaparra

Esta estructura se extiende unos 40 km con dirección NW – SE, es una falla compuesta por lineamientos cortos de cinemática Sinextral, según los análisis de microtectónica indican un esfuerzo compresivo de N40° y N135°, la cual se interpreta como una variación de los esfuerzos locales, esto debido a que esta estructura nace en la zona de flexión de las fallas Pan de Azúcar y Calpa (Torres, 2017).

E) Falla Achanizo

Es una estructura asociada a la Falla de los Médanos, con dirección NW-SE, que afecta a la Formación Rio Grande, la cinemática de la falla Achanizo está ligado a las reactivaciones de la falla Los Médanos, por la

cual se interpreta una edad Paleógeno – Neógeno, con estilo estructural de rumbo - compresivo (Torres, 2017).

Figura 13 Evolución estructural de las principales Fallas de Chaparra.

Modificado Torres et. al. (2017), Carlotto (2009).

		EVENTO II	EVENTO III	EVENTO IV	EVENTO V
		Oligoceno Sup. - Mioceno Inf.	Mioceno Medio	Mioceno Medio - Mioceno Superior	Mioceno Sup. - Plioceno
		$\sigma_1 = 0^\circ$	$\sigma_1 = 140^\circ$	$\sigma_1 = 90^\circ$	$\sigma_1 = 45^\circ$
DOMINIO SUR S.F. IQUIPI CLAVELINAS	Falla Torrez Grande				
	Falla Choclon				
	Falla Pampa Blanca				
	Falla Pan de Azucar				
DOMINIO NORTE S.F. CALPA ACHANIZO	Falla Medanos				
	Falla Calpa				
	Falla Achanizo				
	Falla Chaparra				
CINEMATICA		Inverso	Inverso Dextral	Inverso Sinistral	Sinistral
FASE TECTONICA		QUECHUA I	QUECHUA II		QUECHUA III

Nota. Datos extraídos y modificado de (Torres, 2017 y Carlotto, 2009).

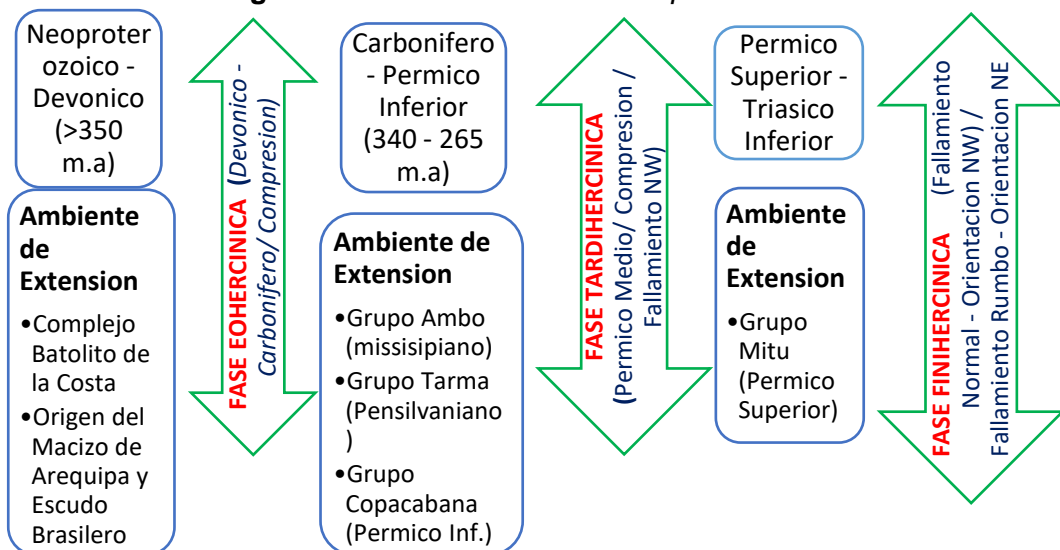
Evolución tectónica

Bazán. (2013), menciona que las rocas sedimentarias del Paleozoico Inferior, terminan con la fase de deformación Eohercinica hace 340 M.a, mientras que las secuencias sedimentarias del Paleozoico Superior terminan con la fase de deformación Tardihercinica hace 280 M.a., como resultado de ello empieza el ciclo andino con la fase extensional durante Jurásico denominada “Nevadiana”, esta fase abarco desde el Piso Bajociano (170.8 Ma) hasta el Titoniano (149.2 Ma), asimismo durante el Cretácico Superior empieza los episodios de compresión, con la Fase Peruana (84-79 Ma), concluyendo así la era Mesozoica, mientras que la Era

Cenozoica estuvo controlada por esfuerzos compresivos de la Fase Inca I (59-55 Ma), Inca II (43-42 Ma), Inca III (30-27 Ma) y todos los periodos de la Fase Quechua.

A finales del Oligoceno Superior (27.8 - 23 Ma), se registra un primer evento con cinemática Sinextral – Inverso (Quechua Indefinido), un segundo evento durante el Mioceno Inferior (23 – 18.8 Ma) donde se registra fallamientos con dirección de compresión máxima de N60° de Cinemática Sinextral denominada Quechua 1, un tercer evento durante el Mioceno medio (18.8 – 11.2 Ma), registra movimientos con cinemática de tipo Inverso perteneciente a la fase Quechua 2 (Torres et al. 2010), mientras que las direcciones de compresión máxima de esta fase fueron de N60° (18-16 Ma) y N45° (16-10 Ma), finalmente el último evento abarco el Mioceno Superior (10 – 5 Ma), donde se registró los esfuerzos de compresión máxima de E-W o N85° - 90°, perteneciente a la Fase Quechua 3, con cinemática de tipo Sinextral (Muñoz, 2012) (Ver Anexos – Figura 04 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15 – 16 – 17).

Figura 14 Evolución tectónica del paleozoico.



Nota. Información extraída y modificado de (Dalmayrac, 1998 y Suarez, 2021).

Figura 15 Cuadro Geocronológico, Estratigráfico y Tectónico de la Mina Chaparral.

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	PISO	EDAD (Ma)	CUADRO GEOCRONOLOGICO, ESTRATIGRAFICO Y TECTONICO DE LA MINA CHAPARRAL					
					UNIDAD	LITOLOGIA	FASE TECTONICA	DIRECCION DE CONVERGENCIA	CINEMATICA	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	S	Megalayano	0.004	Deposito Eolico	Qh - ma	QUECHUA III		Sx, $\sigma_1 = N85^\circ - 90^\circ$ ~~~~~ lxSx, $\sigma_1 = 45^\circ$ ~~~~~ lxSx, $\sigma_1 = 60^\circ$ ~~~~~ Sxlx ~~~~~ Discontinuidad Angular
			M	Norgripiano	0.008	Deposito Fluvial	Qh - fl			
			I	Groenlandiano	0.012					
		PLEISTOCENO	S	Superior	0.129	Deposito Aluvial	Qh - al			
			M	Chibaniano	0.774					
			I	Colabrigano	1.80					
	NEOGENO	PLIOCENO	S	Piacenziano	3.60	Formacion Millo	Np - mi3	QUECHUA II		
			I	Zancliano	5.33	Volcanico Parinacochas	Nm - pa/E1	QUECHUA I		
		MIOCENO	S	Mesiniano	7.25			QUECHUA 0		
			M	Tortoniano	11.6			INCA III		
			I	Serravaliano	13.8	INCA II				
	PALEOGENO	OLIGOCENO	S	Chattiano	27.82				INCA I ~~~~~ Discontinuidad Angular	
			I	Rupeliano	33.9					
		EOCENO	S	Lutetiano	47.8					
			I	Ypresiano	56.0					
PALEOCENO		S	Thanetiano	59.2						
		I	Daniano	66.00						
		S	Campaniano	83.6	PERUANA					
		M	Conociano	89.8						
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	M	Cenomaniano	100.5			MOCHICA ~~~~~ NEVADIANA ~~~~~ TARDI HERCINICA ~~~~~ EOCERCINICA		
			I	Albiano	113.0					
	S		Titoniano	149.2						
	JURASICO	SUPERIOR	M	Kimmeridgiano	154.8				Formacion Rio Grande - Miembro 4	Jms - rg/44
			M	Oxfordiano	161.5				Formacion Rio Grande - Miembro 3	Jms - rg/34
			I	Calloviano	165.3				Formacion Rio Grande - Miembro 2	Jms - rg/24
			S	Bajociano	170.9				Formacion Rio Grande - Miembro 1	Jms - rg/14
		INFERIOR	S	Pliensbachiano	192.9				Volcanico Chocolate	Ji - Cho3
			M	Sinemuriano	199.5					
	PALEOZOICO	PERMICO	INFERIOR	S	Kunguriano				283.5	Grupo Tarma
M				Asseliano	298.9					
CARBONIFERO		SUP	Gzheliano	303.7						
		MEDIO	Kasimoviano	307.0						
		INF	Moscoviano	315.2						
MISSISIPIANO	MEDIO	Viseano	346.7							
	INF	Tournaisiano	358.9							
PROTEROZOICO				1000	Complejo Basal de la Costa	PP-abc - gn, esq				

Nota. Datos Extraídos y modificados de Cohen (2013), Bazán (2013), Carlotto (2009), Torres (2010) y Muñoz (2012).

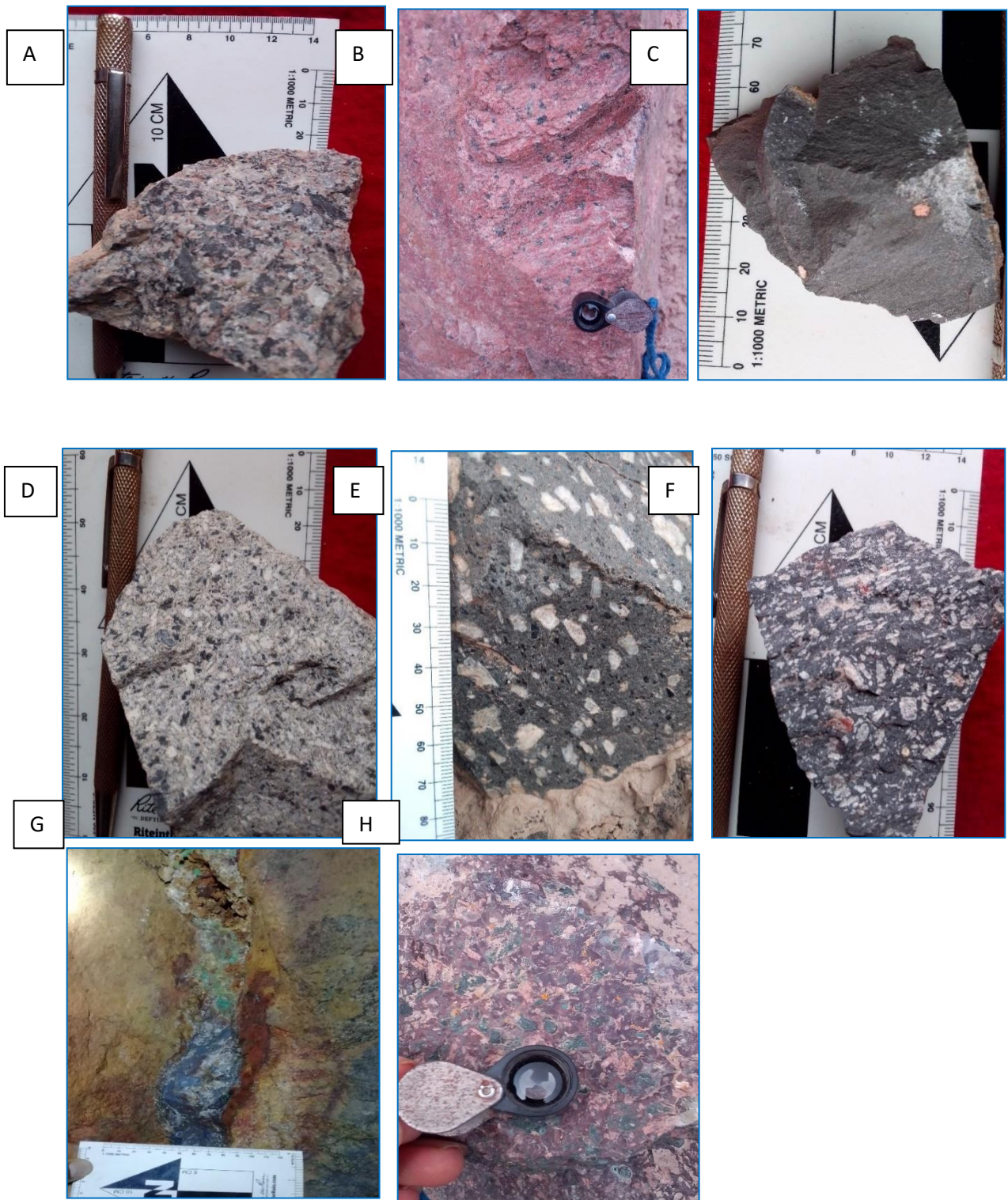
4.1.3. Geología local

Geología económica

La mina Chaparral es un yacimiento de origen magmático de alcance Mesotermal, con una morfología de depósito tipo Vetiforme (Lindgren, 1932). Emplazadas en rocas intrusivas monzoníticas y monzodioríticas del Jurásico Medio perteneciente a la Super Unidad Médanos con una edad aproximada de 166.2 m. a (Torres, 2017); donde la asociación mineralógica principal es “Cuarzo – Óxidos de Fe – Oro Nativo” y minerales accesorios como la Galena, Calcopirita, Malaquita, Crisocola, Sericita, Calcita y Epidota.

El yacimiento se encuentra controlado hacia el Este, por la falla regional Chugui de rumbo andino con orientación de N325°, a la cual está asociado el sistema de veta- fallas con relleno de minerales de cobre, tales como Falla Vilma, Cinco y San Francisco. Esta falla Chugui es una estructura tangencial al fallamiento de los Médanos y Pan de Azúcar, las cuales controlan los distritos mineros de San Luis, Capitana, Chaparra, Calpa y Caraveli, como fallamiento asociado a este régimen se tienen las fallas tensionales del sistema Iquipi- Clavelinas, donde se encuentra la Veta Chaparral, Chaparral II, Ciata, Norte, Golpe, Felipe Arriba y Paula con orientaciones de N245°/70°NW, asimismo, se tiene otro sistema de vetas con un ligero cambio en la orientación de N214°/73°NW donde destaca la veta Patricia, todas ellas emplazadas en zonas de debilidad formando clavos mineralizados de bajo y alto ángulo. (Ver Anexos – Figura 18).

Figura 16 Rocas intrusivas y extrusivas presentes en el proyecto.



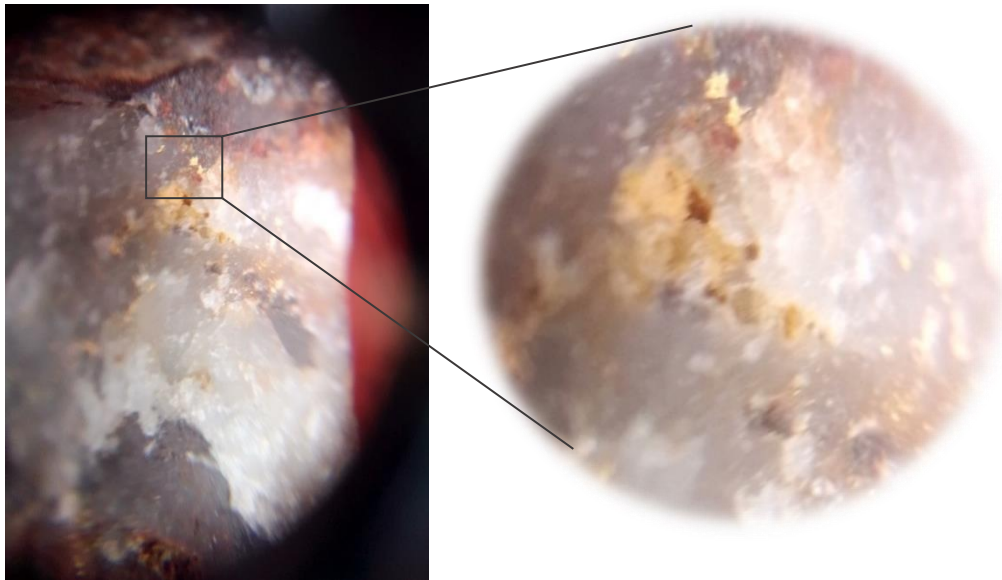
Nota: Rocas intrusivas y extrusivas presentes en el proyecto tales como Monzogranitos (a), Monzonitas (b), Andesitas de textura Afanítica (c), Monzodioritas (d), Andesitas de Textura Porfídicas (e, f), Aglomerados Volcánicos (h) y una estructura mineralizada (g) constituidas por minerales como Cuarzo, limonita, hematita Goethita y crisocola. Fotografía tomada en campo. Elaboración propia.

Texturas hidrotermales

El yacimiento presenta ciertos tipos de texturas, a partir de la cual se puede inferir la temperatura de formación de la estructura mineralizada en cuestión (Tumialan, 2003).

Textura de exsolución: esta textura es visible en la depositación del oro libre sobre los cristales de Cuarzo con una textura de Exsolución “*tipo Laminación*”, mientras que el Oro fino se presenta como diseminación dentro de la pirita Coloidal, a la cual se le denomina textura de Exsolución “*tipo Inclusión*”, todas estas formadas a una temperatura de 400° C (Aprox).

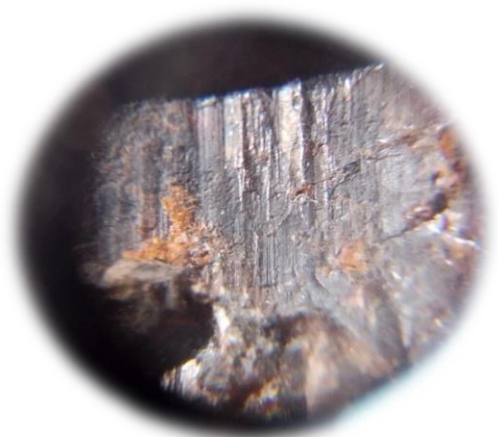
Figura 17 Oro Libre con textura tipo laminación



Nota. Fotografía tomada en la veta Norte GA 250 NV 850. Elaboración propia.

Textura de reemplazamiento: aquí es predominante el reemplazamiento total de la pirita por Goethita conservando la forma cristalina inicial del sulfuro, como resultado se tiene una textura de “*Reemplazamiento de tipo Pseudomorfo*” de Goethita en pirita con forma cristalina piritoedrica y octaédrica, asimismo se tiene un reemplazamiento parcial de la pirita por Goethita y de la calcopirita por Calcosina definiendo así una textura de “*Reemplazamiento de tipo Islas*”, su rango de temperatura de formación es de 200° C – 400° C.

Figura 18 *Goethita Pseudomorfica en Pirita, con forma cristalina piritoedrica o dodecaedro pentagonal.*



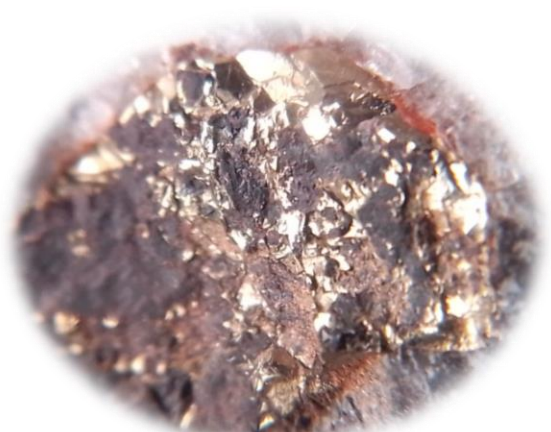
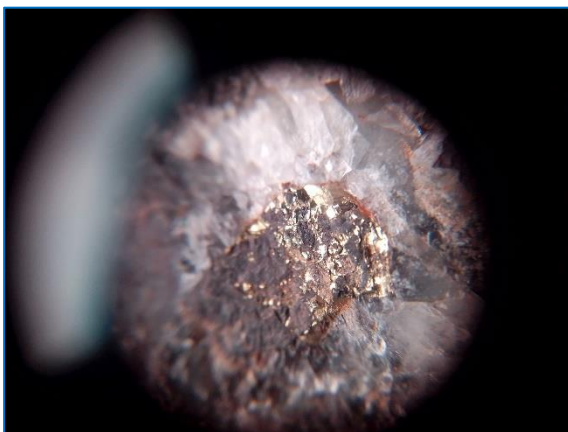
Nota. Fotografía tomada en la veta Chaparral GA 570 - NV 0. Elaboración propia.

Figura 19 *Goethita Pseudomorfica en Pirita, con forma cristalina octaédrica.*



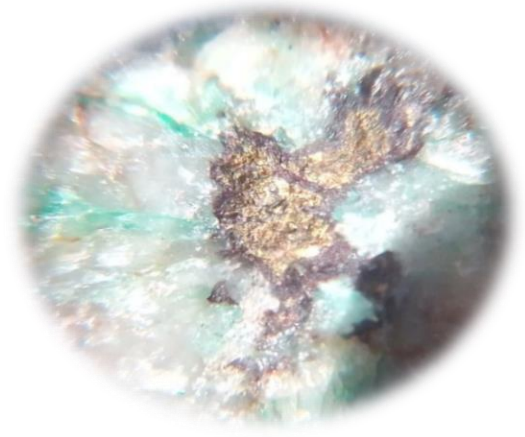
Nota. Fotografía tomada en la veta Chaparral TJ 621 - NV 0. Elaboración propia.

Figura 20 *Textura Tipo Isla de Goethita en Pirita (Remplazamiento Parcial)*



Nota. Fotografía tomada en la veta Norte GA 490 – NV 850. Elaboración propia.

Figura 21 *Textura Tipo Isla de Calcosina en Calcopirita (Remplazamiento Parcial)*

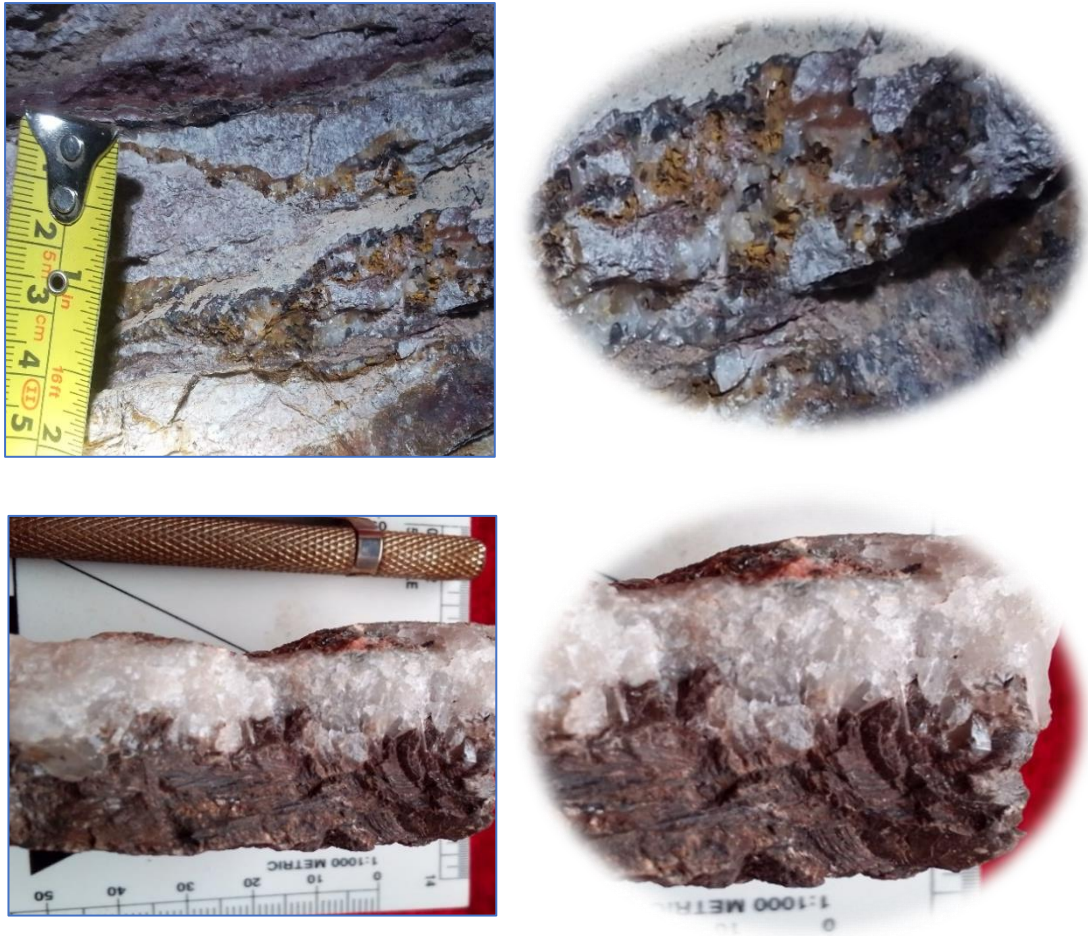


Nota. Fotografía tomada en la veta Vilma GA 570 - NV 0. Elaboración propia.

Textura de relleno: Esto se genera a 200° C, en el yacimiento se tiene:

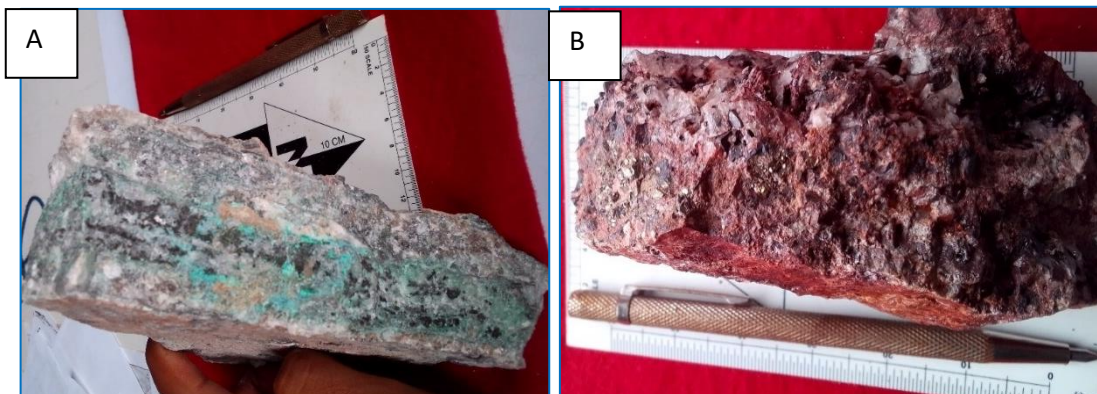
- A) Tipo Crustiforme:** La depositación se da desde la caja con una banda de Cuarzo masivo con diseminaciones de Pirita, Arsenopirita, seguido de una franja de Goethita con diseminación de Calcopirita y finalmente la parte central presenta una franja de Cuarzo cristalizado con Patinas de Calcosina, Crisocola y Malaquita.
- B) Tipo Brecha:** Se tiene Cuarzo brechado con microfracturas rellenas de Hematita Supergena hacia los halos se tiene Limonitización, asimismo en los sectores de la veta Patricia se tiene Andesita brechado con fracturas rellenas de Yeso, formando texturas tipo "Lattice".
- C) Tipo Peine:** predominan las vetas de cuarzo y calcita cristalizadas
- D) Tipo Botroidal:** presente en la depositación de los minerales que resultan por la alteración Supergena de los minerales secundarios de Cobre tales como la crisocola.
- E) Tipo Coloforme:** presente en los sectores de la veta catarata en vetillas que Dislocan puntualmente a los volcánicos de la Formación Rio Grande, donde se visualiza la depositación en bandas de la Sílice.

Figura 22 *Textura Tipo Peine en vetas de Cuarzo y Calcita asociados a Calcita y Goethita*



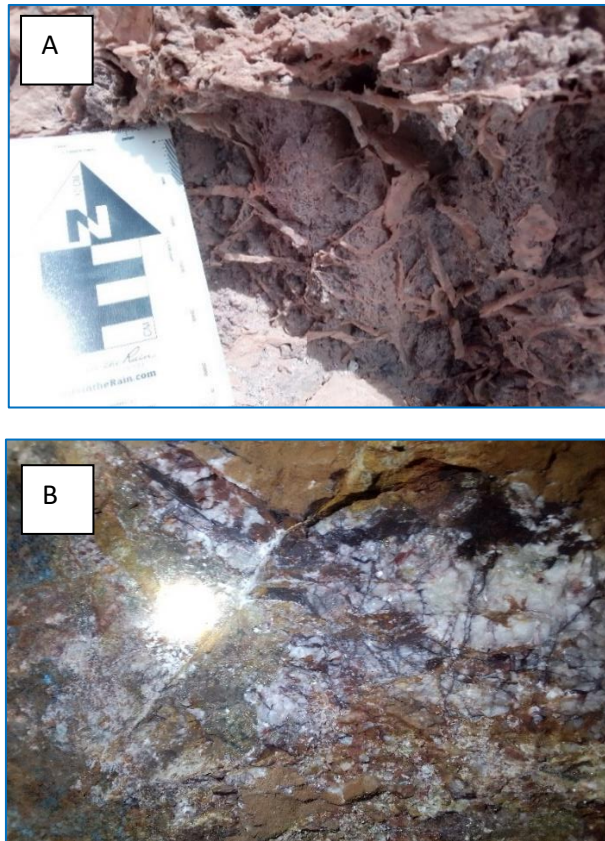
Nota. Fotografía tomada en la veta Ciata GA 670 - NV 1100. Elaboración propia.

Figura 23 *Textura Tipo Crustiforme.*



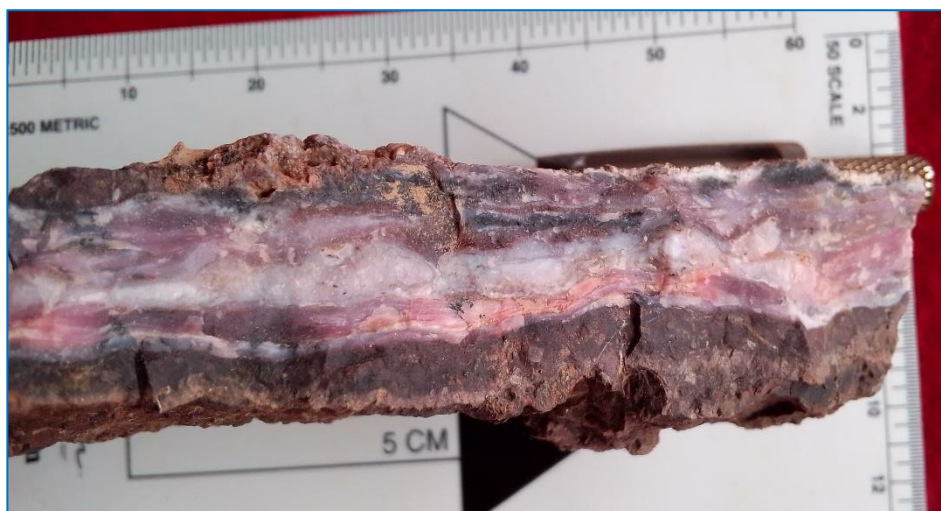
Nota. Fotografía tomada en la veta Chaparral 2 NV 460 (A) veta Angela - superficie (B).
Elaboración propia.

Figura 24 *Textura Tipo Brecha – Lattice.*



Nota. Fotografía tomada en la veta Patricia NV 720 (A) y veta Ciata GA 670 - NV1100 (B).
Elaboración propia.

Figura 25 *Textura Tipo Coloforme.*



Nota. Fotografía tomada en la veta Catarata - superficie. Elaboración propia.

Zonamiento y Paragénesis

Según los estudios petromineragráficos (Andrade, 2009),

La sección Pulida (Briqueta), a luz reflejada, muestra cristales de:

Pirita <0.05 mm con formas euhedrales a subhedrales, siendo reemplazadas por Limonitas a modo de Islas (Alteración Selectiva débil),

Pirita <0.5 mm, con formas euhedrales a subhedrales, siendo reemplazadas por Limonita, Goethita y Hematita (Alteración Selectiva Intensa).

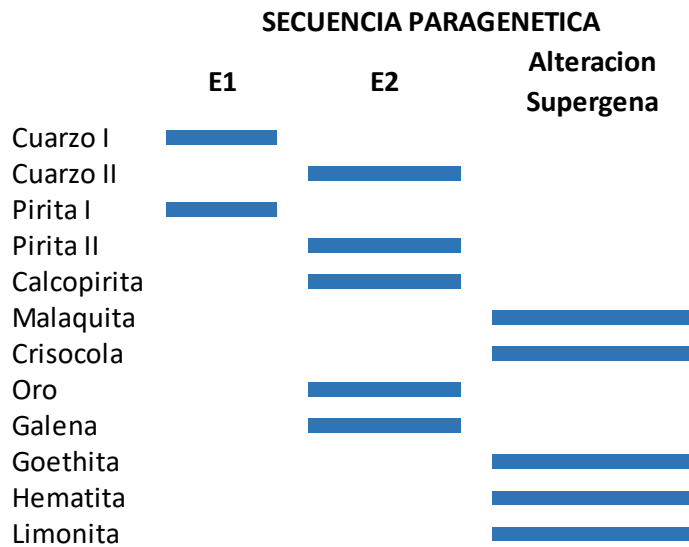
Oro <0.02 – 0.01 mm, en porosidades en forma de Exsolución tipo Laminación

Oro <0.006 mm, se encuentran diseminadas en Ganga (Pirita Coloidal).

Calcopirita <0.005 mm, se hallan diseminados en la Ganga Limonitizada.

Hematita <0.02 mm, siendo reemplazadas por Limonitas.

Figura 26 Secuencia Paragenética de la Mina Chaparral.



Nota. Datos tomados y modificados de (Andrade, 2009).

La sección delgada con luz transmitida, describe presencia de fenocristales de plagioclasas y sanidina con diseminación de minerales opacos, óxidos de Hierro y cloritas, mostrando una textura porfirítica con matriz intergranular, dominada por:

Minerales esenciales: tales como el Feldespato Potásico (35%), Plagioclasas (29%), Cuarzo (12%), Óxidos de Hierro (10%); y como Minerales Accesorios: se tiene Minerales Opacos (5%), Cloritas (5%), Arcillas (3%) y finalmente Yeso (Traza).

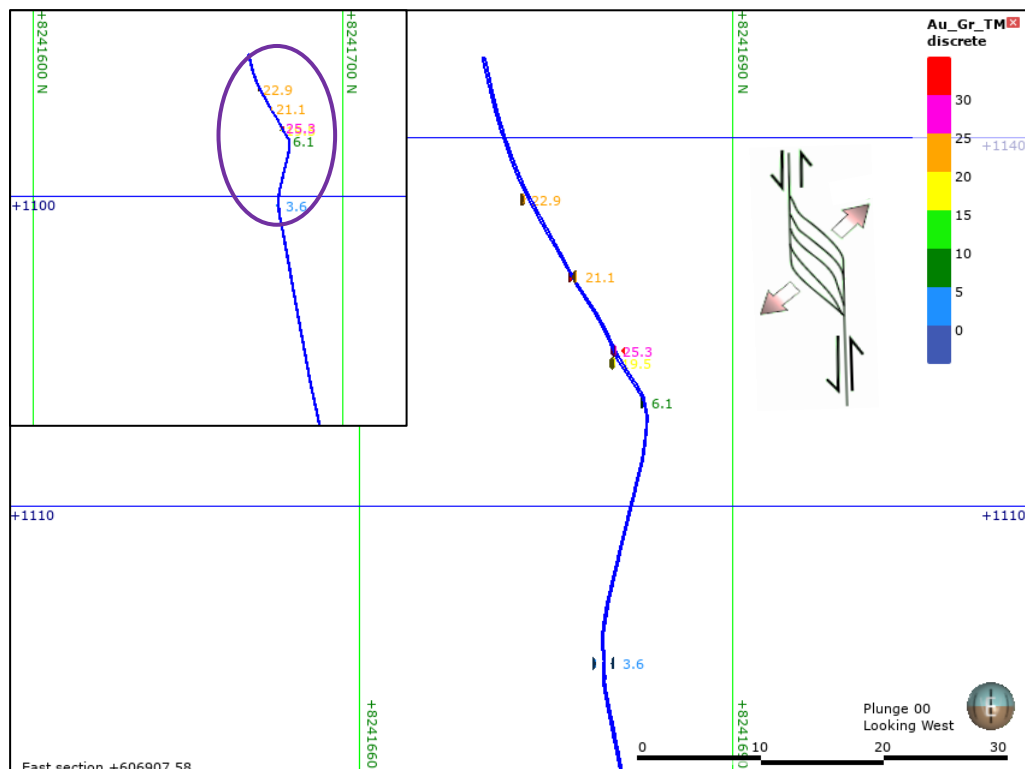
Controles de mineralización

El yacimiento presenta controles muy importantes para el emplazamiento de clavos mineralizados, entre ellos, el control Estructural y el control Mineralógico.

Control estructural

- ❖ **Cambio de buzamiento:** En la veta Ciata y Veta Chaparral Sector Este, Como resultado de un esfuerzo de Desgarre Compresivo (Cinemática Inversa) en las fallas Sintectónicas se tiene ensanchamiento de veta en buzamientos de Bajo ángulo y zonas de estrangulamiento en buzamientos de Alto ángulo, por ende, también se tiene un incremento de valores de Oro, en zonas de “Jog Estructural”.

Figura 27 Vista en sección transversal de la veta Ciata.



Nota. Corte transversal de la veta Ciata en la GA 670 NV 1100, donde se muestra un jog estructural como resultado de un esfuerzo compresivo dextral, favorable para la concentración de pequeños clavos mineralizados con leyes superiores a 20 Au-gr/tm. Elaboración propia.

- ❖ **Sistemas de diques:** en los sectores de la veta Patricia, Ciata y Chaparral se tiene un primer evento de diques andesíticos pre – mineral de textura afanítica con orientación N-S, asimismo hacia el sector Techo de la Veta Norte, Chaparral, Chaparral II y Veta Golpe, se tiene diques andesíticos Pre-mineral de textura Porfídica paralelas al sistema de vetas con orientación NE-SW buzantes al Norte.
- ❖ **Cambio de rumbo:** como resultado de un movimiento de Desgarre Sinextral en las fallas Sintectónicas, se tiene variaciones Locales de Rumbo de N240° a N220°, este comportamiento es visible en los sectores Oeste de la Veta Ciata, Chaparral, Patricia y Norte, lo cual es favorable para el aumento de potencia de la veta hacia el sector Oeste del proyecto, mientras que hacia el sector Este del sistema, sucede un estrangulamiento, asimismo, este deslizamiento da origen a vetas de tipo Lazos hacia la caja piso de las estructuras siendo estos los más favorables para la depositación de valores altos de Oro, como el caso de la veta Chaparral Este.

destacadas tenemos a la Veta - falla Cinco, Vilma, San Francisco, siendo considerados como posibles alimentadores.

Control mineralógico: dentro de estos controles los más importantes son:

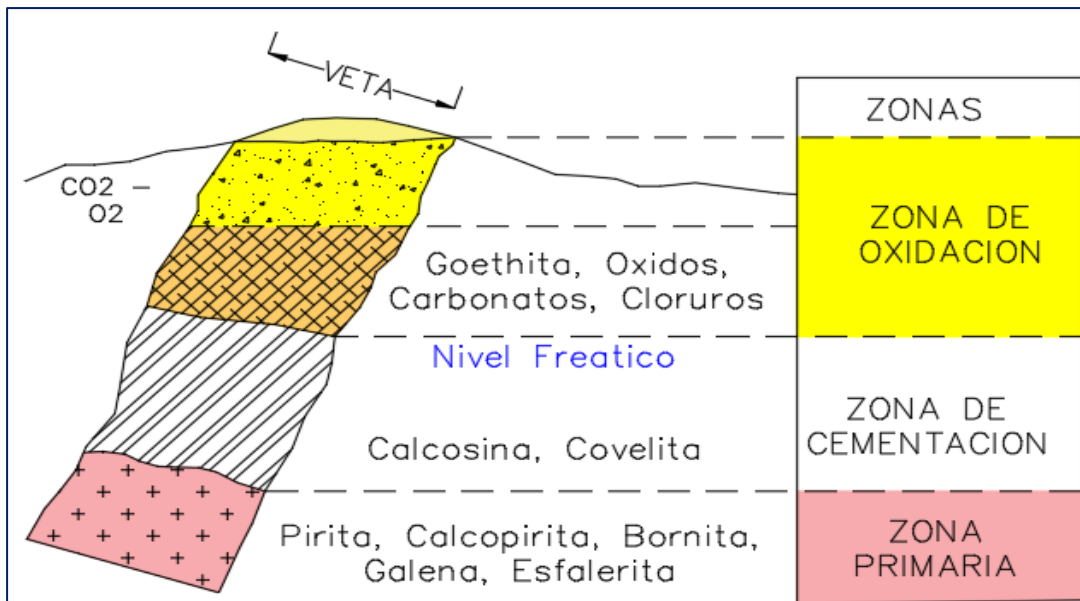
- ❖ **Goethita:** En la veta Chaparral la presencia de Goethita pseudomorfica de pirita con forma cristalina Octaédrica y piritoedrica, son indicadores para una buena concentración de valores de Oro (15 - 20 Au gr/tm) entre la falla Vilma y la falla Cinco, hacia las partes más distales de este fallamiento, la goethita no es guía de mineralización.
- ❖ **Pirita coloidal:** En las zonas de Oxidación de la veta Ciata, Norte, Felipe Arriba, Patricia y Chaparral este tipo de pirita son guías de mineralización aurífera, donde los valores alcanzan de 60 - 100 Au gr/tm, asimismo, la pirita coloidal sigue siendo una guía mineralógica hasta el Nivel 276 (520 m.s.n.m.) de la veta Chaparral donde los valores oscilan entre 30 - 50 Au gr/tm.

Mineralización primaria y secundaria

Según Fernández (2020), la morfología típica para yacimientos hidrotermales está definida por una zona de Oxidación, Zona Cementación y Zona Primaria.

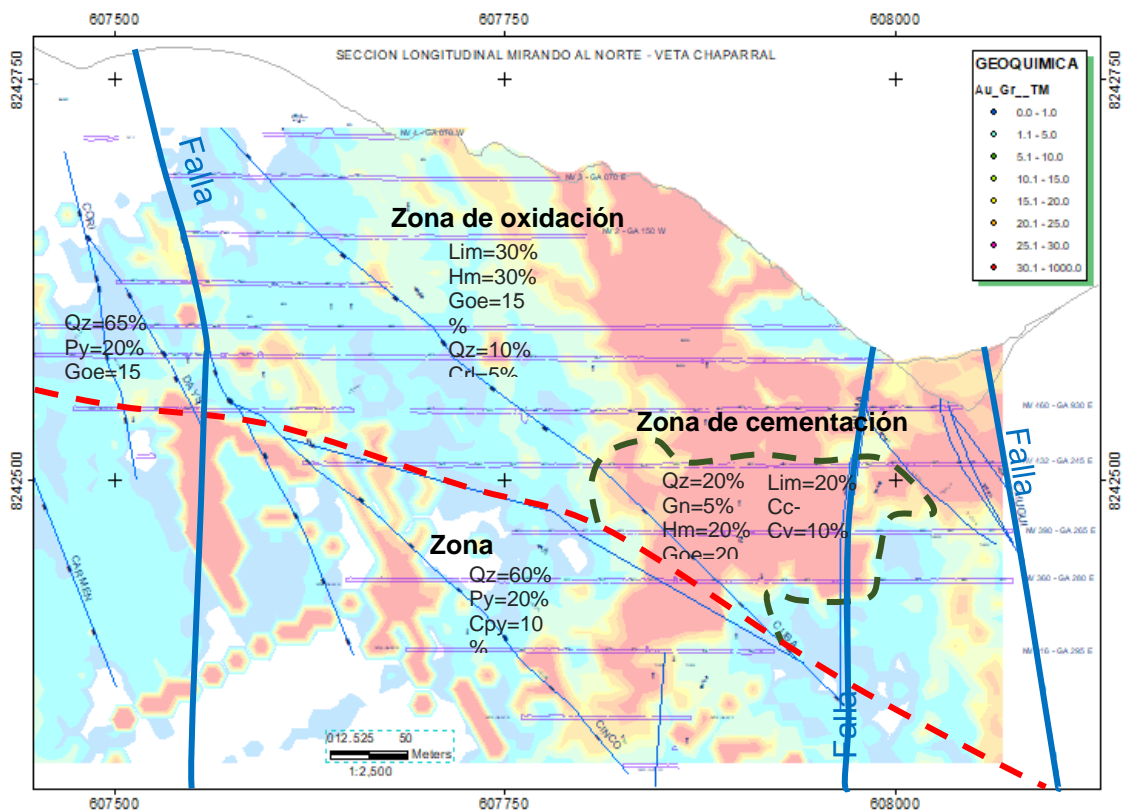
En el yacimiento se tiene una veta principal denominada chaparral, el cual tiene una longitud superficial reconocida de 1.1 km, con una zona de oxidación que alcanza una profundidad de 300 m, donde alberga un clavo mineralizado de 210m longitud x 350m de profundidad, lo cual indica un fondo mineralógico en el nivel 250 (cota: 500 msnm), con valores de 15 - 20 Au gr/tm, un frente de ley máxima en el nivel 432 (cota: 670 msnm) con valores de 60 - 100 Au gr/tm y un frente final en el nivel 4 (cota: 880 msnm) con valores de 10 - 15 Au gr/tm. La mineralogía principalmente en la zona de oxidación está constituida por Cuarzo, Goethita, Limonita, Hematita, Pirita, Malaquita, Crisocola y la zona de primaria está constituida por Cuarzo asociado a Calcopirita, Galena y pirita.

Figura 29 Perfil de mineralización de los depósitos de oxidación y enriquecimiento.



Nota: Tomado y Modificado de (Fernández, 2020).

Figura 30 Esquema de mineralización de la veta Chaparral.



Nota. Sectores con porcentaje de mineralización y valores geoquímicos. Elaboración propia

Alteración hidrotermal

La Unidad Minera Chaparral se tiene las siguientes alteraciones.

A) Alteración Hipógena.

- *En vetas*
 - **Silicificación:** Se presenta un Cuarzo lechoso con textura masiva, brechada y Crustiforme.
- *En rocas.*
 - **Sericítica:** Esta alteración es débil y se presenta asociado a la pirita diseminada en los halos de la estructura como producto de la alteración de las Plagioclasas (Andesina).
 - **Propilítica:** Se presenta dentro de las fracturas una Epidotización dominante asociada a vetillas de calcita y clorita en las partes más distales de la veta.

B) Alteración Supergena.

- *En vetas*
 - **Oxidación:** Como producto de la interacción de la pirita y calcopirita con aguas meteóricas se tiene Goethita, Limonita, Hematita, Calcosina, Crisocola y Malaquita.
- *En rocas*
 - **Argílica:** Se presenta en las rocas monzoníticas con una alteración débil selectiva de la Plagioclasa (Andesina).

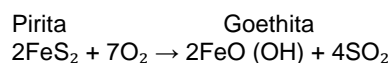
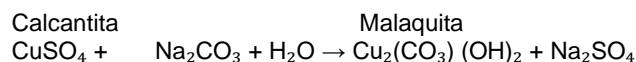
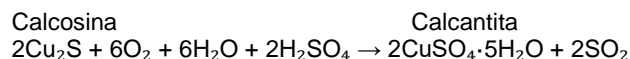
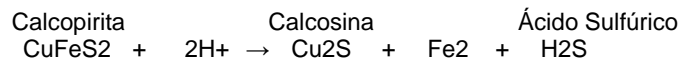
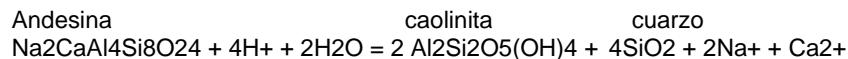
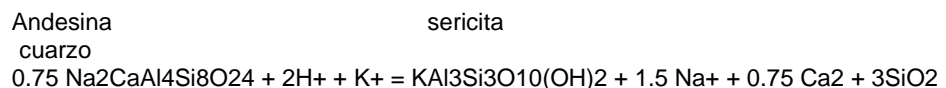
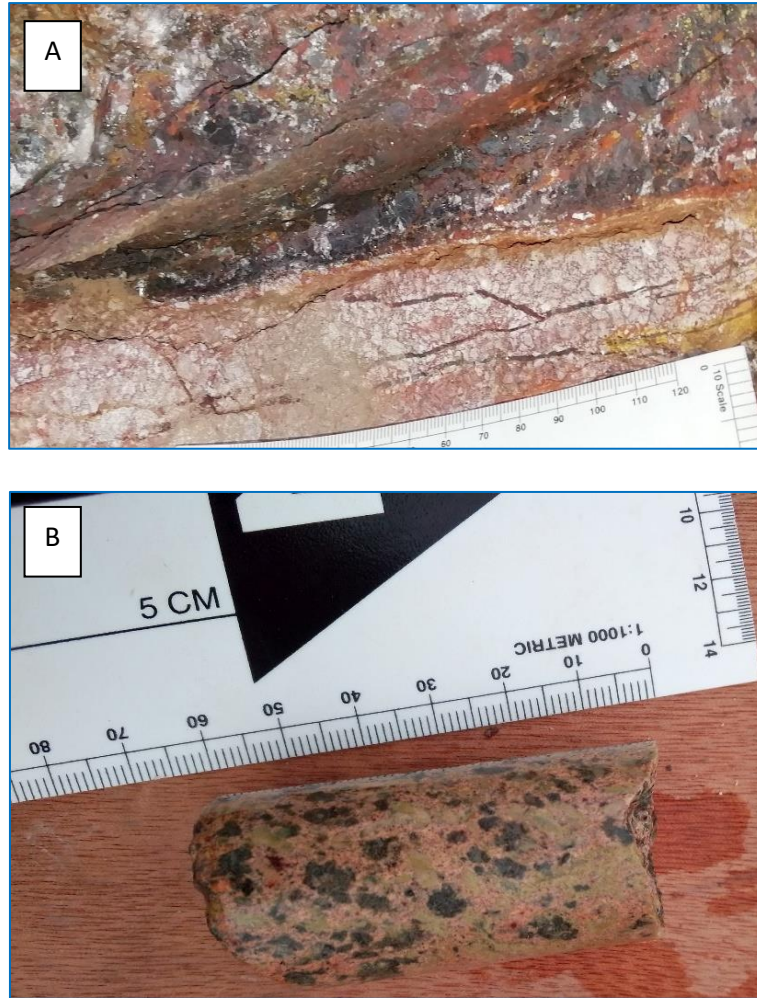


Figura 31 Alteración Potásica y Argílica.



Nota. Fotografía (A) tomada de la veta Ciata Nv 1100 mostrando alteración Potásica y Argílica selectiva en los halos de la estructura mineralizada (A) y Fotografía (B) tomada del DDH-CHP-12-2015 mostrando Epidotización moderada en monzonitas. Elaboración propia.

Estructuras mineralizadas

A) Veta Chaparral

Esta estructura tiene un reconocimiento superficial de 1.1 km, con una profundidad explorada de 450 m, alcanzando en profundización el Nv. 250 (Cota: 500 msnm), en el sector Oeste tiene una orientación de N220°/73°N, donde las potencias alcanzan los 0.3 m; con leyes de oro que oscilan entre 3-5 Au gr/tm, mineralógicamente están constituidas por Cuarzo, Pirita y Goethita, influenciadas por la veta Falla Cinco de Cinemática Dextral, y limitados más hacia el Oeste por las Fallas Daysi,

Cori y Carmen todas de Cinemática Dextral, mientras que hacia el sector Este, la veta tiene una orientación de N240°/85°N, con potencias que van desde 0.05 – 0.1 m, y leyes auríferas que oscilan entre 10 – 30 Au gr/tm, respecto a la Mineralogía está constituida por Cuarzo Brechado, Pirita, Hematita, Limonita y Goethita influenciados por la veta Falla Vilma y la Falla Cuba, como resultado del fallamiento Sintectónico en el sector Este, se tiene la formación de Ramales denominados Chaparral Piso, Chaparral Techo, más hacia el Este se encuentra limitada por la Falla regional Chugui de Cinemática Dextral Normal. (Ver Anexos – Figura 19 – 20).

B) Veta Ciata

Tiene un reconocimiento Superficial de 500 m, con una profundidad explorada de 50 m, la estructura tiene una orientación de N250°/65°N, con potencias variables que oscilan de 0.35 m en buzamientos de bajo ángulo, mientras que en buzamientos de alto ángulo se estrangulan hasta 0.03 m, con respecto a las leyes alcanzan los 3 Au gr/tm en las partes distales mientras que en la parte central de la veta oscilan de 15 – 30 Au gr/tm, mineralógicamente está constituido por Cuarzo Brechado, Hematita, Limonita, Malaquita y Crisocola, emplazados en rocas monzodioríticas, localmente esta dislocada por fallas transversales de cinemática Sinextral tales como Lobera y Verde, mientras la falla Rosales de Cinemática Normal, es paralela al rumbo de la veta provocando saltos de 15 m Aprox., (Ver Anexos – Figura 23 – 24).

C) Veta Norte

Tiene un reconocimiento superficial de 400 m. de longitud, con una profundidad explorada de 130 m, el rumbo de la veta es N245°/67°N, con potencias de 0.15 m en promedio, emplazadas en Monzonitas Hornblendizadas, hacia el sector Este de la Falla Valencia las leyes oscilan de 15 – 30 Au gr/tm, con una mineralogía marcada de Cuarzo,

Hematita, Limonita y Pirita coloidal, mientras que más hacia el Oeste se encuentra controlada por la Falla Mamani de cinemática Dextral, donde la mineralogía está dominada por Cuarzo, Goethita y Limonita. (Ver Anexos – Figura 27 – 28).

D) Veta Chaparral II

Tiene un reconocimiento superficial de 600 m, con una profundidad explorada de 80 m, esta estructura tiene una orientación de N230°/75°N, con leyes que oscilan de 5 – 8 Au gr/tm y potencias de 0.25 m en promedio, mineralógicamente está constituido por Cuarzo, Pirita, Goethita y Galena diseminada en rocas Sieníticas y diques Andesíticos de textura afanítica, más hacia el Oeste se encuentra controlada por la Veta Falla cinco, donde los muestreos de superficie muestran cierta concentración de valores auríferos que superan los 20 Au gr/tm (Zona denominada Sur II). (Ver Anexos – Figura 21 – 22).

E) Veta Patricia

Tiene un reconocimiento superficial de 950 m, con una profundidad explorada de 150 m (Cota: 600 msnm), con una orientación de N214°/73°N, dislocadas por diques andesíticos de textura afanítica, el sector Este de la veta se encuentra influenciada por la Falla Cinco, Falla Melany y limitada por la falla Chugui, todas de cinemática Dextral en donde las leyes oscilan de 10 – 18 Au gr/tm, con potencias de 0.08 – 0.15 m, mientras hacia el sector Oeste está delimitada por la Falla Carmen de Cinemática Dextral en donde las leyes son inferiores a 4 Au gr/tm, con potencias de 0.35 m, mineralógicamente están constituidas por Cuarzo, Limonita y Hematita, como resultado del fallamiento Sintectónico se tiene al techo de la veta Patricia una estructura denominada Patricia Ramal con valores auríferos que oscilan entre 10 – 25 Au gr/tm. (Ver Anexos – Figura 29 – 30).

F) Veta Felipe Arriba

Tiene un reconocimiento superficial de 400 m, con una profundidad explorada de 50 m, esta estructura tiene un rumbo N240°/74°N, emplazadas en rocas monzoníticas, hacia el sector Este las leyes oscilan entre 10 – 18 Au gr/tm, con potencias de 0.1 m mientras que el sector Oeste está controlado por la Falla Carmen de cinemática Dextral donde los valores auríferos son inferiores a 5 Au gr/tm, con potencias de 0.08 – 0.15 m, mineralógicamente están constituidos por Cuarzo, Hematita, Pirita Coloidal y Limonita. (Ver Anexos – Figura 25 – 26).

G) Clasificación de estructuras mineralizadas

En la unidad se tipificaron vetas de escala Principal y Secundaria, donde las estructuras de Escala Principal superan los 500m de Longitud con potencias de 0.15m, destacando entre ellas la veta Chaparral, Paula, Patricia y Chaparral II, mientras que las vetas de menor Longitud fueron denominadas de Escala Secundaria, entre las que destaca la Veta Angela, Alondra, Golpe, Catarata, Paty y Patricia Ramal, asimismo, Carlotto et. al. (2009) y Vargas (1979), mencionan que estas vetas profundizan hasta 400 m, es por ello que se calculó el factor relación o división entre la profundización de la mineralización y la longitud, obteniéndose como resultado un factor de relación óptimo de 0.4, lo cual indica que valores por debajo de este factor, aunado a la potencia de la veta, representan zonas con alto potencial de mineralización aurífera.

Cuadro 6 Características geométricas de las vetas de la Mina Chaparral

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS VETAS								F.R (Prof. / Long.)	Escala
Estructura	Az.	Buz.	Long. (m)	Pot. (m)	Cota Max. (Aflo.)	Cota Min. (Expl.)	Prof. Explor. (m)		
Chaparral	N220°	73°NW	1100	0.3	975	500	475	0.4	Principal
Paula	N230°	50°NW	1100	0.7	770	730	40	0.1	Principal
Patricia	N214°	73°NW	950	0.12	765	580	185	0.2	Principal
Chaparral II	N230°	75°NW	600	0.25	750	660	90	0.2	Principal
Ciata	N250°	65°NW	500	0.12	1165	1095	70	0.1	Secundaria
Felipe Arriba	N240°	74°NW	400	0.1	1015	880	135	0.3	Secundaria
Norte	N245°	67°NW	400	0.15	1025	850	175	0.4	Secundaria
Golpe	N245°	78°NW	150	0.15	865	785	80	0.5	Secundaria
Paty	N225°	73°NW	100	0.07	965	745	220	2.2	Secundaria
Alondra	N174°	35°W	200	0.12	1085	1040	45	0.2	Secundaria
Angela	N90°	62°S	280	0.09	1030	870	160	0.6	Secundaria
Cinco	N315°	73°NE	1000	0.22	1050	600	450	0.5	Veta Falla
San Francisco	N305°	87°NE	250	0.15	945	775	170	0.7	Veta Falla
Vilma	N295°	89°NE	190	0.18	785	605	180	0.9	Veta Falla

Correlations

		LONGITUD	PROFUNDIDAD
Spearman's rho	LONGITUD	Correlation Coefficient	1.000
			.883**
		Sig. (2-tailed)	.008
	N		7

Nota: Elaboración propia.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Análisis estructural

Procesamiento y mapeo de lineamientos

Generación de modelos de elevación digital (DEM)

A) Método indirecto

Para la generación de un DEM por este método, se requiere medir la diferencia de fases entre las ondas de radar de 2 imágenes, a partir del cual se calcularán las elevaciones, es por ello que se usaron 2 imágenes descargadas desde la plataforma de Copernicus, pertenecientes al sensor Sentinel nivel 1A en formato Single Look Complex (SLC), capturadas el 24

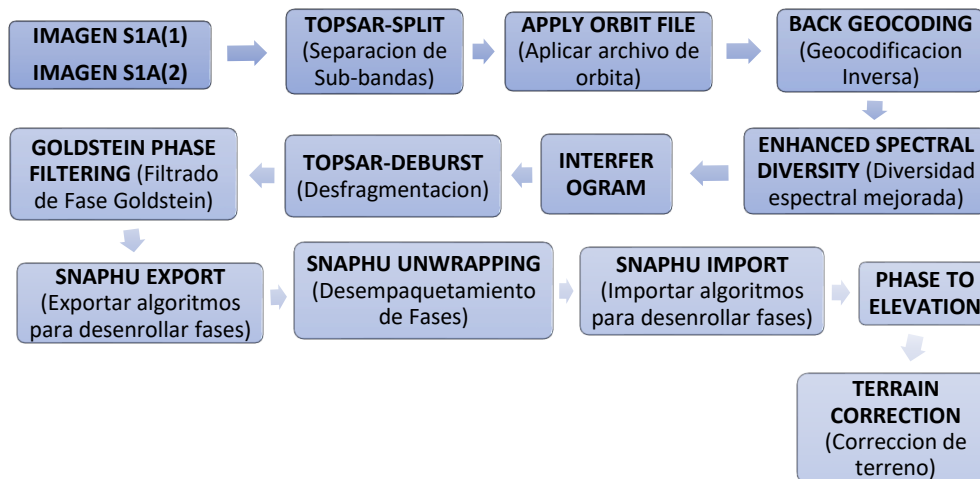
de enero y 17 de febrero del 2025, con un ángulo de incidencia de 38.93°, un ángulo de Azimut de +13° y una dirección orbital Ascendente.

**S1A_IW_SLC__1SDV_20250124T232503_20250124T232531_0575
92_071875_09B2,**

**S1A_IW_SLC__1SDV_20250217T232502_20250217T232530_0579
42_072667_FB15**

Ambos archivos fueron procesados en el SNAP 11 con la extensión SNAPHU UNWRAPPING, siguiendo una metodología de la técnica de Interferometría SAR desarrolladas por Abad et. al. (2022) y Slesinski (2019).

Figura 32 Metodología para el procesamiento de la técnica InSAR.



Nota: Tomado y modificado de (Abad, 2022 y Slesinski, 2019).

Para el proceso de Co-registración de ambas imágenes, en la Fase TOPSAR-SPLIT (Observación Superficial por escaneos progresivos), se usaron los "Bursts" 4 y 5 de la franja media (IW2), con polarización VV(vertical/vertical), corregidas geométricamente tanto en la órbita como en la Alineación, para el remuestreo y la validación del DEM se trabajó con la interpolante "Bilinear - Interpolation" y un DEM global de Copernicus a 30 m respectivamente, finalmente para mejorar el co-registro entre Bursts

se realizó la corrección Interferométrica ESD (Enhanced Spectral Diversity), obteniéndose con ello un interferograma con menos ruido.

Para procesar la continuidad geométrica del interferograma y formar una imagen SAR continua, se aplicó TOPSAR Deburst, aunado al Goldstein Phase Filtering, con parámetros tales como: filtro exponencial de 0.8, tamaño de fuente de 256 y tamaño de ventana de 3, lo cual como resultado dio un interferograma menos ruidosa con coherencia promedia de 0.6378, con valores mínimos de -3.1416 y valores máximos de +3.1416.

Dentro del proceso de Desenrollado de fases, primeramente, se exporto el algoritmo estadístico “TOPO” con 10 filas y 10 columnas de mosaicos, y solapamiento de 200 m, seguido del “Snaphu Unwrapping” para transformar la fase envuelta en fase continua, Seguidamente, para el remuestreo del DEM, durante la conversión Interferométrica a valores de elevación en metros y la corrección geométrica final (Terrain Correction), se aplicó la Interpolante “Bilinear”, re proyectado al sistema de coordenadas UTM-WGS84 (Ver Anexos – Figura 31).

B) Método directo

Entre el 19 y el 26 de enero del 2016, la empresa especializada “Horizons South America S.A.C”, realizo trabajos de fotogrametría por el método radial con receptores GNSS marca TRIMBLE modelo R7, georreferenciadas al Datum WGS84 zona 18S, como resultado se obtuvieron curvas de Nivel cada 1 m.

A primera instancia las curvas de nivel fueron procesadas en ArcGis 10.3, para preparar la Red Irregular Triangulada (TIN), con el objetivo de transformar luego a un modelo de elevación Digital (DEM), con distancias de muestreo ajustado a 5 m (Ver Anexos – Figura 32).

Extracción de lineamientos y mapa de densidad de lineamiento

Para la extracción de Lineamientos regionales se trabajó con el DEM generado por Interferometría SAR y para el caso de los lineamientos Locales se utilizó el DEM generado por fotogrametría, ambos archivos fueron procesados en el Software Geomática 2016, con sus respectivos parámetros.

Asimismo, para la elaboración del mapa de Densidad de Lineamiento se utilizó la metodología de "Densidad de Kernel" con un tamaño de celda igual a 5 m. y un radio de Búsqueda de 200 m (Ver Anexos – Figura 33).

PARAMETROS USADOS	Regional	Local
<i>Radio de Filtro</i>	15	7
<i>Umbral de Gradiente de Borde</i>	30	12
<i>Umbral de Longitud de Curva</i>	35	10
<i>Umbral Error de Ajuste de Línea</i>	3	5
<i>Umbral de Diferencia Angular</i>	35	15
<i>Umbral de Distancia de Enlace</i>	20	8

Análisis microtectónico

Validación de datos y categorización en subtipos

En la concesión San Francisco N° 07, propiedad de la Minera Golden River Resources se registraron un total de 277 datos estructurales, distribuidas en 6 microestaciones definidas de acuerdo a la estructura mineralizada y al nivel principal de exploración.

La validación de los datos se realizó en base a la información requerida de la Cinemática "K" y el Pitch de las fallas.

Estación	Nivel	VALIDACION DE DATOS		
		# Datos	Datos Validos	% Validación
<i>Chaparral</i>	"Nv-0"	88	28	32%
<i>Chaparral II</i>	"Nv-460"	8	5	63%
<i>Ciata</i>	"Nv-1100"	64	46	72%
<i>Felipe</i>	"Nv-895"	14	10	71%
<i>Norte</i>	"Nv-850"	49	29	59%
<i>Patricia</i>	"Nv-627"	54	36	67%
SUBTOTAL		277	154	56%

Con respecto a la categorización se realizó en base al campo de temporalidad, agrupándolos en fallas Pre-mineral, Sintectónica y Post-mineral, donde se visualiza que 3 datos no tienen definido el campo temporalidad, es por ello que solo 151 datos microtectónicos son válidos para el proceso.

TOTAL DE DATOS ESTRUCTURALES				277
TOTAL DE DATOS VALIDADOS (<i>Registran Pitch - "K"</i>)				154
ESTACION	TEMPORALIDAD			SUBTOTAL
	PRE - MINERAL	SINTECTONICA	POST - MINERAL	
Chaparral		3	23	26
Chaparral II		12	3	15
Ciata	1	6	32	39
Felipe	2	9	2	13
Norte	4	5	16	25
Patricia		2	31	33
Subtotal	7	37	107	151

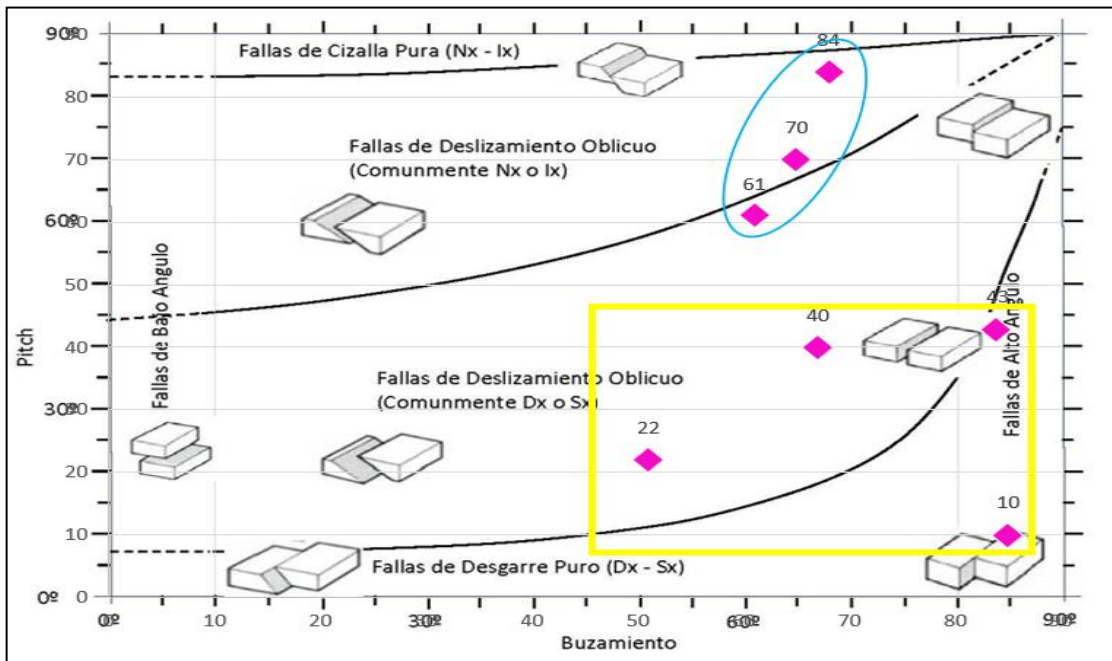
Análisis del régimen tectónico

Con la información de 151 datos validados según su temporalidad y siguiendo la metodología del Diedro recto se procedió a plotear los datos de Buzamiento y Pitch de cada estructura en el diagrama de Clasificación Cinemática de Angelier (1994), con el objetivo de determinar la cinemática Principal o el Régimen Tectónico de cada evento.

A) Fase pre - mineral

Según el diagrama la mayoría de las fallas ocurrieron en un ambiente tectónico compresivo con desarrollo de fallas de rumbo y deslizamiento oblicuo (sector amarillo), mientras otro sistema de fallas se generó en régimen tectónico compresivo con presencia de fallas de rumbo (sector celeste).

Figura 33 Régimen Tectónico de la Fase Pre-mineral.

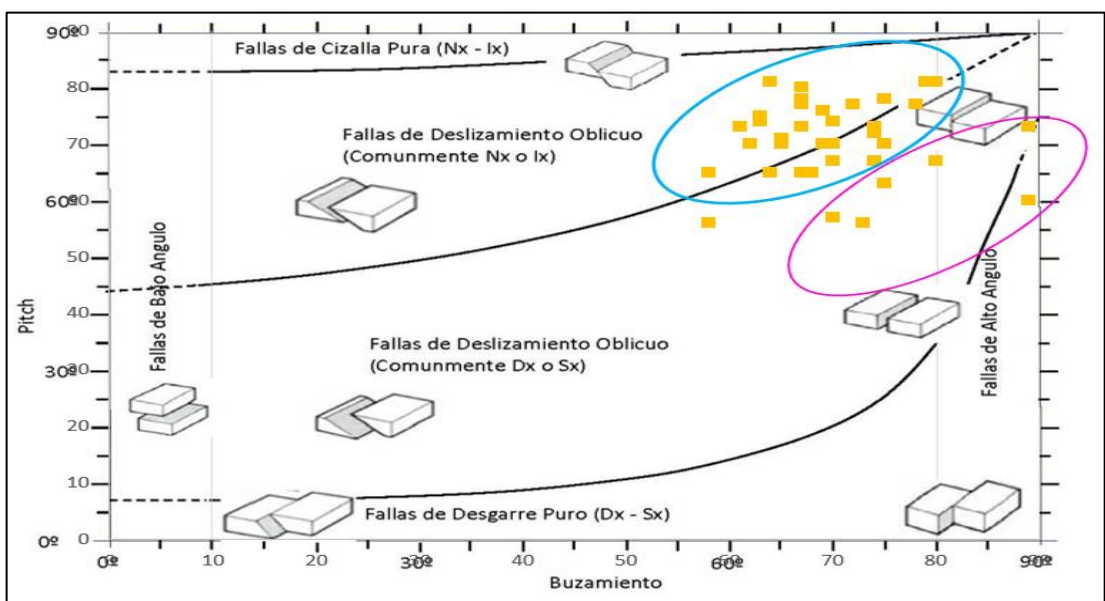


Nota. Modificado de (Angelier, 1994)

B) Fase sintectónica

Según el diagrama esta fase se originó durante régimen tectónico transcurrente alternancia local de condiciones de transpresión y transtensión (sector celeste) y también se tiene presencia de fallas con predominancia de deslizamiento oblicuo (sector magenta).

Figura 34 Régimen Tectónico de la Fase Sintectónica.

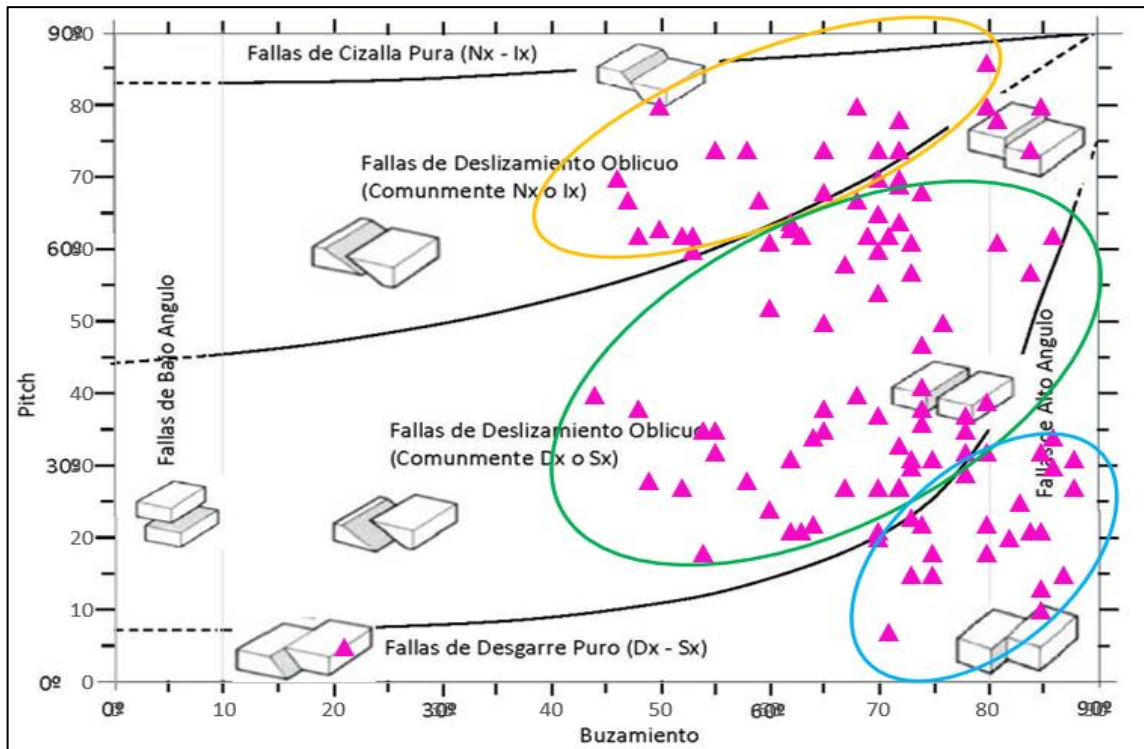


Nota. Modificado de (Angelier, 1994)

C) Fase post - mineral

Según el diagrama, los fallamientos se generaron en un régimen tectónico transcurrente con alternancia local de condiciones transpresivas y transtensionales (sector amarillo y verde), mientras que otro sistema se desarrolló en un régimen transcurrente puro (sector celeste).

Figura 35 Régimen Tectónico de la Fase Post-Mineral.



Nota. Modificado de (Angelier, 1994)

Análisis cinemático

Para realizar el análisis, primeramente, se preparó la Base de Datos, según el Formato de Aki-Richards (*Rake*), esto con el objetivo de facilitar la importación al Software Faultkin 6 (*Rick Allmendinger*).

A) Calculando el RAKE – según Aki Richards

Para efectos de los cálculos se utilizó el siguiente Fundamento.

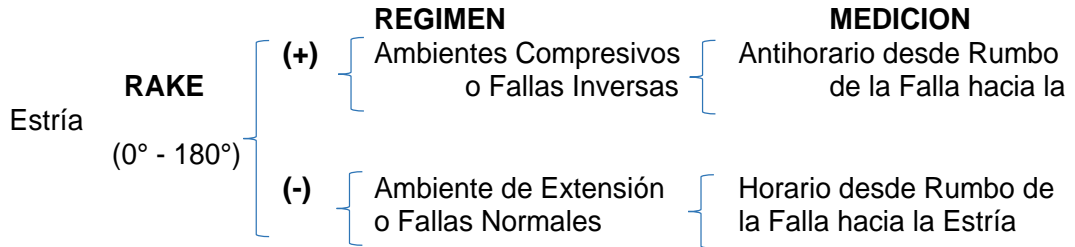
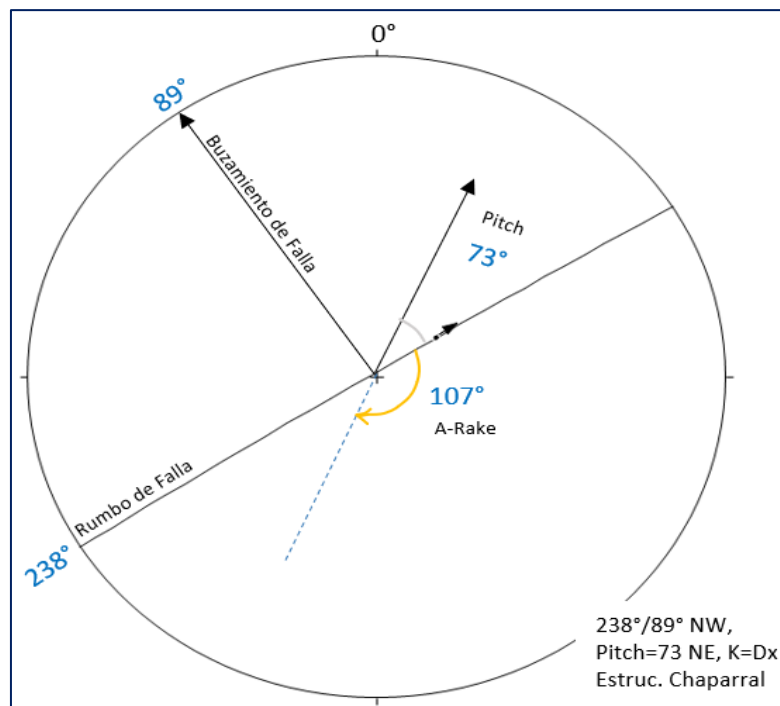


Figura 36 Estereograma de Cálculo del Rake.



Nota: Elaboración propia.

Cuadro 7 Tabla de Datos del Rake por temporalidad.

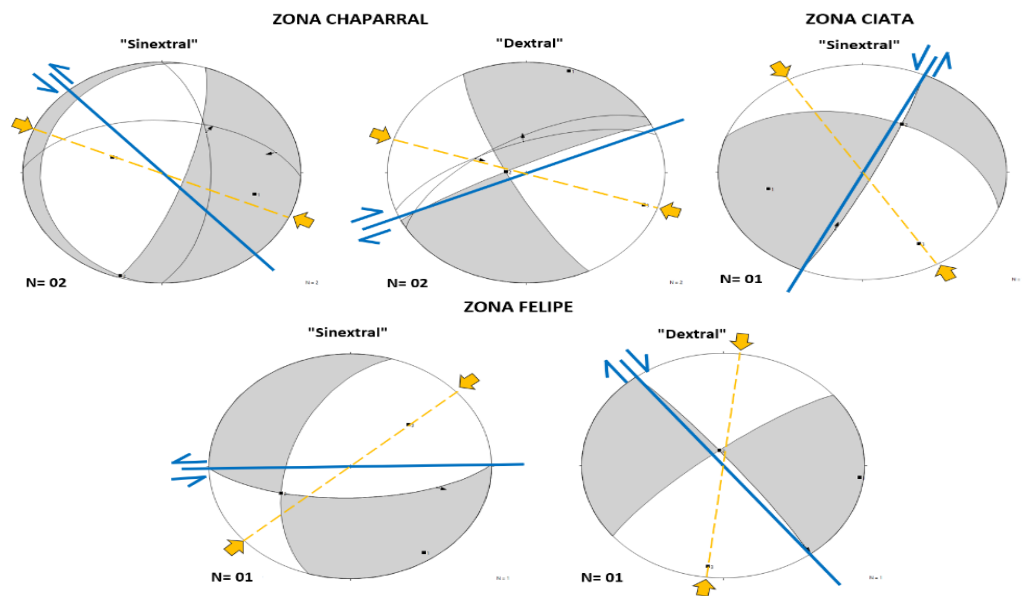
AZ.	BUZ.	D_BUZ	A- RAKE	PITCH	K	ESTR.	TEMPORAL.	NOMBRE	POT. (m)
238	89	NW	68	68 NE	Sx	V	Singenetica	Chaparral	0.03
238	89	NW	57	57 E	Sx	V	Singenetica	Chaparral	0.1
240	70	NW	67	67 E	Sx	V	Singenetica	Chaparral	0.25
260	70	NW	72	72 E	Sx	V	Singenetica	Ciata	0.22
257	80	NW	74	74 E	Sx	V	Singenetica	Ciata	0.12
240	80	NW	67	67 E	Sx	V	Singenetica	Ciata	0.05
248	73	NW	59	59 E	Sx	V	Singenetica	Ciata	0.3
241	58	NW	65	65 E	Sxlx	V	Singenetica	Ciata	0.12
248	70	NW	67	67 E	Sxlx	V	Singenetica	Ciata	0.3
245	65	NW	68	68 E	Sxlx	V	Singenetica	Ciata	0.12
230	62	NW	67	67 E	Sx	V	Singenetica	Ciata	0.18
240	63	NW	71	71 E	Sx	V	Singenetica	Ciata	0.15
245	67	NW	68	68 E	Sx	V	Singenetica	Ciata	0.09
250	72	NW	67	67 E	Sx	V	Singenetica	Ciata	0.28
255	69	NW	66	66 E	Sx	V	Singenetica	Ciata	0.37
245	74	NW	67	67 E	Sx	V	Singenetica	Felipe arriba	0.05
250	65	NW	63	63 E	Sxlx	V	Singenetica	Felipe arriba	0.1
252	64	NW	64	64 E	Sx	V	Singenetica	Felipe arriba	0.1
255	69	NW	61	61 E	Sx	V	Singenetica	Felipe arriba	0.1
248	74	NW	63	63 E	Sx	V	Singenetica	Felipe arriba	0.06
245	74	NW	72	72 E	Sx	F	Singenetica	Felipe arriba	0.1
238	61	NW	73	73 E	Sxlx	V	Singenetica	Norte	0.05
255	64	NW	65	65 N	Sxlx	V	Singenetica	Norte	0.1
250	63	NW	74	74 N	Sxlx	V	Singenetica	Norte	0.15
240	67	NW	65	65 N	Sxlx	V	Singenetica	Norte	0.07
235	67	NW	65	65 N	Sxlx	V	Singenetica	Norte	0.12
248	68	NW	65	65 E	Sxlx	V	Singenetica	Norte	0.12
255	58	NW	56	56 E	Sx	V	Singenetica	Norte	0.06
235	70	NW	67	67 E	Sx	V	Singenetica	Norte	0.1
245	70	NW	57	57 E	Sx	V	Singenetica	Norte	0.15
220	67	NW	77	77 E	Sx	V	Singenetica	Patricia Rml	0.08
215	79	NW	81	81 E	Sx	V	Singenetica	Patricia	0.22
215	75	NW	78	78 E	Sx	V	Singenetica	Patricia	0.12
205	67	NW	73	73 E	Sx	V	Singenetica	Patricia	0.11
215	75	NW	70	70 E	Sx	V	Singenetica	Patricia	0.2
235	75	NW	63	63 E	Sx	V	Singenetica	Chaparral II	0.4
225	78	NW	77	77 E	Sx	V	Singenetica	Chaparral II	0.3

Nota: Elaboración propia.

B) Modelos cinemáticos (Según Anderson)

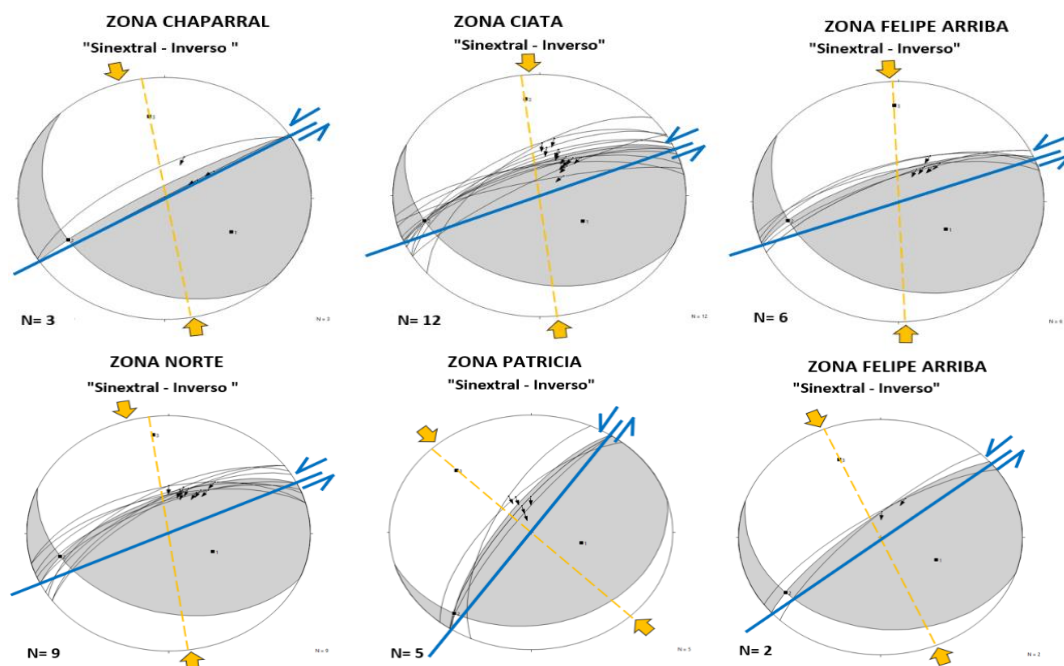
Con los datos validados se procedió a determinar la orientación relativa de los esfuerzos máximos de Compresión, según el régimen Tectónico de cada Estación.

Figura 37 Modelo Cinemático de la Fase Pre-mineral.



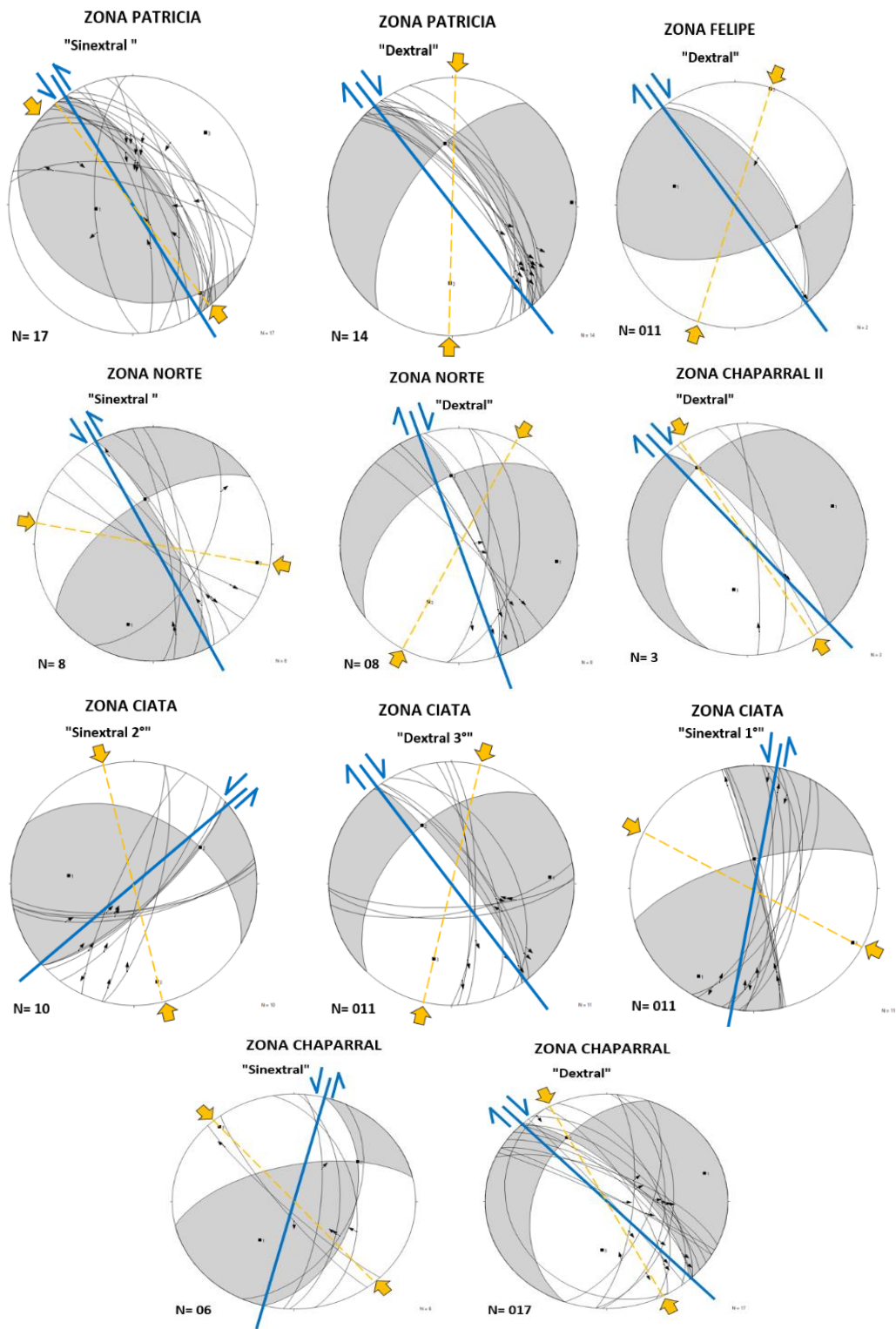
Nota: Elaboración propia.

Figura 38 Modelo Cinemático de la Fase Sintectónica.



Nota: Elaboración propia.

Figura 39 Modelo Cinemático de la Fase Post - Mineral.



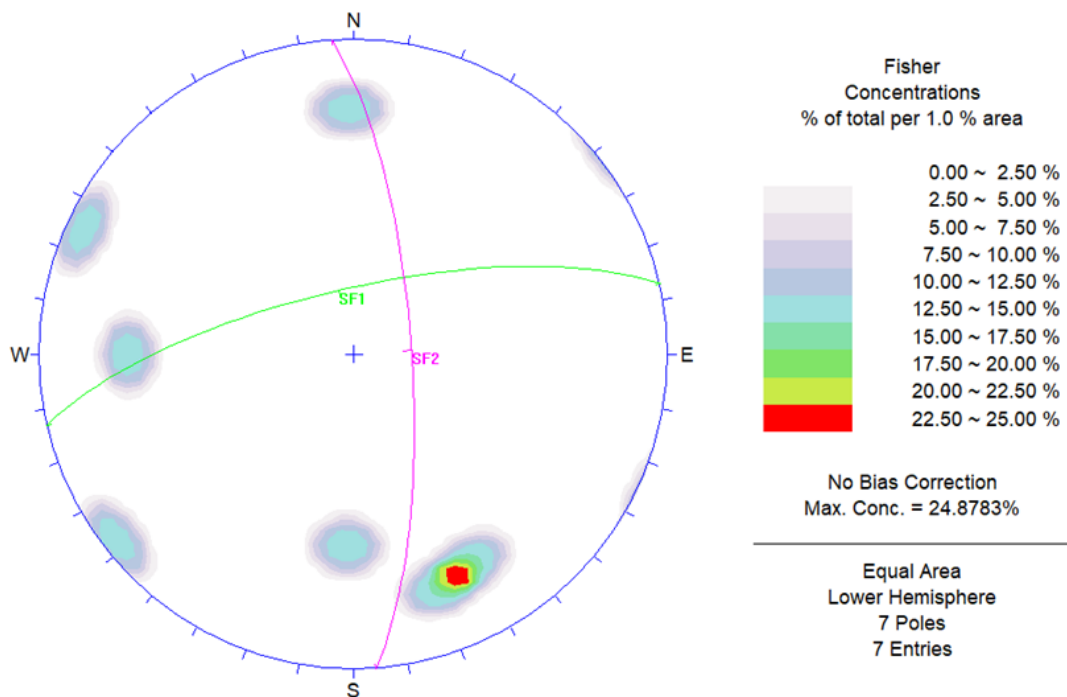
Nota: Elaboración propia.

C) Diagrama de densidad de esfuerzos

A partir del modelo Cinemático de cada Zona y de los esfuerzos máximos relativos se procedió a validar la compatibilidad tectónica, con el objetivo de definir la orientación promedio del esfuerzo máximo de compresión y extensión.

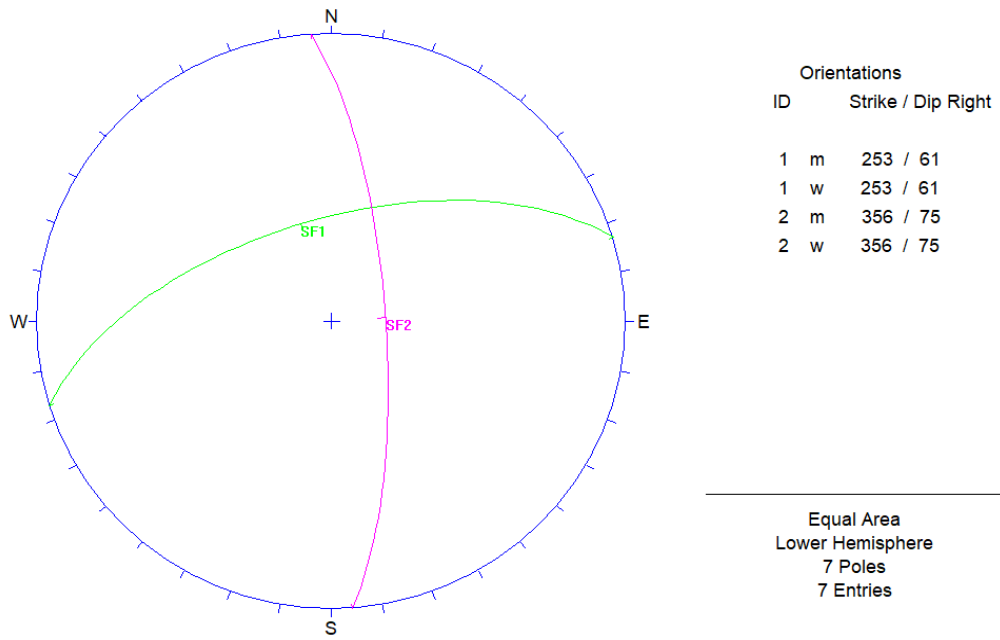
- **Fase pre – mineral**

Figura 40 Diagrama de Concentración de Polos del Fallamiento Pre-mineral.



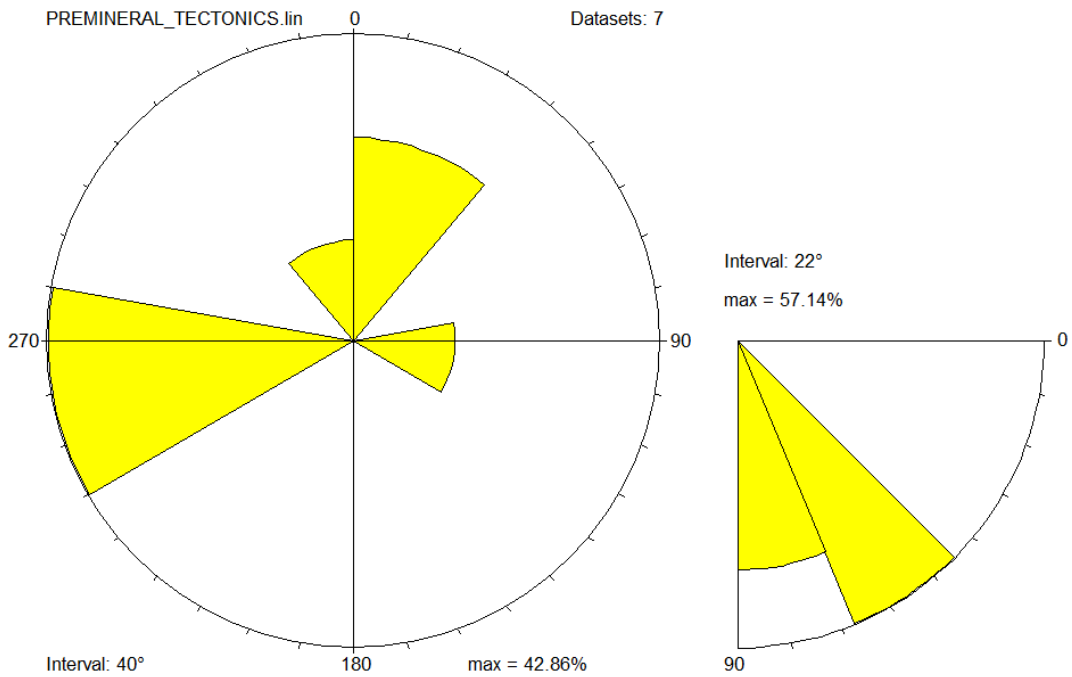
Nota. Diagrama de Concentración de Polos, mostrando que la mayor densidad de polos se encuentra en el cuadrante SE, con una orientación promedio de 253°/61°. Elaboración propia.

Figura 41 Estereograma de fallamiento Pre-mineral.



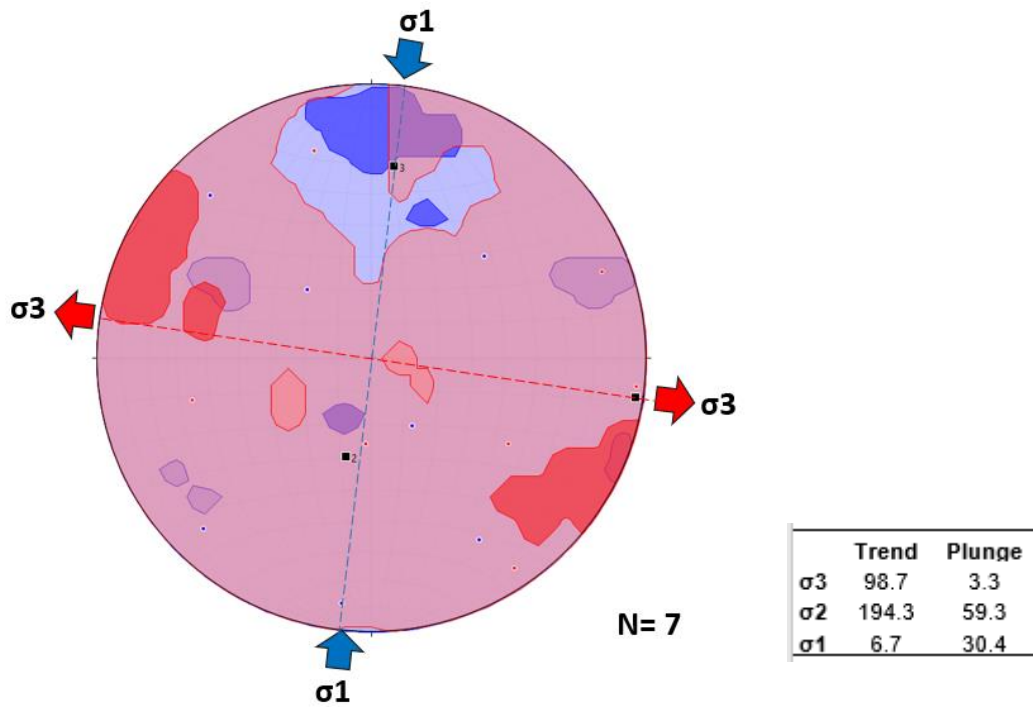
Nota. Estereograma donde se visualiza las 2 principales familias del sistema de Fallamiento Pre-mineral SF1=253°/61° y el segundo SF2=356°/75°. Elaboración propia.

Figura 42 Diagrama de rosetas de fallamiento pre-mineral.



Nota. Gráfico donde la tendencia es notoria de dirección WSW-ENE, con ángulos de 50°-65°, y otro grupo menor con orientación NW-SE, con ángulos entre 65° - 85°. Elaboración propia.

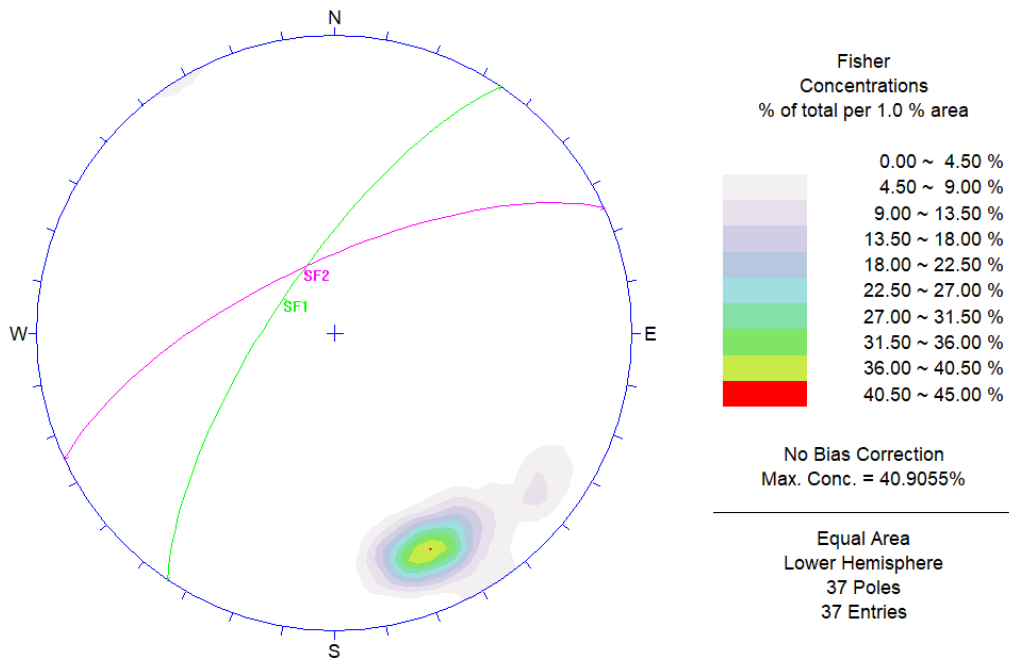
Figura 43 Diagrama de densidad de esfuerzos del fallamiento pre-mineral.

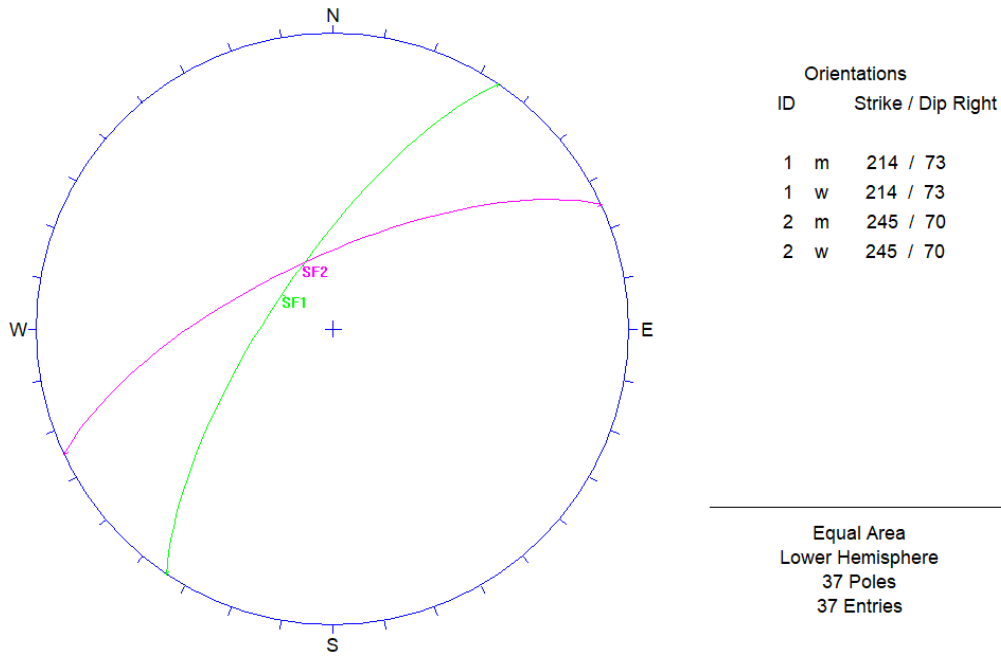


Nota. Diagrama de densidad de esfuerzos mostrando el régimen tectónico compresivo asociada a fallamientos de rumbo con orientación máxima $\sigma_1=7^\circ/30^\circ$ y $\sigma_3=99^\circ/3^\circ$. Elaboración propia.

- **Fase sintectónica**

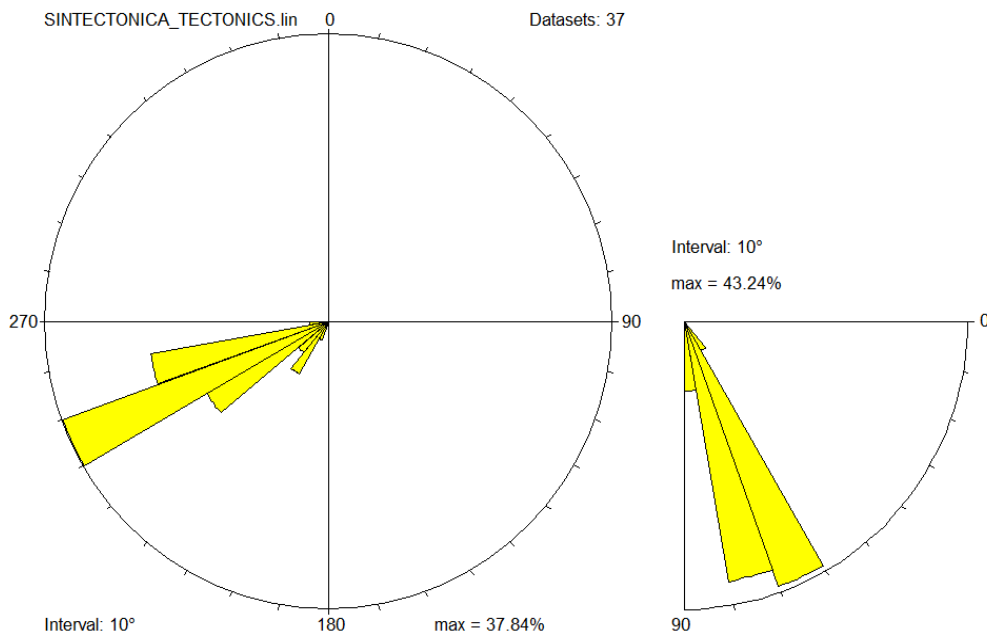
Figura 44 Estereograma del sistema de fallamiento Sintectónico.





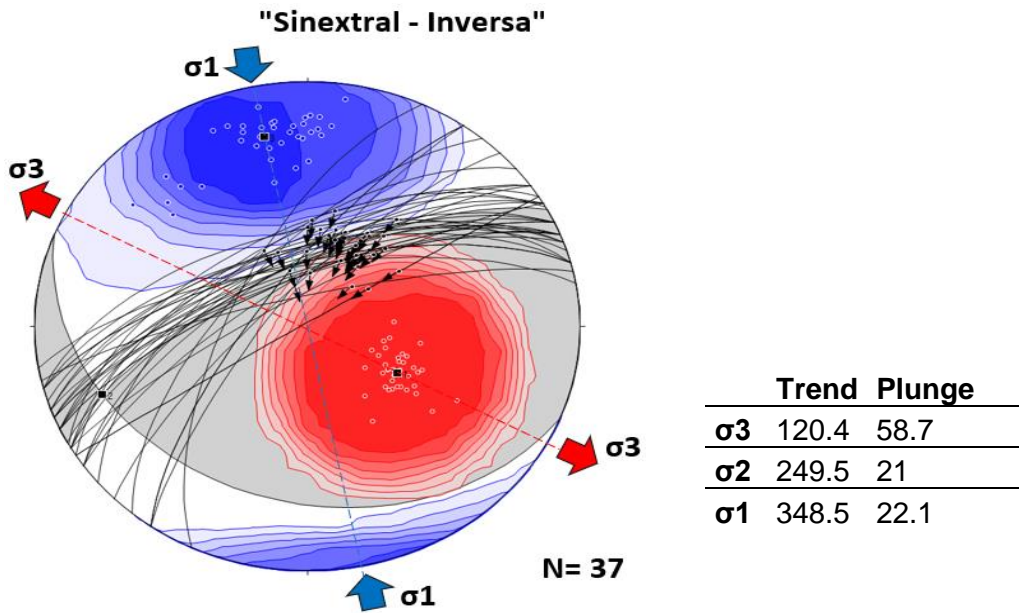
Nota. Estereograma donde se visualiza las 2 principales familias del sistema de Fallamiento Sintectónico, el primer SF3=214°/73° correspondiente a la veta Patricia y el segundo SF4=245°/70° correspondiente a la veta Chaparral, Chaparral II, Ciata, Norte y Fe. Elaboración propia.

Figura 45 Diagrama de rosetas del fallamiento Sintectónico.



Nota. Gráfico donde la tendencia es notoria de dirección SW-NE, con ángulos de 65°-75° principalmente fallas que albergaron la mineralización. Elaboración propia.

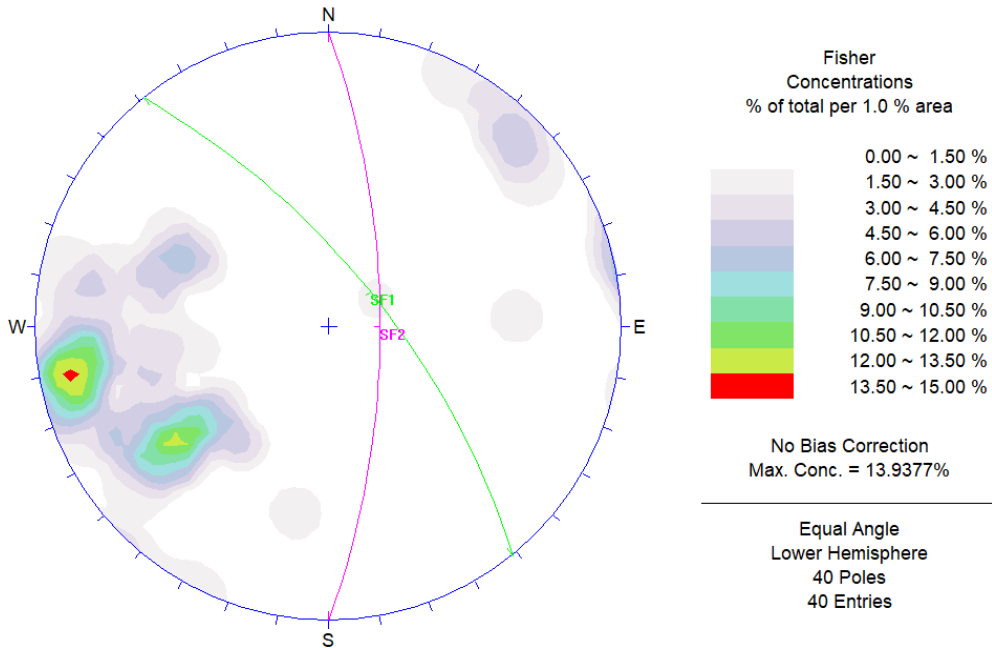
Figura 46 Diagrama de densidad de esfuerzos del fallamiento Sintectónico.

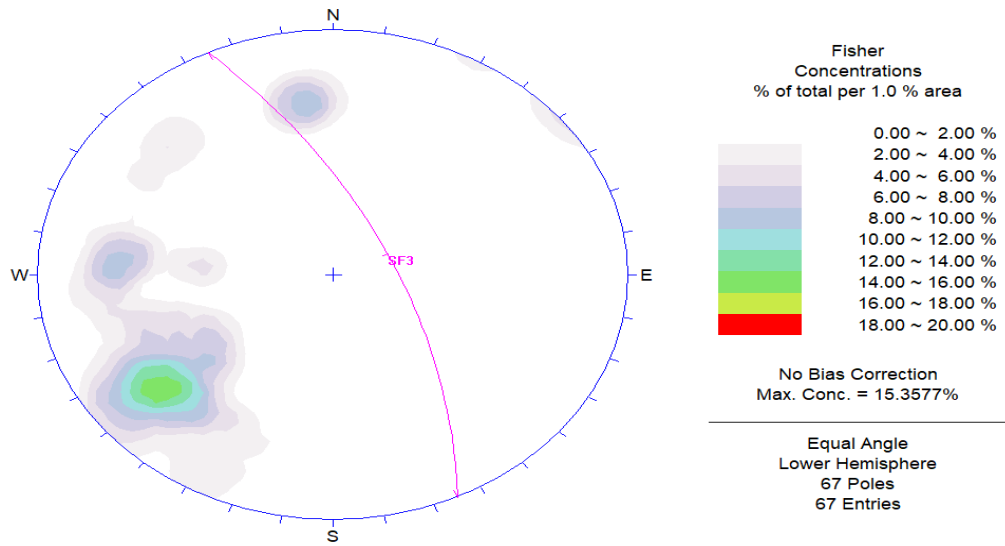


Nota. Diagrama de densidad de esfuerzos, mostrando el régimen tectónico compresivo asociadas a fallas de rumbo con orientación máxima $\sigma_1=348^\circ/22^\circ$ asociado a una componente extensional $\sigma_3=120^\circ/59$. Elaboración propia.

- **Fase post – mineral**

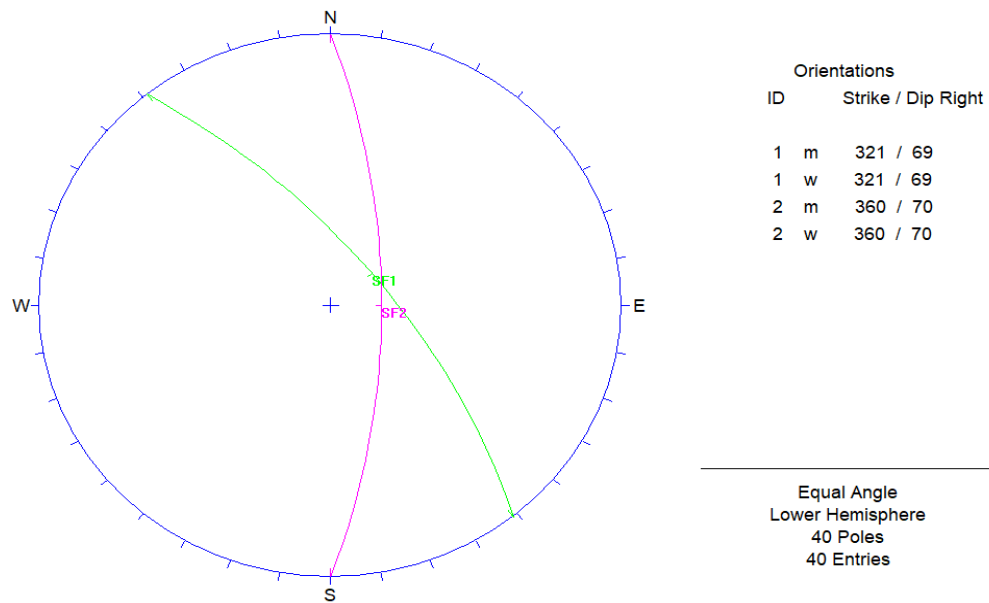
Figura 47 Diagrama de Concentración de Polos del sistema de Fallamiento Post – mineral.

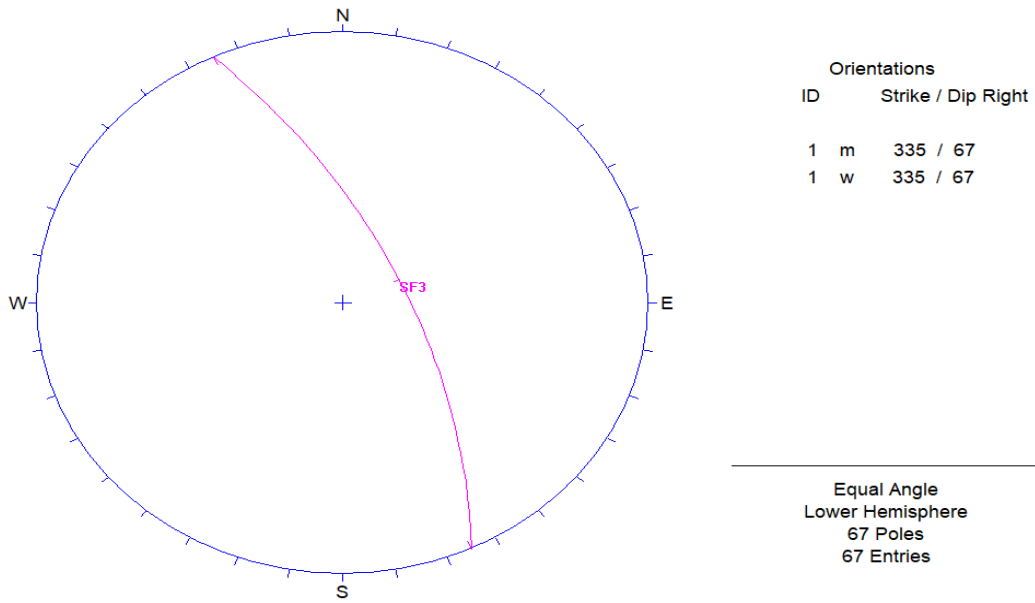




Nota. Diagrama de Concentración de Polos del sistema de Fallamiento Post - mineral, mostrando que la mayor densidad de polos se encuentra en el cuadrante SW, de alto ángulo, definiendo así 3 sistemas de fallamiento. Elaboración propia.

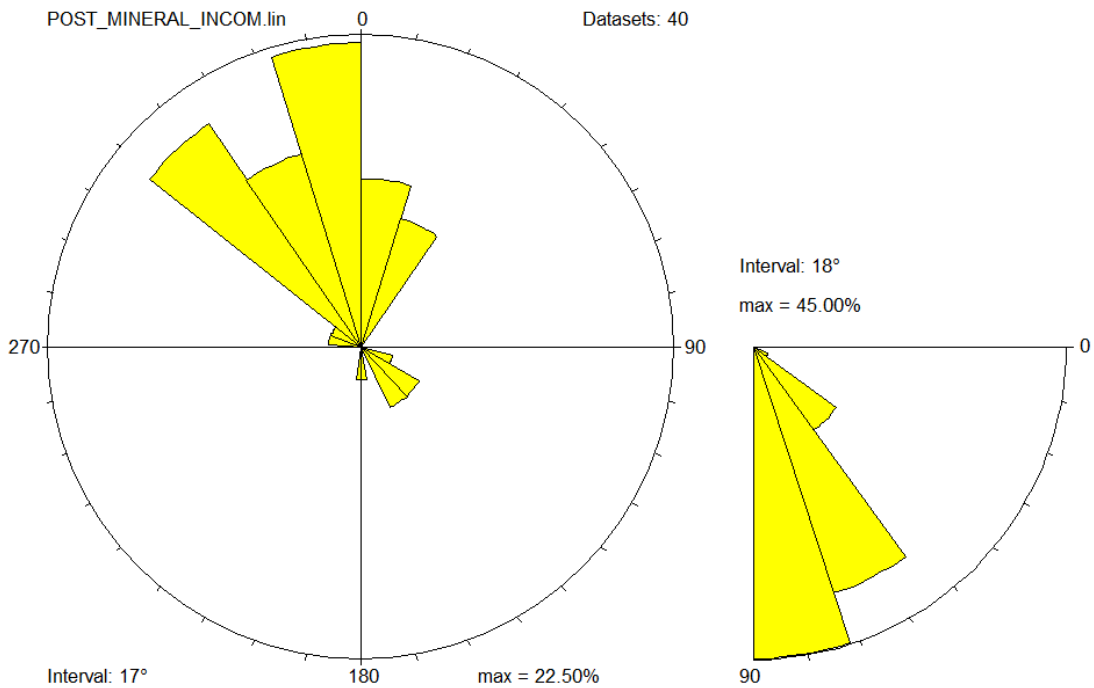
Figura 48 Estereograma del sistema de fallamiento post-mineral.





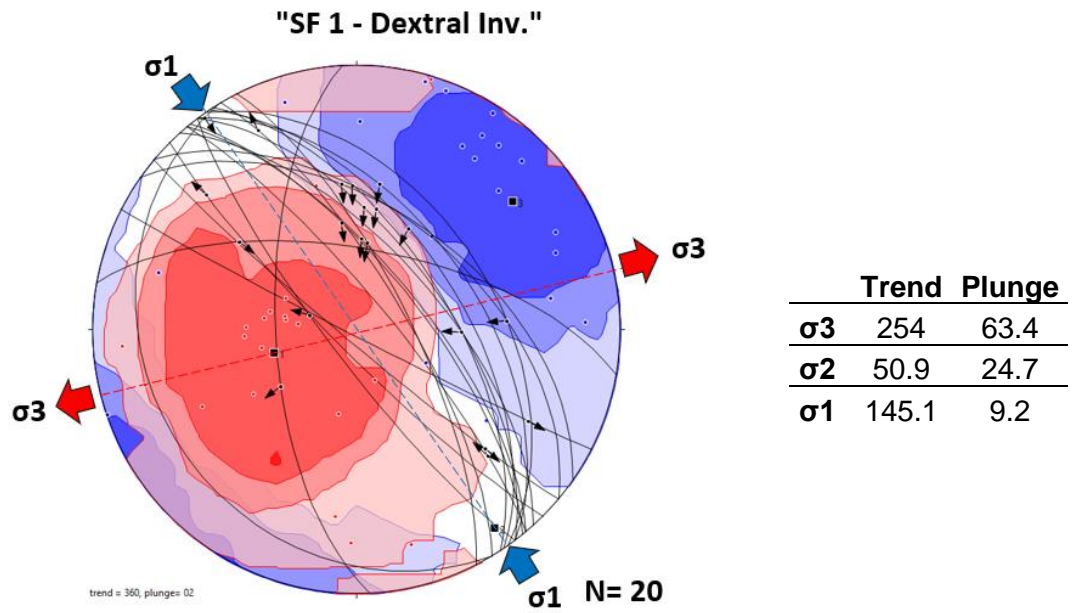
Nota. Estereograma mostrando la orientación promedia de los 3 sistemas de fallamiento, un primer evento denominado SF5 = 321°/69°, donde se encuentran fallas tales como: F. Carmen, F. Daysi, F. Cori y F. Cinco, un segundo evento denominado SF6 = 360°/70°, donde se encuentra la F. Cuba, F. Torres, F. Renzo, F. Melany, F. Verde y la F. Mamani. Elaboración propia.

Figura 49 Diagrama de rosetas del fallamiento post – mineral.



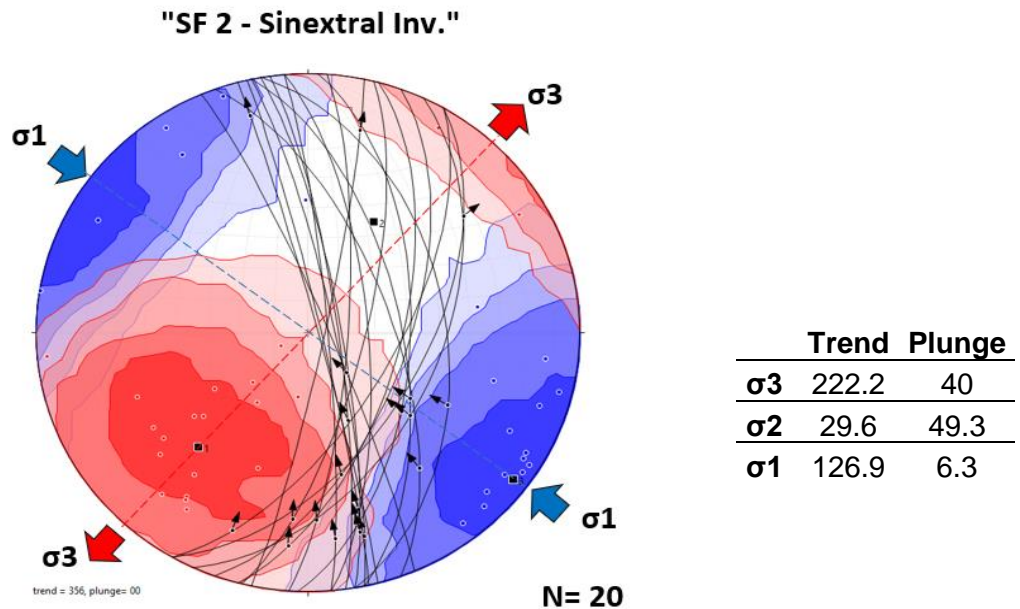
Nota. Gráfico donde se visualiza una tendencia NW de los 3 sistemas de fallamiento post – mineral, con un buzamiento de alto ángulo que oscila entre 70° - 80°. Elaboración propia.

Figura 50 Diagrama de densidad de esfuerzos del fallamiento post-mineral 1.



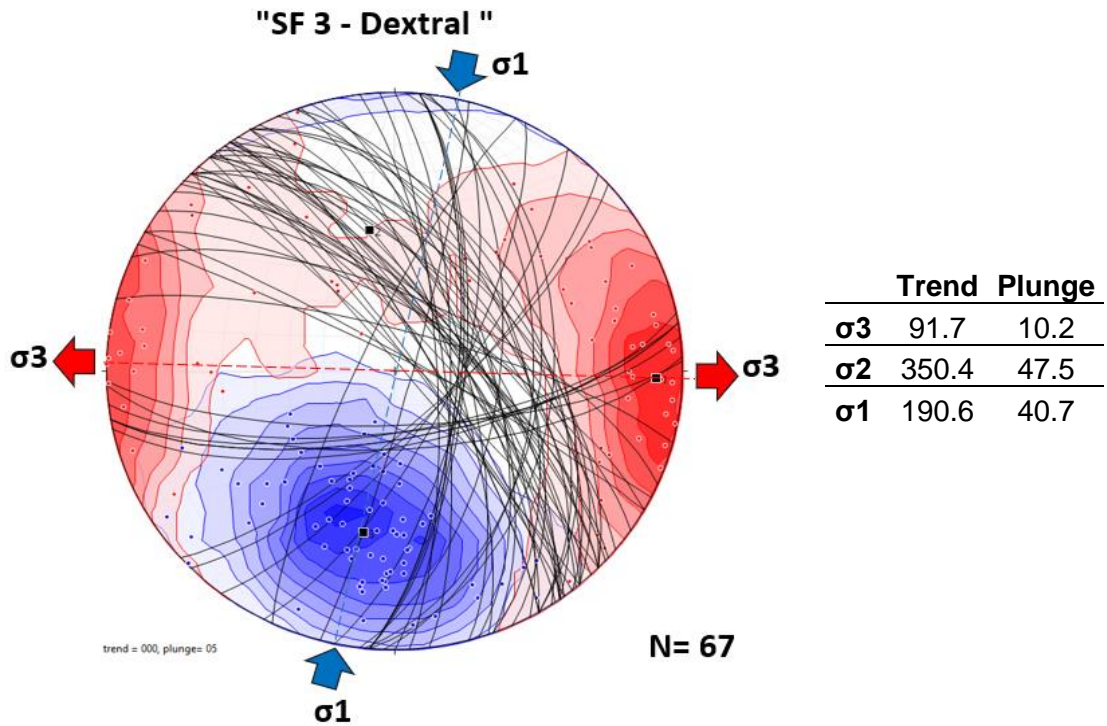
Nota. Diagrama de densidad de esfuerzos mostrando el régimen tectónico compresivo con deslizamiento oblicuo y una cinemática de tipo dextral, asimismo se muestra una compresión máxima $\sigma_1=145^\circ/9^\circ$, asociado a una componente extensional $\sigma_3=120^\circ/59^\circ$. Elaboración propia.

Figura 51 Diagrama de densidad de esfuerzos del fallamiento post-mineral 2.



Nota. Diagrama de densidad de esfuerzos mostrando el régimen tectónico compresivo de desgarre Puro con una cinemática predominante de tipo Sinextral, asimismo se muestra una compresión máxima $\sigma_1=127^\circ/6^\circ$, asociado a una componente extensional $\sigma_3=222^\circ/40^\circ$. Elaboración propia.

Figura 52 Diagrama de densidad de esfuerzos del fallamiento post-mineral 3.



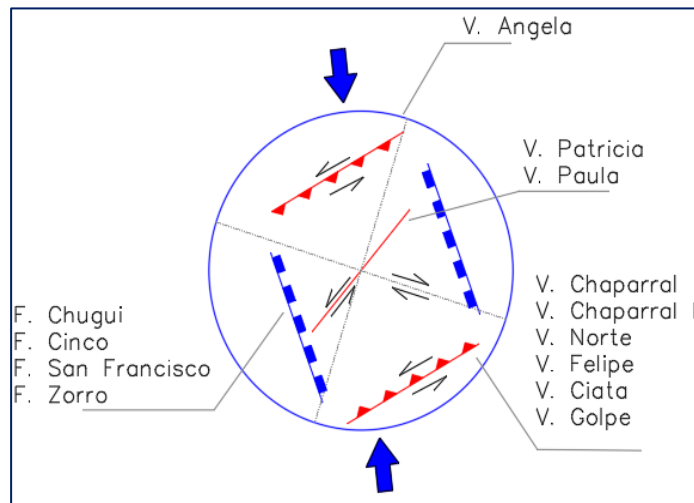
Nota. Diagrama de densidad de esfuerzos mostrando el régimen tectónico compresivo con fallas de desgarre puro y una cinemática predominante de tipo Dextral, asimismo se muestra una compresión máxima $\sigma_1=191^\circ/41^\circ$, asociado a una componente extensional $\sigma_3=92^\circ/10^\circ$.
Elaboración propia.

Figura 53 Eventos tectónicos ligados al depósito mineral “Chaparral”.

		EVENITO I	EVENITO II	EVENITO III	EVENITO IV	EVENITO V
		$\sigma_1=7^\circ/30^\circ$ $\sigma_3=99^\circ/3^\circ$	$\sigma_1=348^\circ/22^\circ$ $\sigma_3=120^\circ/59^\circ$	$\sigma_1=145^\circ/9^\circ$ $\sigma_3=254^\circ/63^\circ$	$\sigma_1=127^\circ/6^\circ$ $\sigma_3=222^\circ/40^\circ$	$\sigma_1=191^\circ/41^\circ$ $\sigma_3=92^\circ/10^\circ$
PRE - MINERAL	SF - 1					
	SF - 2					
SINTECTÓNICA	SF - 3					
	SF - 4					
POST - MINERAL	SF - 5					
	SF - 6					
	SF - 7					
CINEMÁTICA		Dx-Sx	Sinextral Inversa	Dextral Inversa	Inverso Sinextral	Dextral Inversa
ESTRUCTURAS PRINCIPALES			*V. Chaparral *V. Chaparral II *V. Norte *V. Ciata *V. Felipe Arriba *V. Patricia *V. Paula *V. Golpe	* F. Cinco * F. Daysi * F. Cori * F. Carmen * F. Vilma * F. San Francisco	* F. Lobera * F. Valencia	* F. Cuba * F. Torres * F. Renzo * F. Melany * F. Mamani

Nota: Eventos tectónicos ligados al depósito mineral “Chaparral”, siendo el régimen tectónico compresivo el de mayor predominancia, por ende, la mineralización aurífera del proyecto está relacionado a ambientes transtensionales. Elaboración propia.

Figura 54 Modelo Riedel de la mina Chaparral.



Nota. Modelo Riedel de la mina Chaparral, donde están las principales vetas y fallas presentes en el depósito mineral “Chaparral”. Elaboración propia.

4.2.2. Análisis químico

Peso específico

En la unidad minera Golden River Resources, se extrajeron 7 muestras del Nivel 432 – Veta Chaparral, para las pruebas de densidad, siendo los códigos de muestra 236365 y 236366 para densidad de Roca Estéril en Monzogranitos, el código de muestra 236367 para densidad de roca estéril en Andesitas, asimismo los códigos de muestras 236368, 236369, 236371 y 236372 para densidad de la Estructura mineralizada.

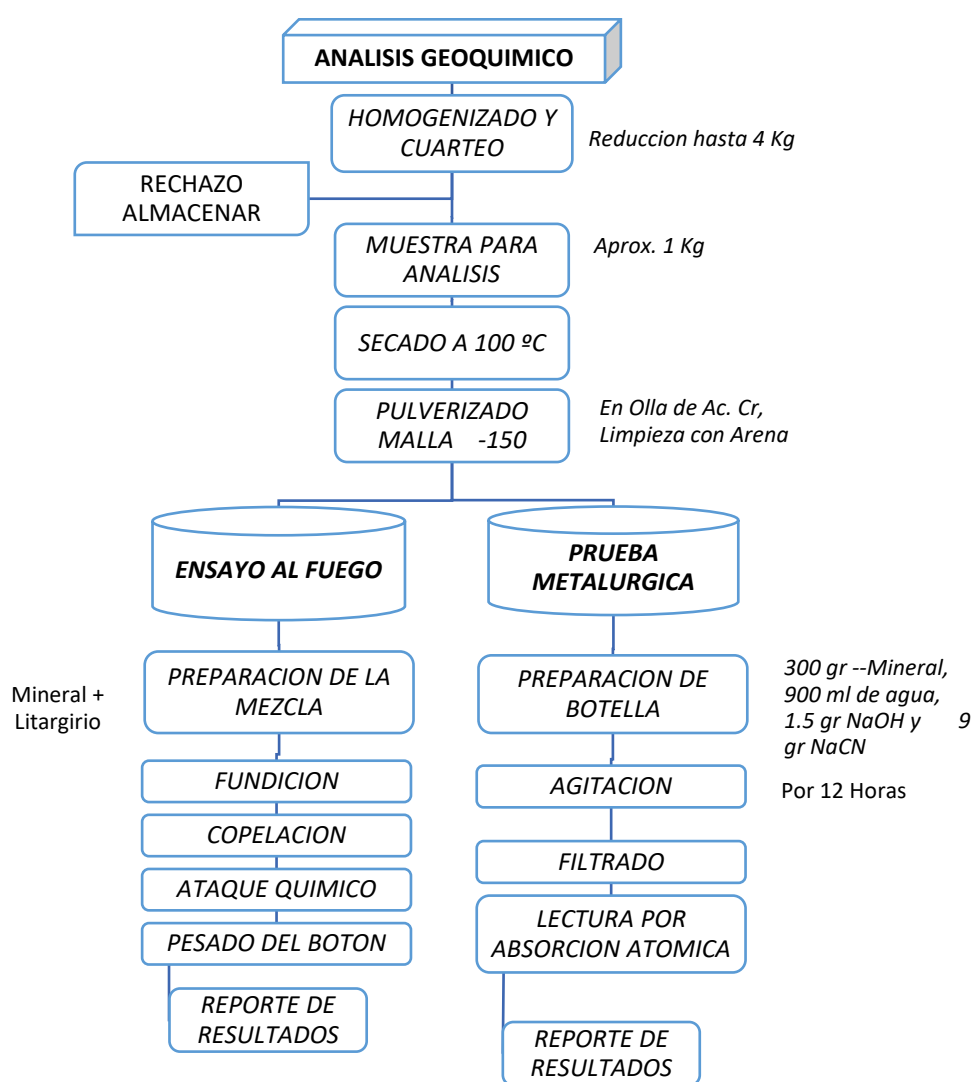
LabjobNo:	FEB0104.R24				
DespatchNo:	Solicitud de análisis del 10-02-2024				
CLIENT:	MINERA CONFIANZA S.A.C.				
# of SAMPLES:	7				
DATE RECEIVED:	10/02/2024				
DATE FINALIZED:	16/02/2024				
PROJECT:	Chaparral				
CERTIFICATE COMMENTS:					
SAMPLE DESCRIPTION	Gravedad Especifica				
	-----	LABOR	NIVEL	OBSERV.	
236365		2.71 GAL 245	Nv 432	Mzgr	
236366		2.72 TJ 844	Nv 432	Mzgr	
236367		2.66 TJ 844	Nv 432	Dique and.	
236368		2.63 TJ 713	Nv 432	Veta	
236369		2.67 TJ 844E	Nv 432	Veta c/caja	
236371		2.62 TJ 561	Nv 432	Veta	
236372		2.68 GAL 930	Nv 432	Veta	
Std 141-A		2.72			
GRAVEDAD ESPECIFICA					
Monzogranito		2.71			
Andesita		2.66			
Veta (Oxidada)		2.65			

Método de ensayo químico

En la unidad minera Golden River Resources, se realizan 2 técnicas analíticas instrumentales, para determinar cuantitativamente la ley de una muestra, debido a los

costos operativos de ensayos, se viene realizando análisis de Oro, Plata, Plomo, Zinc, Hierro y Cobre, por Absorción Atómica, mientras otra pequeña fracción de muestras son analizados por Oro bajo la técnica de “Fire Assays” por el método de Retallas o Newmont.

Figura 55 Flujograma de ensayos químicos.



Nota: Tomado y modificado de PETS del laboratorio de la Minera Confianza.

A) Análisis por Fire Assays – Método Newmont

El proceso comenzó con el pesado inicial de 200 gr de muestra pulverizada, a la cual posteriormente se le realizó un tamizado, a través de una malla con apertura nominal de 106 micrones (WSTyler 150 Mesh), dejando como resultado

un peso de la fracción gruesa +150M y un peso de la fracción fina -150M, ambos volúmenes de muestra fueron sellados y hermetizados para luego ser homogenizados con el fundente (Litargirio), para el caso de la fracción gruesa, se utilizó el peso total de la muestra, mientras que para la fracción fina, se utilizó 2 muestras de 20 gr.

Durante la fundición las 3 mezclas homogenizadas con el fundente, son vertidas a crisoles refractarios de 30 gr. y llevadas al horno de fundición a una temperatura de 850 °C por un periodo de 30 minutos, seguido de 20 minutos a una temperatura de 950 °C y finalmente a 1060 °C durante 30 min. La mezcla fundida resultante fue vertida a una lingotera cónica, con el objetivo de separar el regulo de plomo de las escorias, para finalizar este proceso se tuvo que pesar los régulos de plomo, obteniéndose un peso promedio de 35 gr. Para la fase de copelación, los régulos de plomo fueron vertidos a las copelas # 07 y luego llevados al horno de copelación durante 15 min a 900 °C, de donde se obtienen botones de Dore.

Durante el ataque químico los Dore laminados, son vertidos a crisolitos de porcelana de 15 ml, donde se adiciona 10 ml de HNO₃ al 15%, para ser llevados a la plancha de ataque químico a una temperatura de 120 °C, durante 25 min,

Finalmente, los 3 botones de oro fueron pesados en la Microbalanza, con los datos obtenidos se procedió a calcular la ley promedia.

$$A = \left[\frac{W_{Au}}{W_{Retalla}} \times \frac{W_{Retalla}}{W_{total\ de\ la\ Muestra}} \right] \times 29.167$$

$$B = \left[\frac{\frac{W_{Au\ 1}}{W_{Análisis\ 1}} \times \frac{W_{Au\ 2}}{W_{Análisis\ 2}}}{2} \right] \times \frac{W_{Muestra\ -150m}}{W_{Total\ de\ la\ Muestra}} \times 29.167$$

$$RESULTADO = A + B$$

Donde:

A	=	Promedio Ponderado de Oro en la malla +150m en Oz/Tc
B	=	Promedio Ponderado de Oro en la malla -150m en Oz/Tc
Resultado	=	Promedio Ponderado de Oro en Oz/Tc
W Au	=	Peso en Miligramos del botón de Oro de la malla +150m
W Retalla	=	Peso en gramos de muestra obtenida en malla +150m
W total de la Muestra	=	Peso en gramos del total de la Muestra
W Au 1	=	Peso en miligramos del Botón Au del primer análisis malla -150m
W Au 2	=	Peso en miligramos del Botón Au del segundo análisis malla -150m
W Análisis	=	Peso en gramos tomado para análisis del total de la malla -150
W Muestra -150m	=	Peso total en gramos de muestra obtenida de la malla -150m

B) Base de datos de las técnicas de ensayo

Para contrastar el nivel de incidencia que tienen los resultados de análisis de oro, en la fase de prospección y Estimación de Recursos, se realizaron ensayos geoquímicos a 24 muestras, extraídas en la concesión san francisco N° 07.

Cuadro 8 Reporte de ensayos de la mina Chaparral.

BASE DE DATOS - ANALISIS ORO LIBRE

CODIGO	PESO ENTR	TMH	%H	TMS	Au +150m	Au -150m	PROM PONDER. (Oz/Tc)	gr/tm	Cont. Au. (gr)
002-5905	21.37	21.37	0.89	21.18	0.101	0.262	0.363	12.440	263.483
	21.37	21.37	0.89	21.18	0.086	0.299	0.385	13.193	279.434
	21.37	21.37	0.89	21.18	0.061	0.270	0.331	11.354	240.472
FIRE ASSAY	21.37	21.37	0.89	21.18	0.083	0.277	0.360	12.329	261.130
ABS. ATOMICA	21.37	21.37	0.89	21.18			0.315	10.800	228.737
002-5907	21.08	21.08	0.88	20.894	0.024	0.159	0.183	6.291	131.438
	21.08	21.08	0.88	20.894	0.024	0.203	0.227	7.793	162.828
FIRE ASSAY	21.08	21.08	0.88	20.89	0.024	0.181	0.205	7.042	147.133
ABS. ATOMICA	21.08	21.08	0.88	20.89			0.163	5.588	116.768
002-5908	21.02	21.02	1.75	20.652	0.026	0.129	0.155	5.314	109.749
	21.02	21.02	1.75	20.652	0.016	0.147	0.163	5.588	115.414
FIRE ASSAY	21.02	21.02	1.75	20.65	0.021	0.138	0.159	5.451	112.581
ABS. ATOMICA	21.02	21.02	1.75	20.65			0.16	5.486	113.289
002-5909	23.67	23.67	0.71	23.502	0.024	0.216	0.240	8.221	193.204
	23.67	23.67	0.71	23.502	0.022	0.212	0.233	8.004	188.109
	23.67	23.67	0.71	23.502	0.042	0.205	0.247	8.460	198.820
FIRE ASSAY	23.67	23.67	0.71	23.50	0.029	0.211	0.240	8.228	193.378
ABS. ATOMICA	23.67	23.67	0.71	23.50			0.228	7.817	183.714
002-5911	23.78	23.78	0.54	23.652	0.045	0.202	0.247	8.466	200.225
	23.78	23.78	0.54	23.652	0.056	0.200	0.256	8.779	207.644
FIRE ASSAY	23.78	23.78	0.54	23.65	0.050	0.201	0.251	8.622	203.935
ABS. ATOMICA	23.78	23.78	0.54	23.65			0.233	7.988	188.938
002-5913	23.41	23.41	0.7	23.246	0.017	0.187	0.203	6.967	161.961
	23.41	23.41	0.7	23.246	0.050	0.177	0.228	7.802	181.364

	23.41	23.41	0.7	23.246	0.039	0.184	0.222	7.627	177.304
FIRE ASSAY	23.41	23.41	0.70	23.25	0.035	0.183	0.218	7.465	173.543
ABS. ATOMICA	23.41	23.41	0.70	23.25			0.172	5.897	137.083
002-5915	24.78	24.78	0.85	24.569	0.056	0.294	0.350	11.989	294.563
	24.78	24.78	0.85	24.569	0.053	0.272	0.325	11.152	274.004
	24.78	24.78	0.85	24.569	0.054	0.266	0.320	10.963	269.365
FIRE ASSAY	24.78	24.78	0.85	24.57	0.055	0.277	0.332	11.368	279.311
ABS. ATOMICA	24.78	24.78	0.85	24.57			0.295	10.114	248.496
002-5916	23.97	23.97	1.17	23.69	0.066	0.336	0.402	13.799	326.885
	23.97	23.97	1.17	23.69	0.049	0.392	0.441	15.120	358.179
FIRE ASSAY	23.97	23.97	1.17	23.69	0.058	0.364	0.422	14.459	342.532
ABS. ATOMICA	23.97	23.97	1.17	23.69			0.338	11.588	274.522
002-5917	21.48	21.48	0.56	21.36	0.030	0.190	0.219	7.514	160.496
	21.48	21.48	0.56	21.36	0.030	0.186	0.216	7.398	158.028
	21.48	21.48	0.56	21.36	0.025	0.198	0.223	7.651	163.426
FIRE ASSAY	21.48	21.48	0.56	21.36	0.028	0.191	0.219	7.521	160.650
ABS. ATOMICA	21.48	21.48	0.56	21.36			0.215	7.371	157.448
002-5918	21.62	21.62	0.58	21.495	0.020	0.188	0.209	7.164	153.998
	21.62	21.62	0.58	21.495	0.016	0.184	0.200	6.848	147.206
	21.62	21.62	0.58	21.495	0.016	0.187	0.204	6.989	150.221
FIRE ASSAY	21.62	21.62	0.58	21.49	0.018	0.187	0.204	7.001	150.475
ABS. ATOMICA	21.62	21.62	0.58	21.49			0.174	5.966	128.228
002-5919	23.14	23.14	1.02	22.904	0.028	0.151	0.179	6.132	140.440
	23.14	23.14	1.02	22.904	0.028	0.136	0.164	5.614	128.589
	23.14	23.14	1.02	22.904	0.027	0.143	0.170	5.823	133.370
FIRE ASSAY	23.14	23.14	1.02	22.90	0.028	0.143	0.171	5.856	134.133
ABS. ATOMICA	23.14	23.14	1.02	22.90			0.153	5.246	120.145
002-5920	23.78	23.78	1.03	23.535	0.015	0.156	0.172	5.885	138.510
	23.78	23.78	1.03	23.535	0.019	0.154	0.173	5.923	139.389
	23.78	23.78	1.03	23.535	0.021	0.158	0.179	6.122	144.093
FIRE ASSAY	23.78	23.78	1.03	23.54	0.018	0.156	0.174	5.977	140.664
ABS. ATOMICA	23.78	23.78	1.03	23.54			0.157	5.383	126.683
002-5921	22.44	22.44	0.99	22.218	0.067	0.213	0.280	9.585	212.955
	22.44	22.44	0.99	22.218	0.056	0.196	0.253	8.664	192.503
	22.44	22.44	0.99	22.218	0.073	0.209	0.282	9.664	214.708
FIRE ASSAY	22.44	22.44	0.99	22.22	0.065	0.206	0.271	9.304	206.722
ABS. ATOMICA	22.44	22.44	0.99	22.22			0.244	8.366	185.864
002-5922	23.02	23.02	1	22.79	0.045	0.257	0.303	10.385	236.674
	23.02	23.02	1	22.79	0.064	0.248	0.312	10.697	243.776
FIRE ASSAY	23.02	23.02	1.00	22.79	0.055	0.253	0.307	10.541	240.225
ABS. ATOMICA	23.02	23.02	1.00	22.79			0.291	9.977	227.372
002-5923	23.8	23.8	0.65	23.645	0.046	0.326	0.372	12.744	301.331
	23.8	23.8	0.65	23.645	0.059	0.314	0.374	12.809	302.861
	23.8	23.8	0.65	23.645	0.042	0.316	0.358	12.284	290.469
FIRE ASSAY	23.80	23.80	0.65	23.65	0.049	0.319	0.368	12.612	298.220
ABS. ATOMICA	23.80	23.80	0.65	23.65			0.329	11.280	266.713
002-5924	23.77	23.77	0.86	23.566	0.079	0.308	0.387	13.271	312.743
	23.77	23.77	0.86	23.566	0.104	0.305	0.409	14.034	330.718
	23.77	23.77	0.86	23.566	0.088	0.310	0.398	13.659	321.877
FIRE ASSAY	23.77	23.77	0.86	23.57	0.090	0.308	0.398	13.655	321.779
ABS. ATOMICA	23.77	23.77	0.86	23.57			0.369	12.651	298.132
002-5926	13.28	13.28	1.74	13.049	0.049	0.238	0.287	9.855	128.595

	13.28	13.28	1.74	13.049	0.050	0.233	0.282	9.680	126.315
	13.28	13.28	1.74	13.049	0.041	0.229	0.270	9.257	120.791
FIRE ASSAY	13.28	13.28	1.74	13.05	0.047	0.233	0.280	9.597	125.234
ABS. ATOMICA	13.28	13.28	1.74	13.05			0.25	8.571	111.846
002-5928	16.49	16.49	1.56	16.233	0.014	0.145	0.159	5.447	88.412
	16.49	16.49	1.56	16.233	0.012	0.140	0.152	5.210	84.578
FIRE ASSAY	16.49	16.49	1.56	16.23	0.013	0.142	0.155	5.328	86.495
ABS. ATOMICA	16.49	16.49	1.56	16.23			0.135	4.628	75.133
002-5929	13.26	13.26	0.69	13.169	0.020	0.192	0.212	7.280	95.860
	13.26	13.26	0.69	13.169	0.047	0.177	0.224	7.691	101.279
	13.26	13.26	0.69	13.169	0.034	0.176	0.210	7.200	94.808
FIRE ASSAY	13.26	13.26	0.69	13.17	0.034	0.182	0.216	7.390	97.316
ABS. ATOMICA	13.26	13.26	0.69	13.17			0.2	6.857	90.296
002-5932	13.81	13.81	0.68	13.716	0.056	0.277	0.333	11.425	156.712
	13.81	13.81	0.68	13.716	0.052	0.260	0.312	10.709	146.882
	13.81	13.81	0.68	13.716	0.040	0.265	0.305	10.449	143.314
FIRE ASSAY	13.81	13.81	0.68	13.72	0.049	0.267	0.317	10.861	148.969
ABS. ATOMICA	13.81	13.81	0.68	13.72			0.288	9.874	135.434
002-5934	12.87	12.87	0.99	12.743	0.042	0.341	0.383	13.138	167.410
	12.87	12.87	0.99	12.743	0.062	0.359	0.420	14.402	183.517
	12.87	12.87	0.99	12.743	0.084	0.333	0.416	14.275	181.896
FIRE ASSAY	12.87	12.87	0.99	12.74	0.062	0.344	0.407	13.938	177.608
ABS. ATOMICA	12.87	12.87	0.99	12.74			0.382	13.097	166.888
002-5937	13.55	13.55	0.88	13.431	0.023	0.171	0.194	6.662	89.475
	13.55	13.55	0.88	13.431	0.031	0.173	0.204	6.986	93.833
	13.55	13.55	0.88	13.431	0.019	0.169	0.188	6.458	86.739
FIRE ASSAY	13.55	13.55	0.88	13.43	0.024	0.171	0.195	6.702	90.016
ABS. ATOMICA	13.55	13.55	0.88	13.43			0.208	7.131	95.779
002-5939	13.42	13.42	0.76	13.318	0.033	0.251	0.285	9.755	129.920
	13.42	13.42	0.76	13.318	0.050	0.255	0.305	10.473	139.483
FIRE ASSAY	13.42	13.42	0.76	13.32	0.042	0.253	0.295	10.114	134.701
ABS. ATOMICA	13.42	13.42	0.76	13.32			0.267	9.154	121.914
002-5942	12.12	12.12	0.64	12.042	0.063	0.135	0.198	6.800	81.889
	12.12	12.12	0.64	12.042	0.055	0.139	0.194	6.635	79.896
FIRE ASSAY	12.12	12.12	0.64	12.04	0.059	0.137	0.196	6.717	80.892
ABS. ATOMICA	12.12	12.12	0.64	12.04			0.178	6.103	73.492

Nota: Elaboración propia.

C) Error relativo y coeficiente de variación

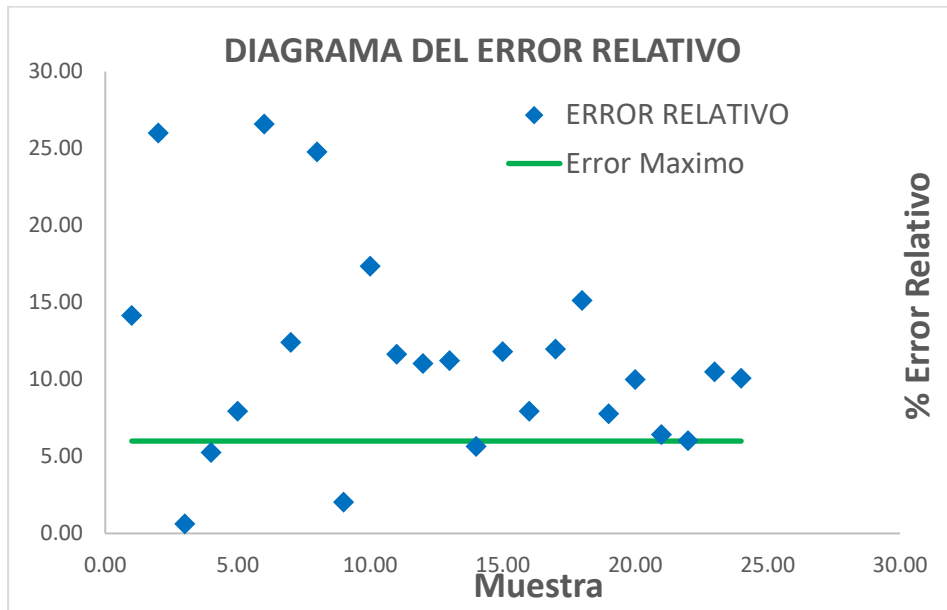
CALCULO DE ERROR RELATIVO - METODOS DE ENSAYOS ANALITICOS

Cuadro 9 *Análisis y cálculo del Error Relativo.*

CODIGO	TMS	Au +150m	Au - 150m	PROM PONDER. (Oz/Tc)	Fire Assay - gr/tm	Absorción Atómica - gr/tm	Error Absoluto	Error Relativo	CV %
002-5905	21.18	0.08	0.28	0.36	12.33	10.80	1.529	14.16	9%
002-5907	20.89	0.02	0.18	0.21	7.04	5.59	1.453	26.00	16%
002-5908	20.65	0.02	0.14	0.16	5.45	5.49	0.034	0.63	0%
002-5909	23.50	0.03	0.21	0.24	8.23	7.82	0.411	5.26	4%
002-5911	23.65	0.05	0.20	0.25	8.62	7.99	0.634	7.94	5%
002-5913	23.25	0.04	0.18	0.22	7.47	5.90	1.568	26.60	17%
002-5915	24.57	0.05	0.28	0.33	11.37	10.11	1.254	12.40	8%
002-5916	23.69	0.06	0.36	0.42	14.46	11.59	2.871	24.77	16%
002-5917	21.36	0.03	0.19	0.22	7.52	7.37	0.150	2.03	1%
002-5918	21.49	0.02	0.19	0.20	7.00	5.97	1.035	17.35	11%
002-5919	22.90	0.03	0.14	0.17	5.86	5.25	0.611	11.64	8%
002-5920	23.54	0.02	0.16	0.17	5.98	5.38	0.594	11.04	7%
002-5921	22.22	0.07	0.21	0.27	9.30	8.37	0.939	11.22	8%
002-5922	22.79	0.05	0.25	0.31	10.54	9.98	0.564	5.65	4%
002-5923	23.65	0.05	0.32	0.37	12.61	11.28	1.332	11.81	8%
002-5924	23.57	0.09	0.31	0.40	13.65	12.65	1.003	7.93	5%
002-5926	13.05	0.05	0.23	0.28	9.60	8.57	1.026	11.97	8%
002-5928	16.23	0.01	0.14	0.16	5.33	4.63	0.700	15.12	10%
002-5929	13.17	0.03	0.18	0.22	7.39	6.86	0.533	7.77	5%
002-5932	13.72	0.05	0.27	0.32	10.86	9.87	0.987	9.99	7%
002-5934	12.74	0.06	0.34	0.41	13.94	13.10	0.841	6.42	4%
002-5937	13.43	0.02	0.17	0.20	6.70	7.13	0.429	6.02	4%
002-5939	13.32	0.04	0.25	0.30	10.11	9.15	0.960	10.49	7%
002-5942	12.04	0.06	0.14	0.20	6.72	6.10	0.615	10.07	7%

Nota. Análisis y cálculo del Error Relativo, donde se visualiza, un error relativo promedio de 11.43% y un coeficiente de variación de 8%, resultados que superan el nivel de Significancia de 5% para un nivel de confianza del 95%. Elaboración propia.

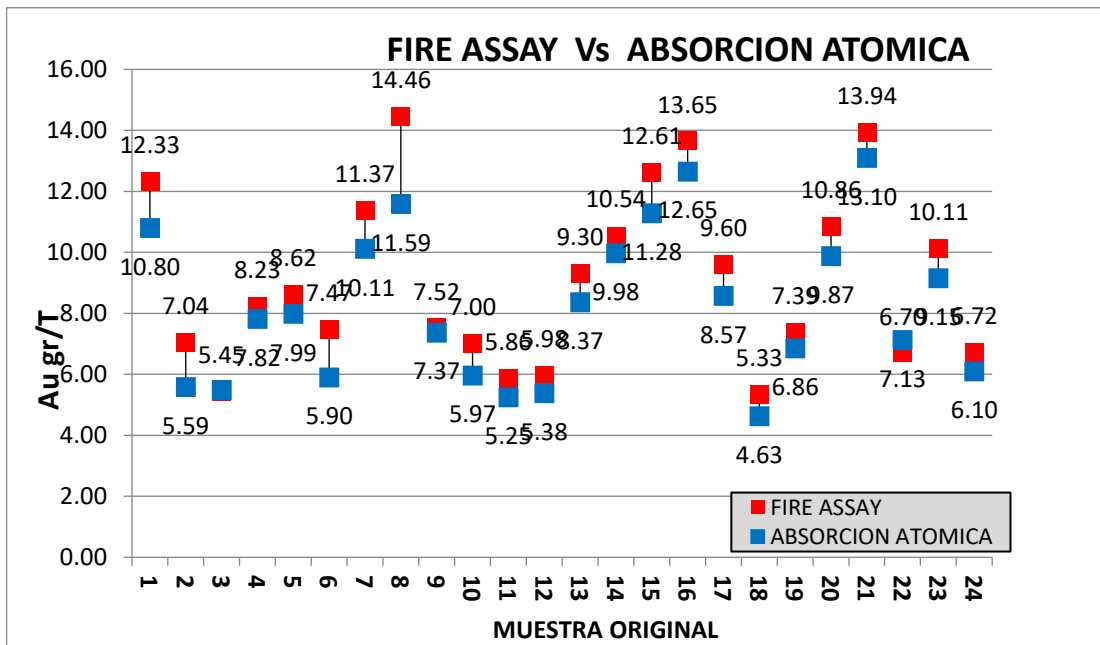
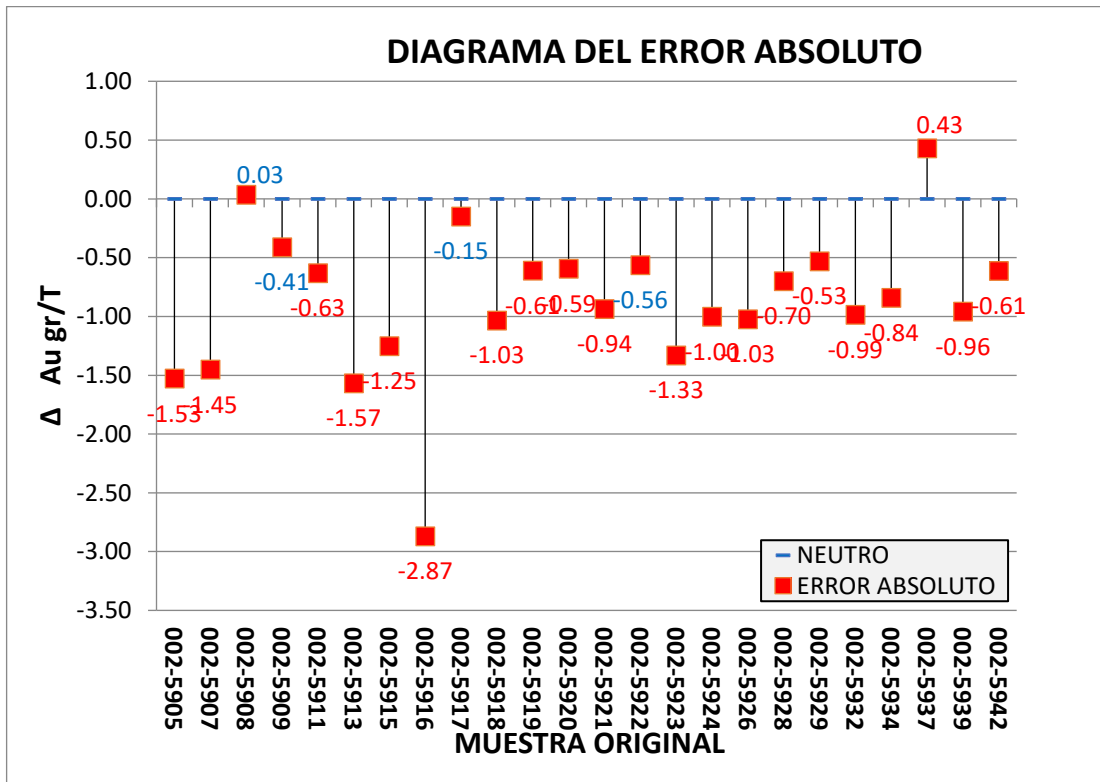
Figura 56 Diagrama del Error relativo entre 2 métodos de ensayos.



RESULTADOS ESTADISTICOS	
N° DATOS:	24
% H	0.92
PESO PROM. (+150)	0.04
PESO PROM. (-150)	0.22
% ERROR RELATIVO	13.04
CV %	8%
% Au - Grueso	16.29
% Au - Fino	83.71

Nota. Diagrama del Error relativo entre 2 métodos de ensayos, donde se muestra que el error relativo porcentual supera el nivel de significancia de 5%. Elaboración propia.

Figura 57 Diagramas de error absoluto entre Fire Assay y Absorción Atómica.



Nota. Diagramas de error absoluto entre Fire Assay y Absorción Atómica, donde se puede observar superioridad de valores de leyes de Au, con respecto al método de absorción atómica. Elaboración propia.

4.2.3. Estimación de recursos y reservas

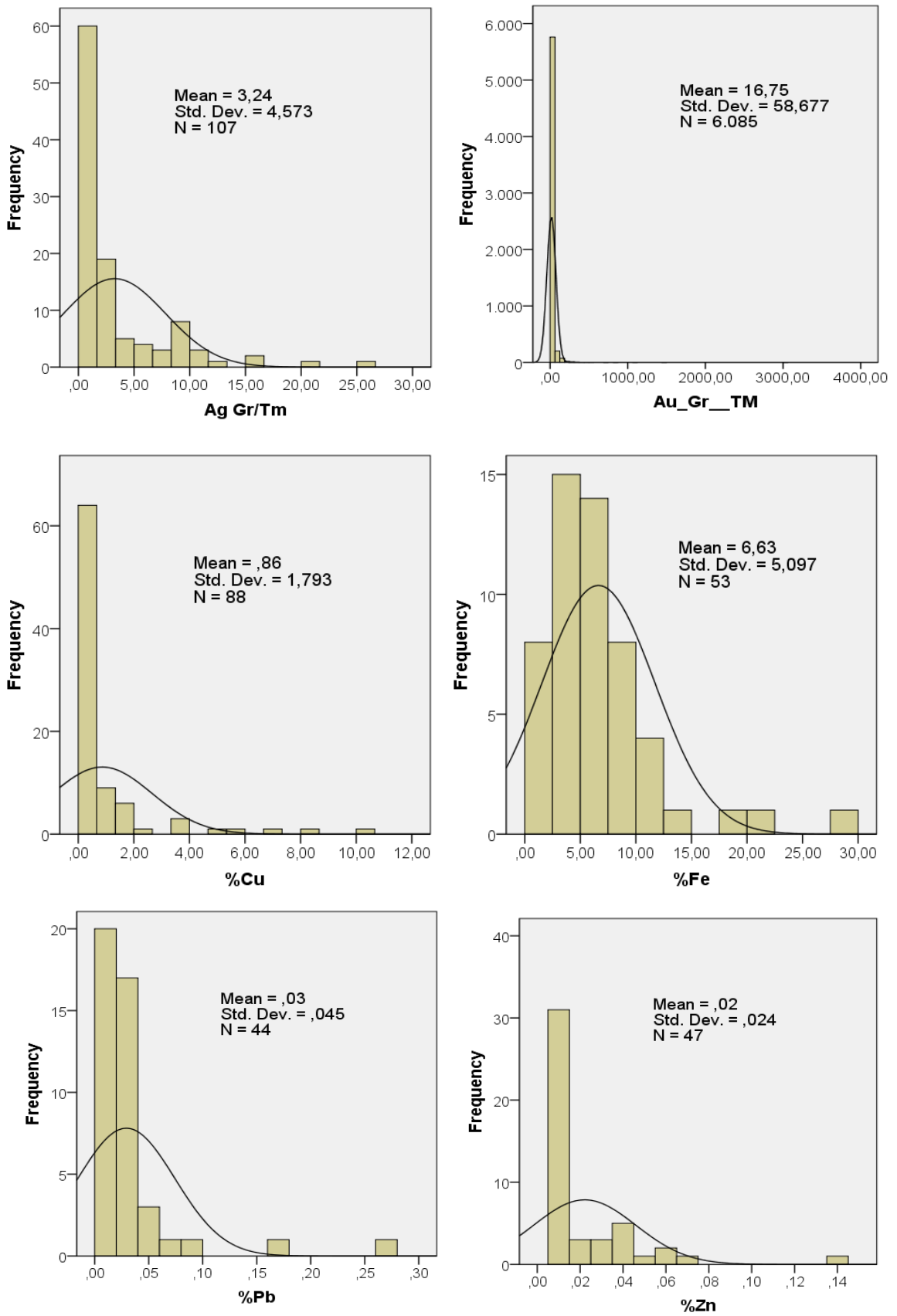
Análisis exploratorio de datos

En la unidad minera Golden River Resources, después de una selección y validación de la información de muestreo, se realizó el tratamiento estadístico a 6085 muestras, con resultados de leyes de Au, Ag, Pb, Zn, Fe y Cu.

A) Estadígrafos de frecuencia

Los histogramas presentan una distribución Simétrica (Normal), para los elementos de Pb y Zn, donde las medidas de tendencia central alcanzan los 0.02 % en promedio, mientras que, para los elementos de Cu, Ag, Fe y Au, la distribución es asimétrica (Log-Normal), sesgada a la derecha, con una variabilidad moderada a excepción del histograma con leyes de oro, donde se visualiza una alta variabilidad con una desviación estándar de 59 gr/tm.

Figura 58 Histogramas de los principales elementos de la mina Chaparral.



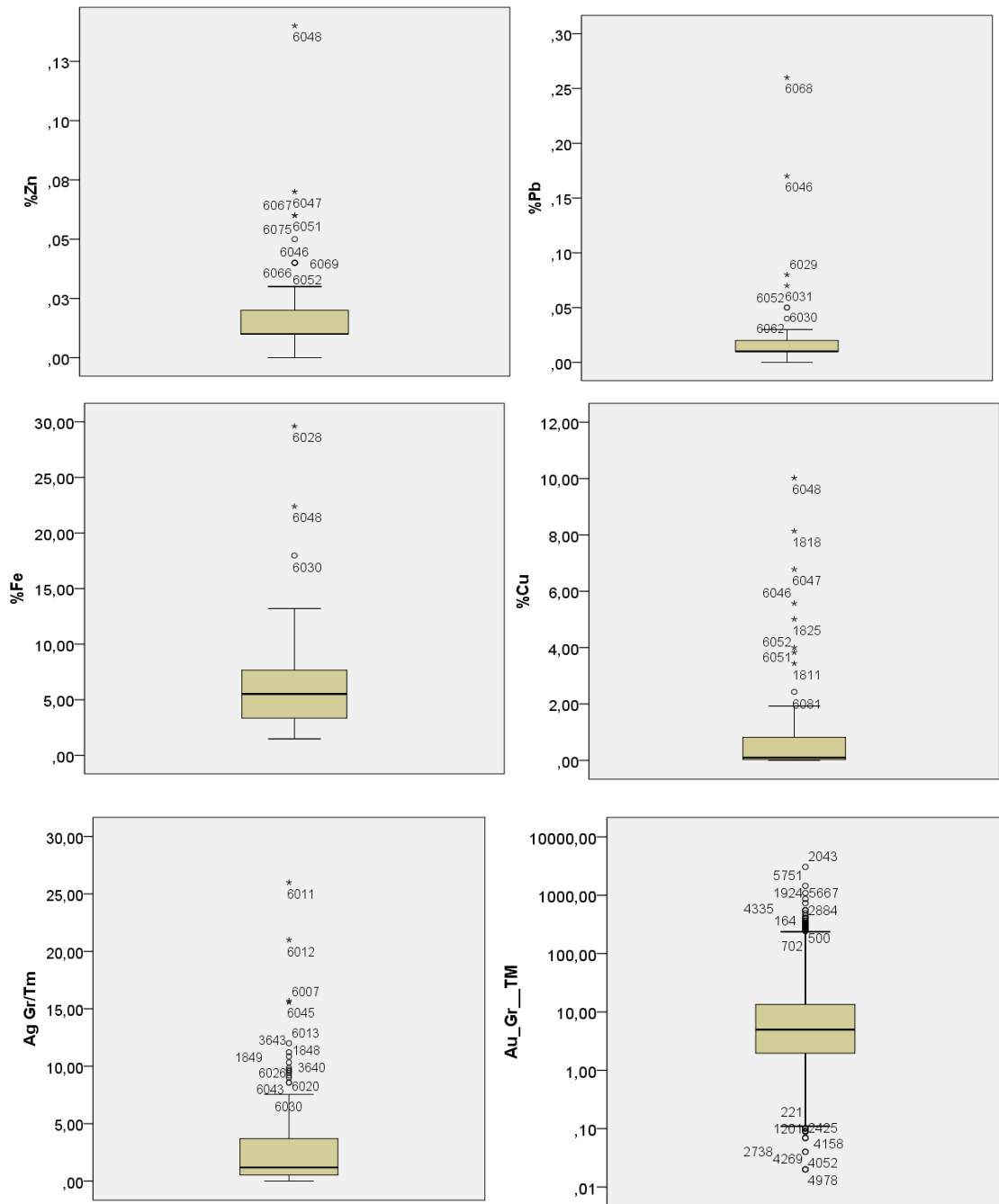
Nota: Elaboración propia usando IBM SPSS Statistics 20.

B) Diagramas de Boxplot

Los diagramas de cajas y bigotes para los elementos del Zn, Pb, Fe, Cu y Ag, fueron procesados con una escala lineal, identificándose en ello una distribución asimétrica positiva, donde las medidas de tendencia central están dentro del Q1 a excepción del diagrama para el elemento Fe, donde se observa distribución simétrica, con estadígrafos de tendencia central ubicados en el Q2, mientras que para el caso del oro se ha procesado con una escala logarítmica, para lograr una distribución simétrica.

Con respecto a los Outliers, los diagramas muestran valores atípicos moderados representados con un marcador circular, las cuales se ubican fuera de los bigotes, a $Q3 + 1.5 \cdot IQR$, mientras los valores atípicos extremos están representados por un (*), ubicándose a una distancia de $Q3 + 3 \cdot IQR$.

Figura 59 Diagrama de cajas y Bigotes de los principales elementos.



Nota: Elaboración propia usando IBM SPSS Statistics 20.

C) Acotamientos de altos erráticos

Los datos geoquímicos en la mina Chaparral, presentan una distribución Log-normal, es por ello necesario la transformación de la data a Log10, con ayuda del Software "SPSS 20", en base al percentil 95, se estimó los outliers para los elementos Ag, Pb, Zn, Cu y Fe, mientras para el Au, se trabajó con el percentil

97.5, al término de esto, se realizó una regresión de la transformación a valores normales, con lo cual se procedió a realizar el Capping, donde los outliers fueron reemplazados por los promedios del percentil 95 y 97.5.

Cuadro 10 Estadística Descriptiva de datos log-transformados.

Statistics sin Capping - Datos Log. Transformados

	Au_gr/tm	Ag_gr/tm	% Cu	% Fe	% Pb	% Zn
# N - validos	6084	107	88	53	44	47
# N - Perdidos	1	5978	5997	6032	6041	6038
Mean	5.48	1.46	0.17	5.36	0.02	0.02
Median	4.97	1.22	0.12	5.52	0.02	0.01
Std. Deviation	4.08	3.57	6.19	1.91	2.20	2.06
Minimum	0.02	0.07	0.01	1.48	0.01	0.01
Maximum	3059.22	26.39	10.02	29.61	0.26	0.14
Percentil 25 o Q1	1.95	0.51	0.04	3.25	0.01	0.01
Percentil 50 o Q2	4.97	1.22	0.12	5.52	0.02	0.01
Percentil 75 o Q3	13.48	3.96	0.83	7.89	0.02	0.03
Percentil 95	66.11	11.59	5.31	19.20	0.14	0.07
Percentil 97.5	112.37	17.23	7.81	26.85	0.25	0.12
IQR	11.53	3.45	0.79	4.64	0.01	0.02
Lim. Sup. Outliers Mod.	30.77	9.14	2.03	14.86	0.04	0.06

Statistics con Capping - Datos Log. Transformados

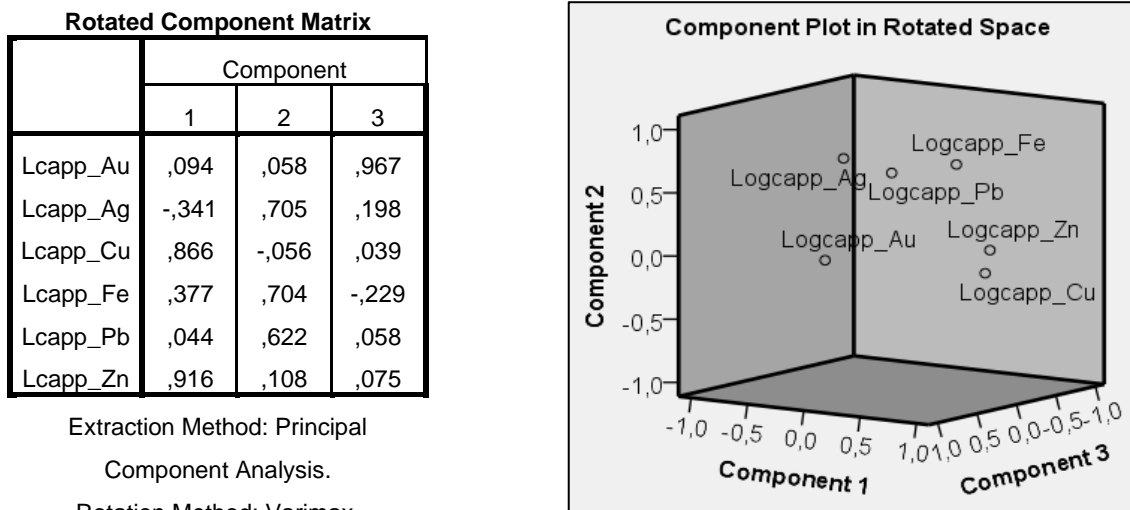
	Au_gr/tm	Ag_gr/tm	% Cu	% Fe	% Pb	% Zn
# N - validos	6084	107	88	53	44	47
# N - Perdidos	1	5978	5997	6032	6041	6038
Mean	5.41	1.44	0.17	5.30	0.02	0.02
Median	4.97	1.22	0.12	5.52	0.02	0.01
Std. Deviation	3.95	3.44	6.00	1.86	2.08	1.98
Minimum	0.02	0.07	0.01	1.48	0.01	0.01
Maximum	112.37	11.59	5.31	19.20	0.14	0.07
Percentil 25 o Q1	1.95	0.51	0.04	3.25	0.01	0.01
Percentil 50 o Q2	4.97	1.22	0.12	5.52	0.02	0.01
Percentil 75 o Q3	13.47	3.96	0.83	7.89	0.02	0.03
Percentil 95	66.01	11.44	5.17	18.33	0.12	0.07
Percentil 97.5	111.97	11.59	5.31	19.20	0.14	0.07

Nota. Elaboración propia usando IBM SPSS Statistics 20.

D) Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales con rotación muestra 3 asociaciones metalíferas principales, un primer evento de ensamble polimetálico de Cu-Zn, ubicada en el componente 1 con carga superior a 0.8, un segundo evento de ensamble polimetálico de Ag-Pb-Fe, ubicada en la componente 2 con carga > 0.66, y un evento independiente ubicado en la componente 3 con carga igual a 0.9, lo que podría inferir un control geológico independiente como venillas tardías de Cuarzo.

Figura 60 Grafico de análisis de componentes principales en espacios rotados.



Nota: Elaboración propia usando IBM SPSS Statistics 20.

E) Coeficiente de correlación

Se trabajo con datos Log-Transformados y con capping, siendo el más óptimo para este caso la correlación de Pearson, según el grafico los datos presentan una correlación lineal débil, destacando el ensamble de Ag-Au, Fe-Zn y Ag-Cu, que presentan una correlación moderada directamente proporcional, a excepción de la correlación de Ag-Cu, que tiende a ser inversamente proporcional y finalmente el ensamble de Cu-Zn, presentan una correlación fuerte directamente proporcional.

Figura 61 Grafico de correlación de Pearson.

Correlación de Pearson - Datos Log-Transformados							
	Au	Ag	Cu	Fe	Pb	Zn	Correlación
Au	1						0.0 - 0.3 Débil
Ag	0.32	1					0.3 - 0.5 Moderada
Cu	-0.06	-0.30	1				0.5 - 0.7 Fuerte
Fe	-0.01	0.21	0.17	1			0.7 - 0.9 Muy Fuerte
Pb	0.12	0.13	0.05	0.18	1		0.9 - 1.0 Lineal
Zn	0.22	-0.12	0.66	0.37	0.06	1	

Nota: Elaboración propia usando IBM SPSS Statistics 20, con un nivel de significancia de 0.12 (Zn-Au).

Análisis estructural variográfico

Se trabajo con 3383 muestras de la Veta Chaparral, obtenidas sistemáticamente de canales espaciadas a 2 m,; debido a una baja correlación del Au y otros elementos, se realizó el análisis Univariable del Au, en la veta Chaparral, asimismo los outliers presentes fueron tratados con el percentil 97.5, para luego ser transformadas a Logarítmicas, con el objetivo de normalizar la distribución y reducir varianza que afecte la estabilidad del Variograma.

A) Determinando anisotropía

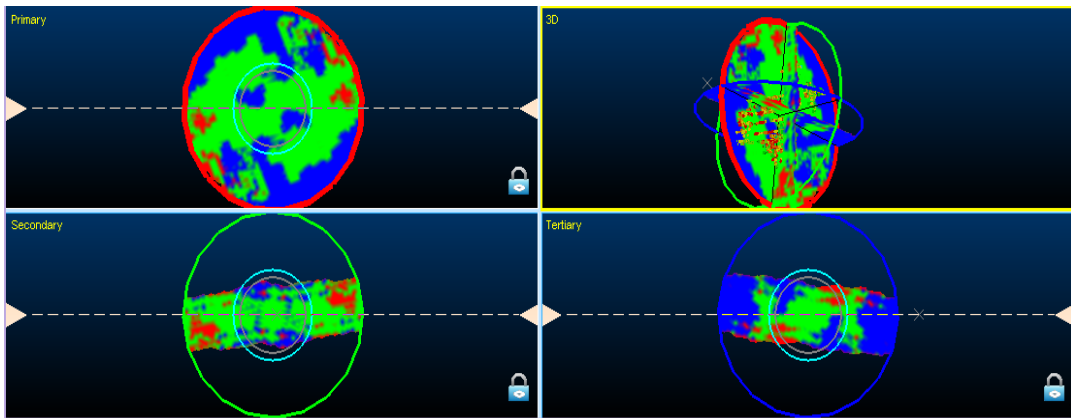
Los parámetros usados durante el proceso de investigación anisotrópica, fueron un espaciamiento máximo entre las muestras de 782.08 m; un intervalo máximo de 391.04 m; para un Lag de 20 m, con ello se procedió a crear el mapa anisotrópico en 3D, lo cual dio como resultado los ángulos de anisotropía:

Angulo 1 → Eje Z → 16.38°;

Angulo 2 → Eje X → 61.82°;

Angulo 3 → Eje Y → 56.58°

Figura 62 Mapa Anisotrópico en 3D de la veta Chaparral.

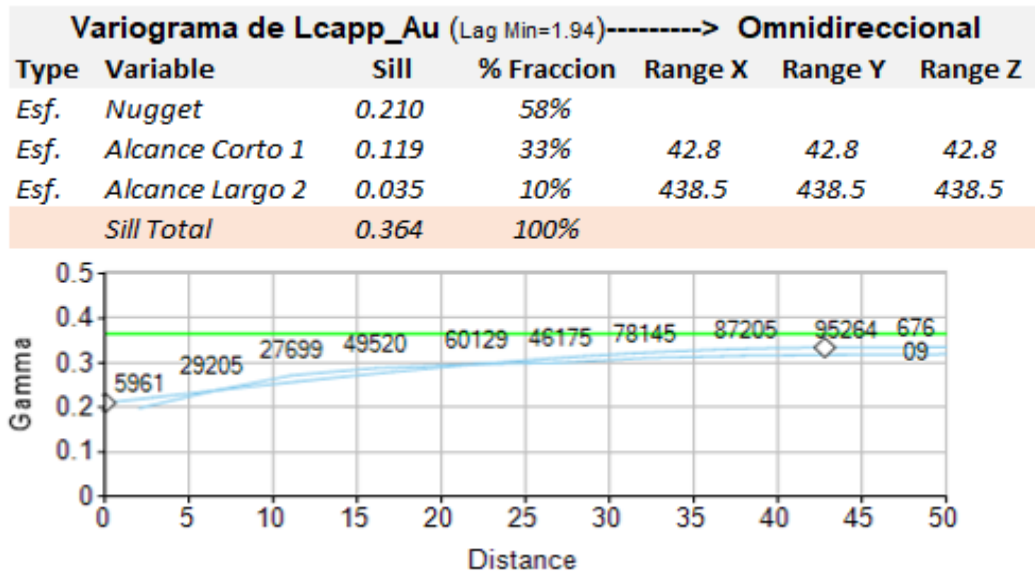


Nota: Elaboración propia usando Studio RM.

B) Variograma omnidireccional

Con el objetivo de definir la continuidad espacial y el alcance preliminar verificando la existencia de una estructura, se calculó el Variograma omnidireccional, usando distancias máximas de Lag de 391.04 m y un Lag mínimo de 2 m, rotados según los ángulos de anisotropía, con tolerancias angulares de 22.5° y un número mínimo de 30 pares por cada "Lag".

Figura 63 Variograma omnidireccional.



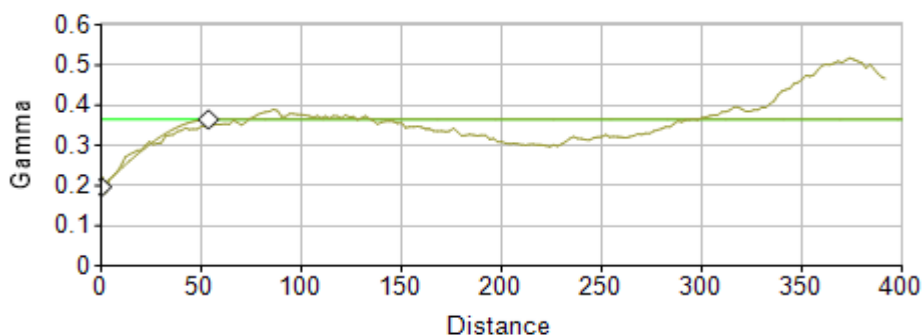
Nota. Variograma omnidireccional donde se aprecia la existencia de estructura, con una fracción Nugget de 58%, lo cual se encuentra dentro del rango aceptable para depósitos Vetiformes de Oro. Elaboración propia usando Studio RM.

C) Variograma direccional

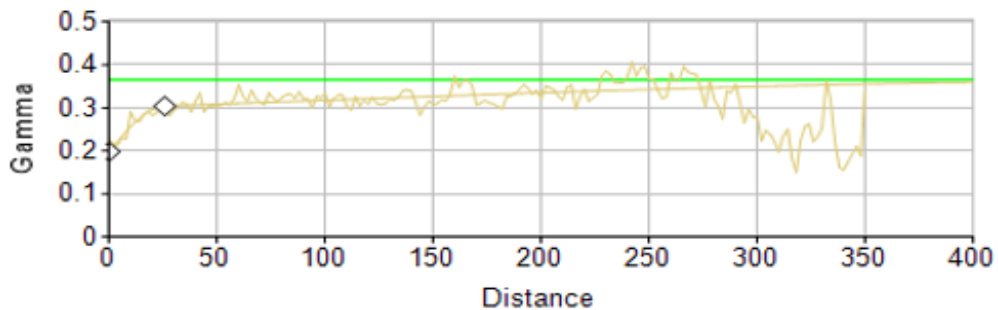
Se prepararon 8 Variogramas direccionales con el objetivo de definir el tipo de anisotropía y los rangos tanto largos como cortos que definirán la elipse de búsqueda que se utilizara para la estimación, siendo en la horizontal a 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150° y en la vertical a 0° y 180° con inclinaciones de -90°; los parámetros de cálculo fueron los mismos del Variograma omnidireccional, siendo los Variogramas a 60°, 150° en la horizontal y 90° en la vertical, donde se observaron un mejor comportamiento de la estructura, con una restricción de 30, como número mínimo de pares, asimismo se puede visualizar una estabilidad de la meseta total y una variabilidad del rango a las diferentes direcciones, lo cual indica una anisotropía Geométrica.

Figura 64 Variogramas direccionales de 60°, 150° y la vertical.

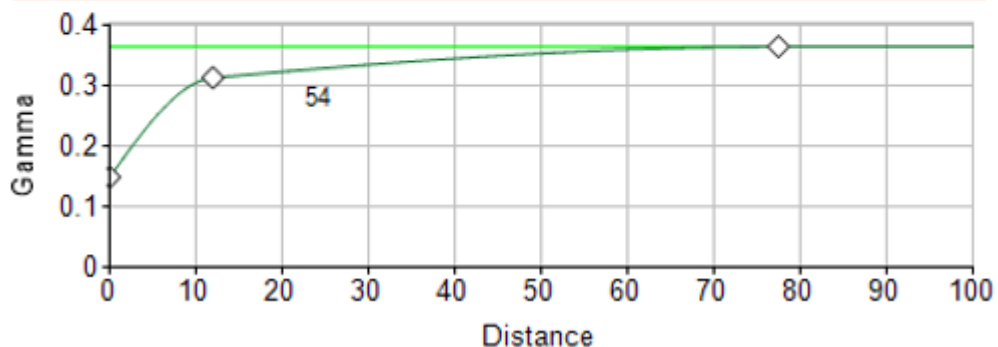
Variograma de Lcapp_Au (Lag Min=1.94)-----> Direccional 60°/0°		Sill	% Fraccion	Range X	Range Y	Range Z
Esf.	Nugget	0.196	54%			
Esf.	Alcance Corto 1	0.168	46%	53.5	53.5	53.5
Sill Total		0.364	100%			



Variograma de Lcapp_Au (Lag Min=1.94)-----> Direccional 150°/0°						
Type	Variable	Sill	% Fraccion	Range X	Range Y	Range Z
Esf.	Nugget	0.198	54%			
Esf.	Alcance Corto 1	0.101	28%	25.9	25.9	25.9
Esf.	Alcance Corto 2	0.065	18%	520.7	520.7	520.7
Sill Total		0.364	100%			



Variograma de Lcapp_Au (Lag Min=1.94)-----> Direccional -/90°						
Type	Variable	Sill	% Fraccion	Range X	Range Y	Range Z
Esf.	Nugget	0.149	41%			
Esf.	Alcance Corto 1	0.149	41%	12	12	12
Esf.	Alcance Corto 2	0.067	18%	77.5	77.5	77.5
Sill Total		0.365	100%			



Nota. Variogramas direccionales de 60°, 150° y la vertical, mostrando estabilidad de la Meseta y la variabilidad del Alcance, indicando una anisotropía Geométrica. Elaboración propia usando Studio RM.

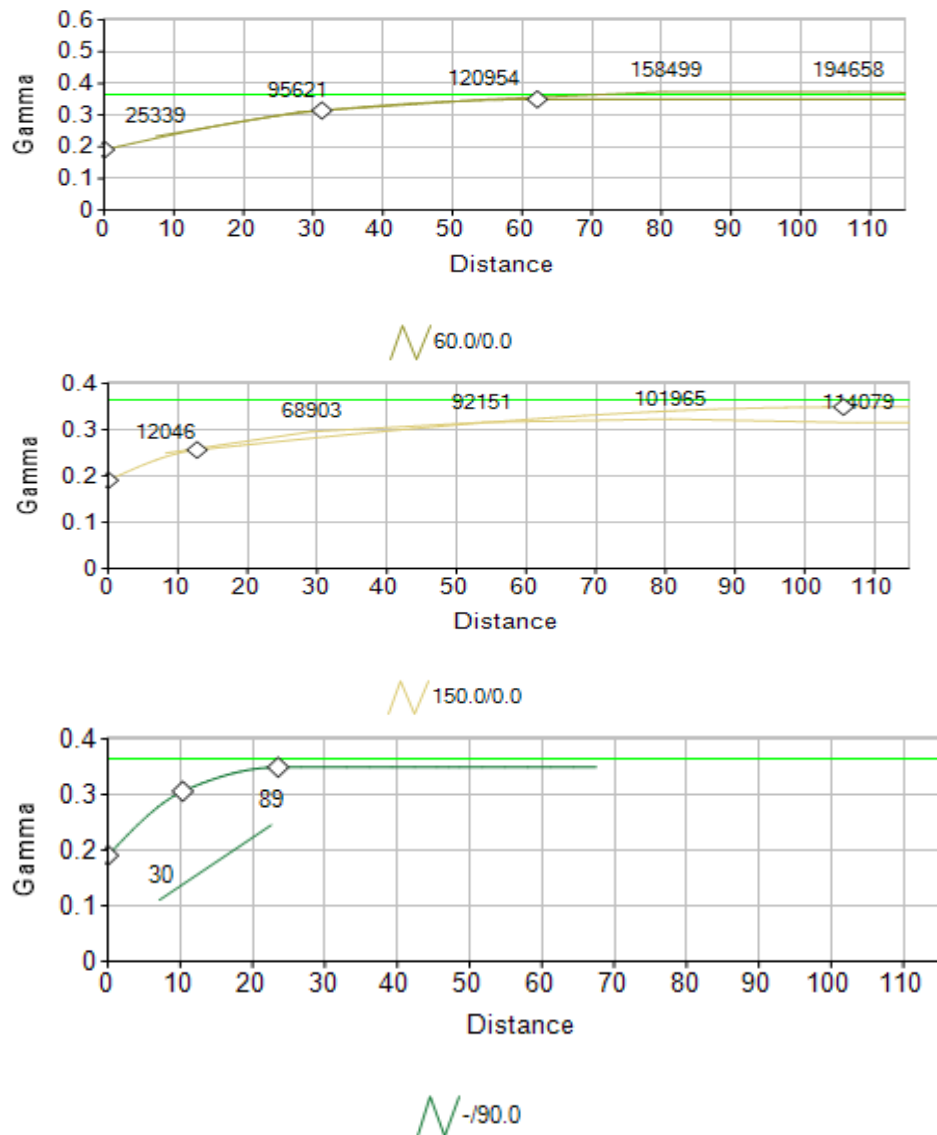
D) Ajuste del variograma experimental y elipse de búsqueda

El Ajuste del Variograma experimental se realizó en base a la fracción “Nugget” y de la Anisotropía Geométrica que presentan los Variogramas direccionales de 60°, 150° y la vertical, dentro de la región del “Sill Parcial”, se evidencio la presencia de 2 escalas de continuidad, es por ello que el modelado del Variograma experimental se ajustó a un modelo esférico con 2 estructuras,

restringidas a un número mínimo de 30 pares con intervalos de 2 m (1.94), como resultado se obtuvo un rango corto y otro largo, que se usara para definir los radios de la elipse de búsqueda, que darán soporte a la estimación.

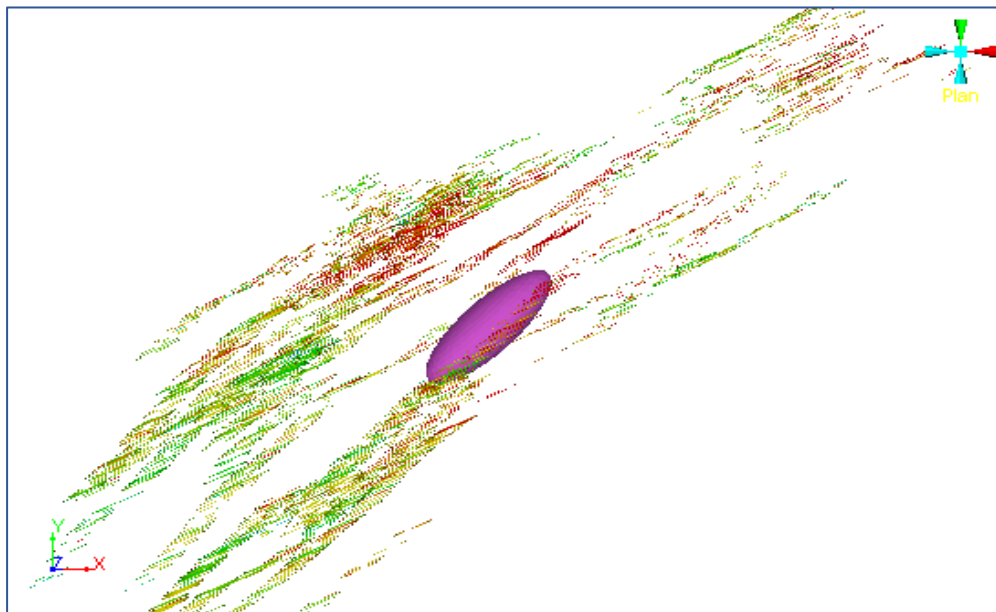
Figura 65 Variograma Experimental ajustado.

Ajuste del Variograma Experimental de Lcapp_Au (Lag Min=1.94)				Range	Range	Range
Type	Variable	Sill	% Fraccion	X	Y	Z
Esf.	Nugget	0.191	55%			
Esf.	Alcance Corto	0.045	13%	12.8	31.2	10.3
Esf.	Alcance Largo	0.113	32%	105.6	62.2	23.6
	Sill Total	0.349	100%			



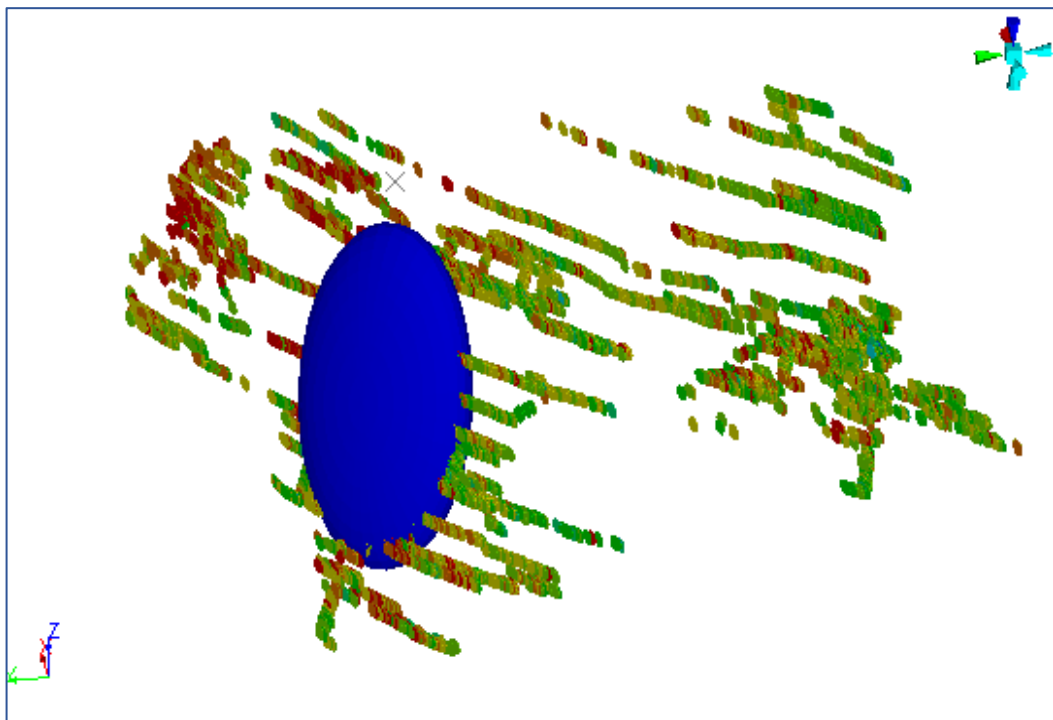
Nota. Variograma Experimental ajustado, donde los Variogramas direccionales de 60°, 150° y la vertical, muestran una estabilidad de la Meseta y un ajuste al modelo teórico esférico. Elaboración propia usando Studio RM.

Figura 66 *Elipse de búsqueda local sobre la veta Chaparral.*



Nota. Elipse de búsqueda sobre la veta Chaparral, con radios de Alcance corto $X= 12.8$; $Y= 31.2$ y $Z=10.3$, mostrando correlación espacial a lo largo del rumbo de la veta y validando que el espaciamiento de muestreo de 2 m, es óptimo, ya que la quinta parte del rango mínimo del alcance corto, alcanza a 2.06 m. Elaboración propia usando Studio RM.

Figura 67 *Elipse de búsqueda distrital sobre la veta Chaparral.*



Nota. Elipse de búsqueda sobre la veta Chaparral, con radios de Alcance Largo $X= 105.6$; $Y= 62.2$ y $Z=23.6$, mostrando correlación espacial a lo largo del Buzamiento de la veta. Elaboración propia usando Studio RM.

Modelo geológico y estimación de recursos

El modelo Geológico agrupo información de mapeo superficial y subterráneo de los niveles principales, Secciones longitudinales por cada estructura mineralizada, Secciones maestras con intervalos de 20 m y 6085 muestras de canales tanto de interior mina como de superficie.

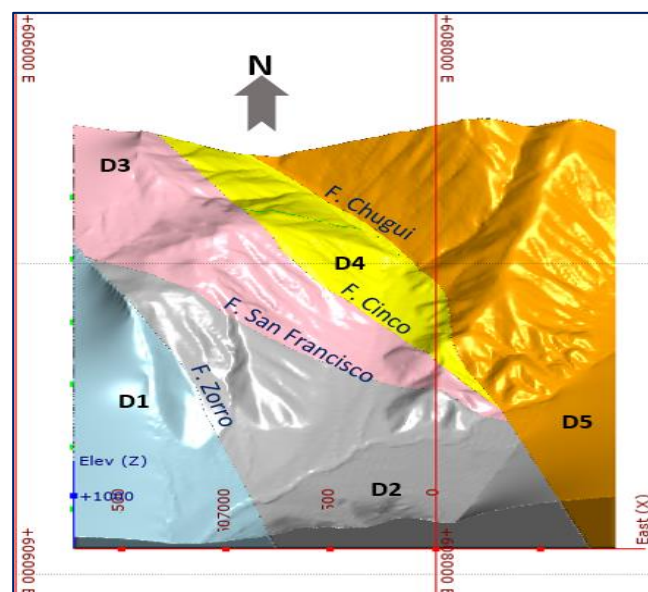
A) Modelo estructural

El modelo estructural partió con la identificación de fallas principales que presentan una zona de daño > a 0.5 m y desplazamientos > a 15 m, donde destacaron los fallamientos de orientación NW con buzamientos de 75°NE, siendo la de escala distrital la falla Chugui, denotando así 5 dominios, que luego fueron modeladas en Leapfrog (Ver Anexos – Figura 34).

Falla	Azimut	Buz.	K	Zf	Desplazamiento
Falla Cinco	322	72	Dx	0.5	25 m
Falla Chugui	320	78	Dx	0.8	>30 m
Falla San Francisco	292	86	Dx	0.65	20 m aprox
Falla Zoro	339	73	Dx	0.5	25 m

Nota: Elaboración propia.

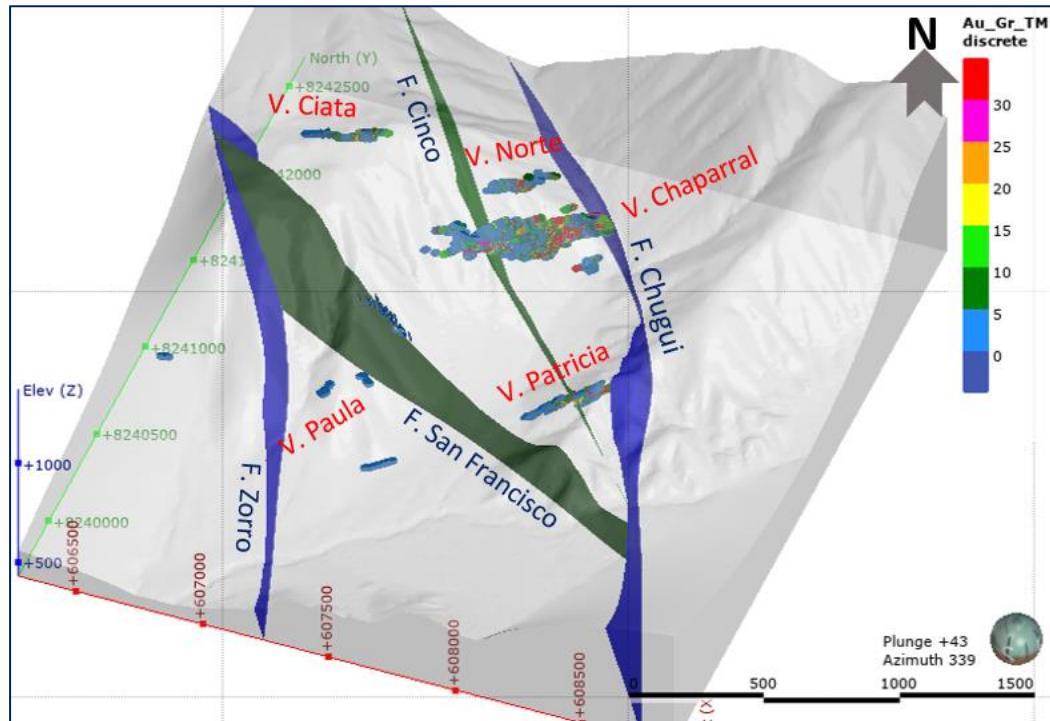
Figura 68 Vista en 3D de los dominios estructurales.



Nota. Vista en 3D de los dominios estructurales donde D1 (celeste), D2 (gris), D3 (Rosado), D4 (Amarillo), D5 (Naranja), delimitado por las Vetas fallas tales como Falla San Francisco y

Falla Cinco que contienen Cuarzo y minerales secundarios de Cu (Crisocola, malaquita).
Elaboración propia usando Leapfrog.

Figura 69 Vista en 3D de los dominios estructurales con leyes de Au.

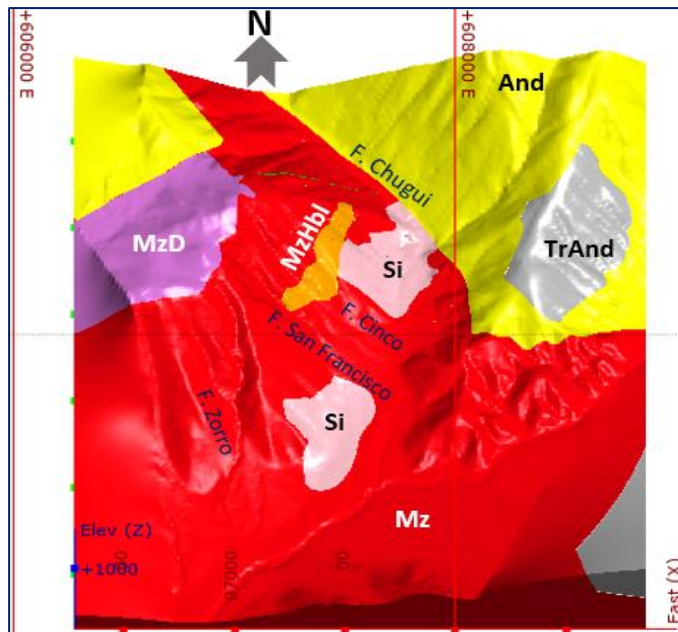


Nota. Vista en 3D de los dominios estructurales con leyes de Au, donde se observa tendencias favorables dentro del dominio 4, asimismo también las intersecciones de las vetas de orientación NE tales como la veta Chaparral y Patricia, con las Vetas Fallas de orientación NW (Falla Cinco), muestras pequeñas zonas de concentración de oro. Elaboración propia usando Leapfrog.

B) Modelo litológico

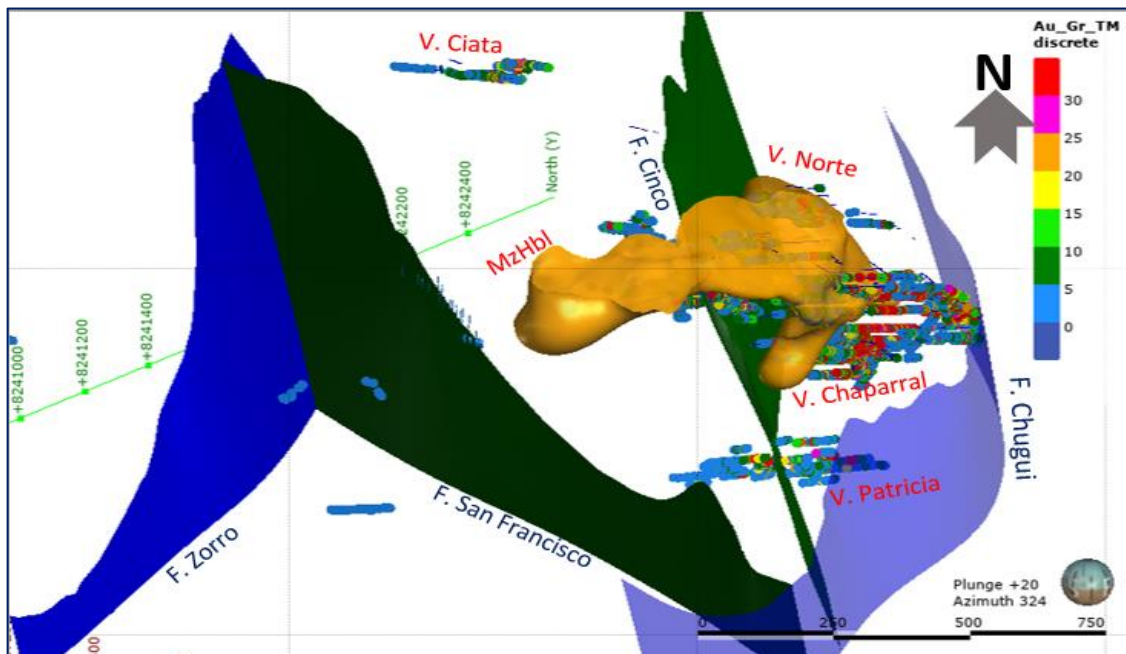
En el modelo Litológico se definieron 2 unidades principales, en el sector Noreste las secuencias volcánicas de composición andesítica y traquiandesíticas pertenecientes a la formación Chocolate y la segunda unidad constituida por una intrusión principal de composición monzonítica, asociado a stocks de Monzodioritas, Sienita y Monzonita Hornblendizada, pertenecientes a la Super Unidad Medanos. (Ver Anexos – Figura 35).

Figura 70 Vista en 3D de los dominios litológicos.



Nota. Vista en 3D de los dominios Litológicos donde se visualiza la monzodiorita (Mzd), Sienita (Si), MzHbl (Monzonita Hornblendizada), Andesita (And), TrAnd (Traquiandesita) y Monzonita (Mz). Elaboración propia usando Leapfrog.

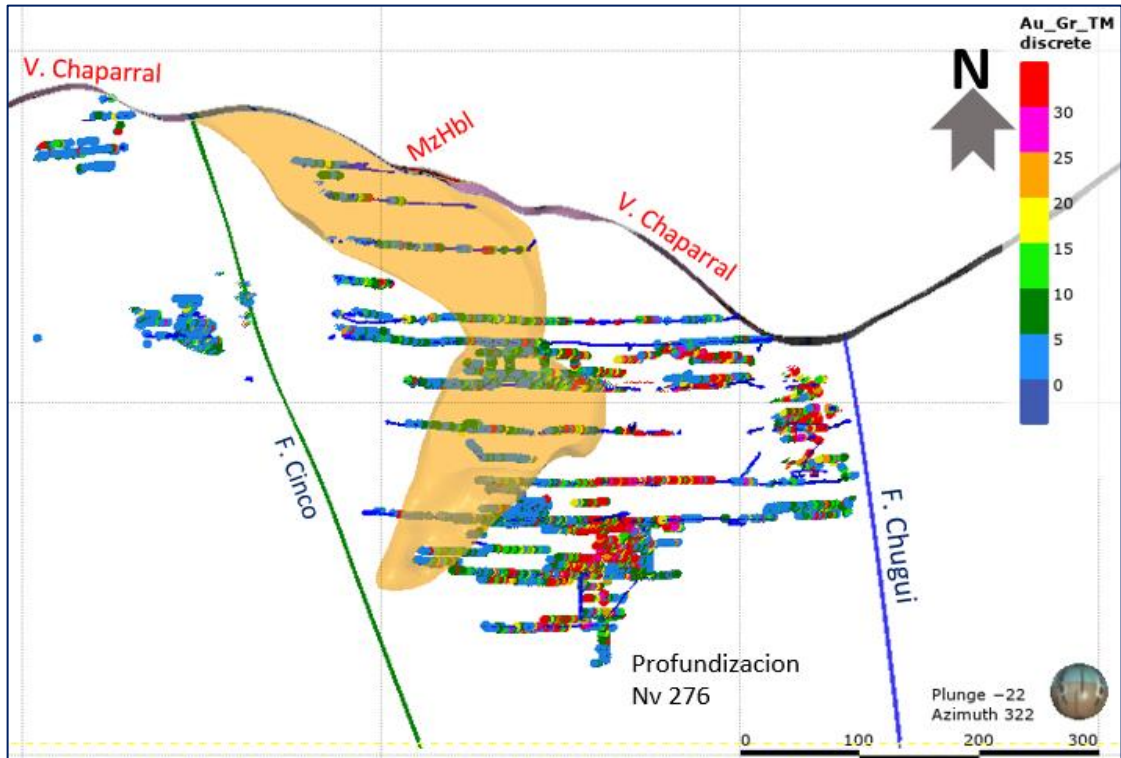
Figura 71 Vista en 3D de los dominios estructurales asociado a la litología.



Nota. Vista en 3D de los dominios estructurales asociado a la Monzonita Hornblendizada (MzHbl), donde se observa que este cuerpo de intrusivo ejerce un control sobre la

mineralización de la veta Chaparral y Veta Norte en el Dominio 4. Elaboración propia usando Leapfrog.

Figura 72 Vista Sección Longitudinal de la Veta Chaparral Mirando al Norte.

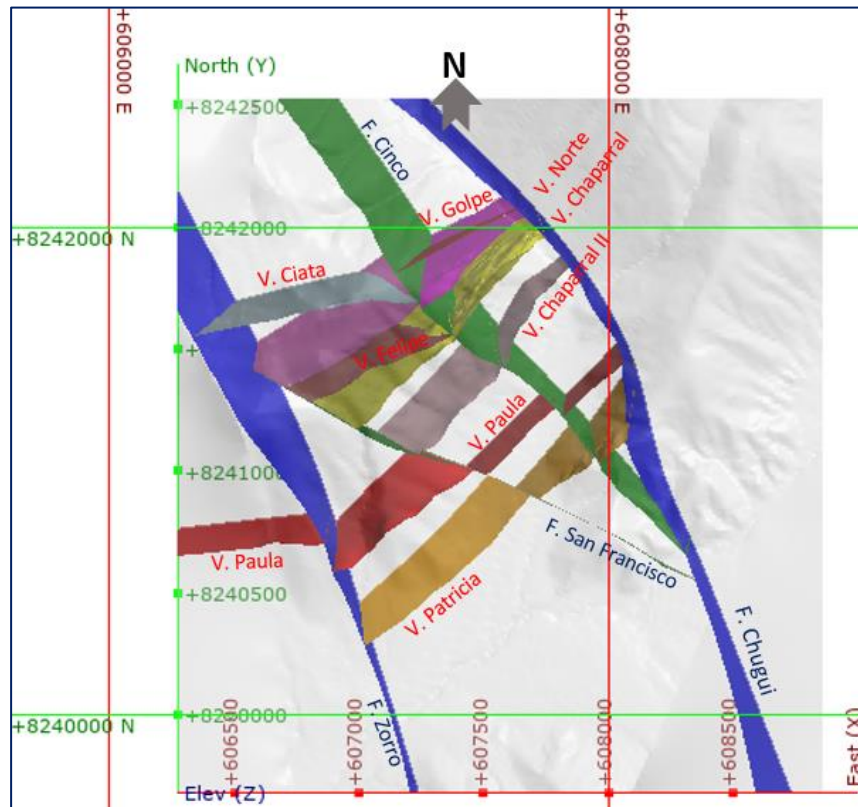


Nota. Vista Sección Longitudinal de la Veta Chaparral Mirando al Norte, donde se observa la inflexión del clavo mineralizado en función a la Geometría de la Monzonita Hornblendizada. Elaboración propia usando Leapfrog.

C) Modelo de vetas

En este proceso las Estructuras mineralizadas se agruparon en vetas principales y secundarias, atendiendo su grado de continuidad superficial y potencias, asimismo para evitar los “pinch out” en vetas angostas, se aplicó un capping a muestras con potencias inferiores a 0.05 m, para finalmente hacer un reajuste superficial con archivos de tipo Vector Gis (Ver Anexos – Figura 36).

Figura 73 Vista de las principales vetas del proyecto Chaparral.



Nota. Vista de las principales vetas del proyecto Chaparral, donde se resalta un lineamiento principal de NW para fallas que dislocan con cinemática Dextral a las vetas tensionales de orientación NE. Elaboración propia usando Leapfrog.

D) Modelo geoquímico

El modelo geoquímico empezó con el Acotamiento de altos erráticos de las leyes de Au por cada estructura de acuerdo al Percentil 95 y 97.5, posterior a ello se usaron las secciones Longitudinales de las vetas para visualizar las interpolaciones que se realizaron por el método de Kriging Ordinario, la información fue tratada en ArcGis, bajo los siguientes parámetros.

Cuadro 11 *Parámetros de Calculo para el Semivariograma de interpolación Kriging.*

PARAMETROS DE INTERPOLACION KRIGING PARA EL ORO (Au)					
VARIABLES	FELIPE	NORTE	CIATA	CHAPARRAL	PATRICIA
# Muestras	138	753	228	3914	657
P95 (Capping)	66.11	112.37	112.37	336.86	112.37
Método	K.O	K.O	K.O	K.O	K.O
# Intervalos	12	12	12	12	12
Tamaño de Intervalo	9	1.8	2.95	0.9	1.2
Error Medio de Predicción	0.15	0.03	-0.08	-0.02	0.02
Error Medio Validación	1.49	9.7	10	6.75	10.8
# Muestras Capeadas	2	9	4	13	9
Ley Máxima	86.5	298.04	184.53	3059.22	233.926
Anisotropía	Y	Y	Y	Y	Y
Octantes de Búsqueda	8	8	8	8	8
Orden Remoción de Tendencia	2	2	2	2	2

Nota. Parámetros de Calculo para el Semivariograma de interpolación Kriging donde se observa el error medio de Predicción cercano a "0", como resultado se obtuvieron planos de isovalores de Oro donde se puede observar clavos mineralizados que presentan control estructural y litológico. Elaboración propia.

En la veta chaparral se tiene 3 clavos mineralizados: el Clavo 1 tiene una dimensión de 150 m x 350 m de profundidad, con plunge de 60°E desde la cota: 800 msnm (Nv3) hasta el Nv-432, a partir de este nivel hasta la cota: 500 msnm (Nv276) presenta una inflexión con un plunge de 60°W, esto debido al control litológico que domina la monzonita Hornblendizada por el Sector Oeste y al control estructural de la Veta Falla Vilma y la Falla Chugui por el Sector Este, el Clavo 2 con dimensiones de 70x60m es mas local restringido a la Veta Falla Vilma y la Falla Chugui y finalmente el Clavo 3 con restricción local hacia la falla Cinco con dimensiones de 50x50m (Ver Anexos – Figura 40).

En la veta Norte se tiene un clavo principal con dimensiones de 60 m x 100 m de profundidad, con plunge de 60°E, desde la cota 925 msnm. hasta la cota 825 msnm, mientras que hacía profundidad hacia la cota 820 msnm, inflexiona con plunge de 70°W, esto debido al control litológico que ejerce la monzonita Hornblendizada (Ver Anexo 21 – Figura 38).

En la veta Felipe se presenta 2 clavos a partir de la cota: 885 msnm. hasta la cota: 920 msnm, el clavo 1 con dimensiones de 20mx 30m, buzante 70°E, está controlado por la Falla Cinco, mientras el clavo 2 con dimensiones de 15mx 30m, con plunge de 65°E, está controlado por la falla Carmen (Ver Anexo 21 – Figura 37).

En la veta Ciata se tiene 1 Clavo principal de 40mx 30m de profundidad, con plunge de 50°E, dislocada por la Falla Rosales de cinemática Sxlx, que abarca desde la cota: 1140 msnm. hasta la cota 1100 msnm, es por ello que el clavo se encuentra truncado en la cota 1100 hacia profundización (Ver Anexo 21 – Figura 39).

En la veta Patricia se tiene 2 clavos con restricción local, la primera controlada por la falla cinco con dimensiones de 40m x 30m, con plunge de 30°E, la segunda con dimensiones de 40m x 15m, buzante 30°E, controlada por la Falla Renzo y Melany, estos clavos tienen continuidad desde la cota 700 msnm. hasta la cota 640 msnm. (Ver Anexos – Figura 41)

E) Cálculo de la ley de corte

Con los indicadores proporcionados por el departamento de Ingeniería y Planeamiento de mina, se procedió a calcular la ley de corte para el yacimiento, con el PIO=3870 \$/Oz Au (03 Oct. 2025 - Goldprice), una recuperación metalúrgica de 90%, un costo de Producción de 561.11 US\$/TMS y un factor de reajuste de la Oz=31.1 gr, para una producción sostenida de 281.6 TMS/Mes.

$$\text{Ley Marginal} = \frac{\text{Costo Mina} + \text{Costo Planta}}{\text{Recuperación Met.} * \text{PIO}}$$

Cuadro 12 Resumen de Indicadores de Mina Chaparral.

RESUMEN INDICADORES MINA CHAPARRAL - OCTUBRE 2025

Tipo de Cambio	S/.	3.47
Mineral entregado a Planta	TMS	281.600
Costo de Sost. Explotacion	US \$/TMS	25.64
Costo de Sost. Desarrollo	US \$/ML	263.88
Costo de Desarrollo	ML/TMS	0.76
Ratio de Desmonte	TMH/TMH	17.2
Productividad del Trabajador	TMS/h-gda	0.2
Ley de Mineral	gr/TMS	7.889
Avances	mts	54.4
Costo Total Mina Chaparral	US \$	158008.99
PIO (precio del oro)	US \$/Oz	3870
Recuperación de la planta	%	90
Costo por Tonelada Mina	US \$/TMS	561.11
CUT OFF MINA CHAPARRAL	Gr. Au/TMS	5.01
Insumos Planta	US \$/TMS	33
Maquila	US \$/TMS	155
Costo por tonelada Planta	US \$/TMS	188
CUT OFF MARGINAL	Gr. Au/TMS	6.68

Nota: Elaboración propia.

F) Modelo de bloques e inventario de recursos

La construcción del modelo de Bloques se realizó con el método de Kriging ordinario, procesadas en Studio RM, la longitud de Composición se calculó de acuerdo al valor promedio de las potencias, los resultados del estudio variográfico 3D reportaron alcances de 15m/10m/5m en los ejes X,Y,Z, respectivamente, asimismo, con el objetivo de optimizar y reducir los bloques residuales debido a la variabilidad en la geometría de la veta se realizaron Subceldados al 50% y 25 %, también se hicieron rotación de modelos de bloques a 240°/-40° (Ver Anexos – Figura 42,43,44,45).

PARAMETROS DE ESTIMACION PARA EL MODELO DE BLOQUES

Método y Tipo de Modelo	:	Kriging Rotado
Long. Composicion	:	0.3
Densidad Veta	:	2.65
2º Alcance de SV	:	1.5
3º Alcance de SV	:	2

VETA	Topcut (P95)	Anisotropia		Celdas	Subceldado
		Dist (X/Y/Z)	Angulo (X/Y/Z)	X/Y/Z	X/Y/Z
Patricia D3	46.5	15m/10m/5m	220º/-35º/0º	3/1/0.1	0.5/0.5/0.05
Patricia D4	55.8	15m/10m/5m	240º/-50º/0º	3/1/0.1	0.5/0.5/0.05
Chaparral II	13.3	15m/10m/5m	250º/-50º/0º	3/1/0.1	0.5/0.5/0.05
Paula	1.84	15m/10m/5m	253º/-15º/0º	3/1/0.1	0.5/0.5/0.05

Para la categorización de los recursos se aplicó la normativa del código JORC, aunado a una ley de corte de 5 Au gr/tm, a partir de la cual, se realizaron resúmenes según estructura y dominio, según certeza y un resumen del Recurso Potencial del yacimiento, para finalmente elaborar un resumen de las Reservas encontradas en el presente estudio.

Cuadro 13 Resumen de Inventario de Recursos y Reservas.

INVENTARIO DE RECURSOS DE LA MINA CHAPARRAL (Según Estructura y Dominio)				
	TMH	Pot. (m)	Densidad	Au gr/tm
Patricia	5725.59	0.12	2.65	9.94
D3	931.10	0.12	2.65	10.70
Medido	569.24	0.12	2.65	10.24
Indicado	222.38	0.12	2.65	11.06
Inferido	139.48	0.12	2.65	11.99
D4	4794.48	0.13	2.65	9.79
Medido	1099.49	0.13	2.65	13.10
Indicado	2157.17	0.13	2.65	8.75
Inferido	1537.83	0.13	2.65	8.88
Chaparral II	32.14	0.24	2.65	12.87
D4	32.14	0.24	2.65	12.87
Medido	5.52	0.24	2.65	10.81
Inferido	26.62	0.24	2.65	13.30
Total	5757.73	0.12	2.65	9.96

INVENTARIO DE RECURSOS CON POTENCIAL DE LA MINA CHAPARRAL (Según Estructura y Dominio)				
	TMH	Pot. (m)	Densidad	AU_gr/tm
Chaparral II	5101.29	0.24	2.65	2.91
D4	5101.29	0.24	2.65	2.91
Potencial	5101.29	0.24	2.65	2.91
Patricia	3646.23	0.12	2.65	1.80
D3	3646.23	0.12	2.65	1.80
Potencial	3646.23	0.12	2.65	1.80
Paula	2891.61	1.05	2.65	1.70
D1	2891.61	1.05	2.65	1.70
Potencial	2891.61	1.05	2.65	1.70
Total	11639.14	0.12	2.65	2.26

INVENTARIO DE RECURSOS DE LA MINA CHAPARRAL (Según Certeza)				
	TMH	Pot. (m)	Densidad	AU_gr/tm
Medido	1674.25	0.12	2.65	12.12
Chaparral II	5.52	0.24	2.65	10.81
Patricia	1668.73	0.12	2.65	12.13
Indicado	2379.55	0.12	2.65	8.97
Patricia	2379.55	0.12	2.65	8.97
Inferido	1703.93	0.12	2.65	9.21
Chaparral II	26.62	0.24	2.65	13.30
Patricia	1677.31	0.12	2.65	9.14
Total	5757.73	0.12	2.65	9.96

RESUMEN DE RECURSOS DE LA MINA CHAPARRAL (Según Certeza)				
	TMH	Pot. (m)	Densidad	AU_gr/tm
Medido	1674.25	0.12	2.65	12.12
Indicado	2379.55	0.12	2.65	8.97
Inferido	1703.93	0.12	2.65	9.21
Total	5757.73	0.12	2.65	9.96

RESUMEN DE RESERVAS DE LA MINA CHAPARRAL (Según Certeza)				
	TMH	Pot. (m)	Densidad	AU_gr/tm
Probada	1674.25	0.12	2.65	12.12

Probable	2379.55	0.12	2.65	8.97
Total	4053.81	0.12	2.65	10.27

Nota. Elaboración propia.

4.3. Prueba de hipótesis

Las hipótesis fueron contrastadas mediante métodos estadísticos, espaciales, geológico, descriptivo y comparativo, según la naturaleza de cada variable.

- a) Con el objetivo que evaluar la relación entre la longitud de la veta y la profundidad de la mineralización, se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman, debido a la naturaleza no paramétrica de los datos.

Se planteo como hipótesis nula que no existe una relación significativa entre ambas variables y como hipótesis alternativa que existe una relación significativa. Para la contrastación se usó un nivel de significancia de 0.05.

El análisis estadístico arrojó un coeficiente de correlación de Spearman de 0.88, con un valor de significancia de $p=0.008$, dado que el valor de “p” es menor que el nivel de significancia (0.05), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa concluyendo que existe una relación directa entre ambas variables.

- b) Con la finalidad de identificar las zonas con anomalías de Au que están asociados a elementos con correlación fuerte, se planteó como hipótesis nula que no existe relación significativa entre ambas variables, mientras que la hipótesis alternativa plantea la existe de una relación, para contrastación se adoptó un nivel de significancia de 0.05 y se utilizó el coeficiente de Pearson como estadístico de prueba debido a que las variables son log-normales.

El análisis estadístico muestra un coeficiente de correlación 0.3 (débil) con un valor de significancia $p=0.12$, en consecuencia, al ser $p>0.05$ no se rechaza la hipótesis nula confirmando que no hay relación.

- c) La hipótesis planteada como zonas con una alta densidad de fracturamiento son favorables para la ocurrencia de anomalías auríferas, fueron evaluadas mediante

la superposición del mapa de densidad de lineamientos de Kernel en los planos de isovalores de Au demuestran coincidencias de anomalías de Au en sectores de alta densidad de lineamiento, estos resultados validan la hipótesis planteada desde un enfoque geológico – espacial.

- d) Con el objetivo de evaluar la orientación de esfuerzo máximo que están relacionado con los clavos mineralizados fueron evaluados mediante estereogramas de densidad de esfuerzo, donde se observa que las vetas tienen una orientación transversal a la orientación de esfuerzo máximo, por la cual se forman clavos pequeños que no son tan favorables, estos resultados descartan la hipótesis planteada desde un enfoque de análisis estructural.
- e) Con la finalidad de discernir la participación porcentual de Au libre que influye en la ubicación de zonas con alto potencial, fueron contrastado mediante la comparación entre los resultados obtenidos por absorción atómica y ensayo al fuego, donde se observó un coeficiente de variación de 8% y un error relativo de 11.4%, lo cual valida la hipótesis desde un enfoque comparativo.
- f) Para evaluar el plunge de mineralización aurífera que permite ubicar áreas con potencial, fueron medidos mediante superposición de isovalores, plano estructural y litológico, donde se observa que el plunge es superficial y de bajo ángulo, mientras que si es de alto ángulo es de profundidad mayor debido al control litológico, estos resultados validan la hipótesis desde un enfoque geológico – geométrico.

4.4. Discusión de resultados

- a) El análisis de las características Geométricas de una de las veta más importantes como la veta Chaparral, indica un factor de relación entre la profundidad del frente inicial de mineralización y la longitud de 0.4, para la veta Norte y la veta Felipe nos muestran un factor de 0.4 y 0.3 respectivamente, lo cual nos valida la hipótesis sobre la existencia de una relación entre la longitud de veta y la profundización de la mineralización económica, este alcance se podría explicar

por el control estructural de las fallas regionales profundas de orientación NW que integran la Franja Metalogénica Nazca - Ocoña (Franja IX), así como lo describen Vargas (1979) y Muñoz (2017), que estas vetas tienen una continuidad de 800 m. aprox. y una mineralización económica que profundiza en el sector Norte del corredor hasta 200m y en el sector Sur, parte de Chala y Orion alcanza los 400m de profundidad, este resultado permite definir los niveles base de cada estructura y evaluar si es necesario la profundización de las vetas más allá de este Factor.

- b) El análisis estadístico de componentes principales con rotación Varimax, muestra 3 ensambles metálicos de Cu-Zn, Ag-Pb-Fe y Au, donde el Au representa un evento independiente, asimismo sucede con el coeficiente de correlación de Pearson donde se observa una correlación débil con Cu, Fe, Zn, Pb y una correlación moderada de 0.32 con Ag, indicando que no existe una correlación significativa entre el Au y demás elementos, lo cual no respalda la hipótesis planteada, así como Flores (2021), en su investigación sobre caracterización geoquímica de la mina Orion, indica que los coeficientes de correlación del oro con otros elementos son débiles, por lo tanto se recomienda ampliar el muestreo por estructuras y mayores elementos para comprender mejor la afinidad del Au y vectorizar mejor la exploración.
- c) Los mapas de Densidad de Lineamiento por el método Kernel, mostraron alto grado de fracturamiento por metro lineal, en zonas donde la Falla Chugui y la Falla Cinco intersecan con las vetas Chaparral, Norte, Golpe, Ciata y Chaparral II, corroborando la concentración de pequeños clavos restringidos a las fallas de orientación NW, lo cual confirma parcialmente la hipótesis, de este modo el resultado ayuda al entendimiento sobre la relación entre una zona con alto fracturamiento y la ocurrencia de pequeños clavos mineralizados de Au, en el área de estudio.

- d) El análisis Microtectónico dio como resultado 5 eventos tectónicos de regímenes Compresivos: Evento I (Pre-mineral) con $\sigma_1=7^\circ/30^\circ$, Evento II (Singenética) con $\sigma_1=348^\circ/22^\circ$, Evento III (Post-mineral) con $\sigma_1=145^\circ/9^\circ$, Evento IV (Post-mineral) $\sigma_1=127^\circ/6^\circ$ y Evento V (Post-mineral) $\sigma_1=191^\circ/41^\circ$, lo cual nos indica que al ser fallas heredadas y reactivadas, los lineamientos con orientación NE, como las Vetas Chaparral, Chaparral II, Norte, Ciata, Felipe, Patricia, Paula y Golpe, se originaron durante el Evento II, con cinemática S_{xlx} , por ende estas vetas se formaron en ambientes de Transtension, con clavos que tienen plunge de bajo ángulo, validando así parcialmente la hipótesis, ya que en la veta Chaparral se tiene uno de los clavos más grandes con alto Angulo, esto debido a la interacción de la monzonita Hornblendizada y la monzonita con el fluido mineralizante, donde predomina un control litológico y como resultado se tiene una concentración de valores de Au. Según la temporalidad y la correlación de los esfuerzos el Evento II, se originó en la Fase Quechua I, asimismo Torres (2017) y Carlotto (2009), indican que el esfuerzo principal durante la fase Quechua I estaba en $\sigma_1=0^\circ$ (Oligoceno Sup. – Mioceno Inf.), muy similar al esfuerzo principal determinado en el Evento II.
- e) El análisis estadístico de 24 muestras aleatorias reportadas por Absorción Atómica y ensayo al Fuego Fundido (Newmont) con mallas de +150 y -150, reflejaron un Error relativo promedio de 11.43 % y un coeficiente de Variación del 8%, lo cual demuestra que el peso de Au grueso alcanza un 16.29 % y la fracción fina alcanza 83.71%, lo cual indica una subestimación de áreas potenciales, es por ello que se trata de trabajar con error relativo inferior a 5% y un nivel de confianza de 95% siendo el análisis por retallas de Newmont la que mejor precisión ofrece para vetas con presencia de Au grueso, así como Cayo (2019), en su tesis de investigación UNAP, sobre control de calidad de datos geoquímicos indica que el error relativo debe de ser inferior a 5%.

- f) Los planos de Isovalores de Au, muestran en la veta Patricia, la formación de 2 clavos pequeños de dimensiones 40x30m y 40x15m con plunge en ambos de 30°E, ligado más como control local a la Falla Cinco, en la Veta Ciata se tiene 1 clavo de 40x30m con plunge de 50°E, asociado como control local a la Falla Rosales, asimismo sucede en la Veta Felipe donde se nota la existencia de 2 clavos pequeños de 20x30m y 15x30m, ambos con plunge de 70°E, ligados a la Falla Cinco como control local. En la Veta Chaparral se tiene 1 clavo principal de 150x350m con plunge de 60°E que luego inflexiona hacia profundidad con 60°W, esto debido al control litológico que ejerce la monzonita Hornblendizada y finalmente en la veta Norte se tiene un clavo de 60x100m con plunge de 60°E, e inflexión a 70°W en profundidad debido al control litológico de la monzonita Hornblendizada.
- g) Los resultados de la estimación, bajo la normativa JORC, permitieron ubicar, la existencia de Recursos que superan la ley de corte de 5 Au gr/tm, como es el caso de la Veta Patricia en el dominio 4 y dominio 3, donde se tiene 1668.7 TMH @ 12.13 Au gr/tm y 2379.55 TMH @ 8.97 Au gr/tm en la categoría de medido e indicado respectivamente, la cual permite establecer una reserva total de 4053.81 TMH @ 10.27 Au gr/tm, esto coincide con el análisis Variografico que demuestra continuidad espacial en el rumbo de veta, en el alcance largo y una continuidad del buzamiento de la veta en el alcance corto, aunque los clavos que se generen por control estructural local, serian de distribución irregular típico de las vetas mesotermales dentro de la franja Nazca - Ocoña, asimismo como recurso potencial la veta Paula alcanza 2891.61 TMH @ 1.7 Au gr/tm, donde las potencias promedias oscilan en 1m, es por ello que se requiere aumentar la densidad de muestreo con el objetivo de mejorar la precisión de la estimación.

CONCLUSIONES

- a) El análisis de las características geométricas permitió confirmar la existencia del factor relación entre la profundización de la mineralización y la longitud, alcanzando un promedio máximo de 0.4 para la Veta Chaparral, Norte y Felipe, así como también hay estructuras de escala principal que tienen ratios por debajo de 0.5 como el caso de la Veta Paula con 0.1, la Veta Patricia con 0.2, y la Veta Chaparral II con 0.2.
- b) El análisis estadístico de componentes principales con Varimax y el cálculo del coeficiente de correlación permitió conocer que el Au, presenta correlación débil con el Pb, Cu, Zn, Fe y una correlación moderada con Ag de 0.32, siendo una correlación de significancia débil, a pesar de la baja densidad de muestreo en sectores como la Veta Paula.
- c) Los mapas de densidad de lineamiento muestran zonas de intersección de vetas y fallas, como zonas favorables para la concentración de oro con distribución irregular y de bajo ángulo, ligados a la falla Cinco, Vilma y Chugui como control estructural local.
- d) El análisis microtectónico muestra 5 eventos tectónicos, donde el evento II es correlacionable con la Fase Quechua I, es Singenética a la mineralización, con un $\sigma_1=348^\circ/22^\circ$, lo cual indica apertura en la dirección NS y compresivo en la dirección de las vetas NE, por ello se tiene potencias angostas y clavos de bajo ángulo, que se formaron por Transtension, a excepción de los clavos que se originaron por control litológico de la monzonita Hornblendizada, como el caso de la veta Chaparral y Norte que son de alto ángulo.
- e) Los resultados de los ensayos químicos por fuego fundido (Newmont) y absorción atómica, presentan un error relativo promedio de 11.43% y un coeficiente de variación de 8%, lo cual indica que una muestra contiene 16.29% de oro grueso y 83.71% de oro Fino.
- f) Los planos de isovalores de Au, muestran clavos de dimensiones pequeños con plunge de 30°E ligados como control local a la Falla Cinco, Falla San Francisco, Falla Vilma y Falla Chugui, mientras que los clavos con plunge de 60°E e inflexión en profundidad de

60°W, están ligados a un control litológico que ejerce la zona de contacto entre la monzonita y la monzonita Hornblendizada.

- g) La estimación permitió identificar recursos que superan la ley de corte de 5 Au gr/tm, como el caso de la Veta Patricia en el dominio 4 y 3, que alcanza los 4053.81 TMH @ 10.27 Au gr/tm, en la categoría de medido e indicado, asimismo también en el dominio 4 se tiene zonas con alto potencial, como es la Veta Paula y la Veta Chaparral II, asociados a la veta Falla Cinco y San Francisco.

RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda realizar trabajos de exploración a mayor detalle en vetas con factor de relación menores a 0.4, como lo es Veta paula con 0.1, la Veta Patricia con 0.2, la Veta Chaparral II con 0.2 y la Veta Ciata con 0.1., las cuales pueden incrementar el inventario de recursos de la mina.
- b) Se recomienda aumentar la densidad de muestreo para análisis de multielementos en la Veta Paula y Chaparral II, para mejorar la precisión del grado de correlación.
- c) Vectorizar las exploraciones a las zonas de intersecciones de la Veta Chaparral II con la Falla Cinco y la Falla Vilma-Chugui, de la misma forma orientar las exploraciones de la Veta Paula hacia la intersección con la Falla San Francisco.
- d) Realizar los muestreos para análisis de multielementos con el objetivo de vectorizar las zonas con alto potencial, dentro de la veta falla Cinco, San Francisco y Vilma, ya que estas son paralelas a la orientación de los esfuerzos máximos de deformación.
- e) Se recomienda realizar los ensayos por fuego Fundido (Newmont) para todas las muestras, ya que el coeficiente de correlación de las vetas es bajo y los análisis de componentes principales indican un evento independiente para el Au.
- f) Se recomienda orientar las exploraciones hacia las intersecciones de las vetas con orientación NE y la Monzonita Hornblendizada, como el caso de la Veta Chaparral II hacia el sector Oeste.
- g) Se recomienda aumentar la densidad de muestreo en superficie e interior mina de la Veta Paula, para mejorar la confianza de la estimación, ya que su potencia alcanza 1m y esta clasificada dentro de la escala de vetas principales con 2891.61 TMH @ 1.7 Au gr/tm.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, L. et al. (2022). “An open-source-based workflow for DEM generation from Sentinel 1 for Landslide Volume Estimation” [Int. Arch. Photogramm. Remote sens. Spatial Inf. Sci. XLVIII-4/W1-2022]. (pp.5-11). <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-W1-2022-5-2022,2022>.
- Absolut Resources Corporación. (April 18th, 2006). *Structural Geology Study: Chaparra Property, Arequipa Región, Southern Peru*. [Informe Técnico]. (pp. 4-5). <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Geral-90.pdf>
- Acosta, H. et al. (2011). *Geología de los Cuadrángulos de Pachia y Palca, hojas 36V – 36X* [Boletín Geológico Serie A: N° 139]. (pp. 65). <https://hdl.handle.net/20.500.12544/101>
- Acosta, J. & Quispe, J. (2018, 29 set. – 03 oct). *Épocas Metalogénicas y tipos de yacimientos metálicos en la margen occidental del Peru: Latitudes 14°S – 18°S* [Sesión de Congreso]. XIV Congreso Peruano de Geología, Lima, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/424>
- Acosta, J. et al (2020). *Mapa Metalogénico del Perú 2020*, [Informe Técnico, INGEMMET]. (pp. 1-4). <https://hdl.handle.net/20.500.12544/4947>
- Alfaro, M. (2002), “*Introducción al Muestreo*”, [Compendio, Instituto de Ingenieros de Minas de Chile]. (pp. 10-18). https://www.bfa.fcnym.unlp.edu.ar/catalogo/doc_num.php?explnum_id=3712
- Alfaro, A. (2007), “*Estimación de Recursos Mineros*”, [Información Bibliográfica, Universidad de Chile]. (pp. 105-120). https://cg.ensmp.fr/bibliotheque/public/ALFARO_Cours_00606.pdf
- Andrade, R. (2009) “*Estudio petrográfico y mineragráficos del proyecto chaparral*” [Informe Técnico inédita, INGEMMET 2009].

- Angelier, J. (1994), “*Fault Slip Analysis and Palaeostress Reconstruction*”, [In: Hancock, P.L. Ed, Continental deformation]. (pp. 58).
<https://es.scribd.com/document/414421632/ANGELIER-1994-Fault-Slip-Analysis-and-Palaeostress-Reconstruction-HANCOCK-P-L-1994-Continental-Deformation-pp-53-100-pdf>
- Aquiline Resources Inc. – Minera Calipuy Sac. (diciembre, 2007). *Proyecto Chaparra, Caraveli, Arequipa – Peru*. [Informe Técnico inédita].
- Arapa, P. (2019), “Boxplot diagrama de cajas”, [Blog Estadisticando],
<https://estadisticando.blogspot.com/2019/06/boxplot-diagrama-de-cajas.html?m=1>
- Archundia, A. (2011), “*Análisis Exploratorio de Datos en la Estimación Geoestadística*”, [Tesina, Universidad Nacional Autónoma de México]. (pp. 43-49).
https://www.researchgate.net/profile/Martin-Diaz-Viera/publication/290607077_Analisis_Exploratorio_de_Datos_en_la_estimacion_Geoestadistica/links/569ab67108aeeca985a0dd5b/Analisis-Exploratorio-de-Datos-en-la-estimacion-Geoestadistica.pdf
- Ariosa, J. (1986), “*Búsqueda, exploración y evaluación geologo-Economica de yacimientos minerales sólidos*”, [Libro, Editorial Pueblo y Educación]. (pp. 104-120).
<http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/3205>
- Bazán. (2013) *Tectónica Andina y su Componente Cizallante: Alusivo al Norte del Peru* [Trabajo de Investigación]. Universidad Nacional de Cajamarca. (pp. 007).
<https://www.researchgate.net/publication/323409629>
- Benavente et al. (2018). *Neotectonica, Evolución del relieve y peligro sísmico en la región Arequipa* [Boletín Geológico Serie C, N°64]. (pp. 004).
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/1223>

- Carlotto et al. (2009). *Dominios Geotectónicos y Metalogénesis del Peru* [Boletín Sociedad Geológica del Peru N°103]. (pp. 41). <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3499>
- Carlotto, V. (2010, 27 set. – 01 oct.). *Los Dominios Geotectónicos del Territorio Peruano* [Sesión de Congreso]. XV Congreso Peruano de Geología, Lima, Perú. (pp. 01-02). <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2884>
- Ccallo, W. & Soberón, D. (2017, 08 – 10 mayo). *Nuevos enfoques Metalogénéticos en el Batolito de la Costa, segmento Arequipa entre los 15° y 16°30' Latitud Sur* [Sesión de Congreso]. X Congreso Internacional de Prospectores y Exploradores, Lima, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1043>
- Chura, H. (2015), “*Estimación de Recursos Mineros con la Estadística*”, [Resumen]. (pp. 01-05). <https://es.scribd.com/document/263079854/La-Estimacion-de-Recursos-Mineros-Con-La-Estadistica>
- Cobbing et al. (1977). *Segments and Super – Units in the Coastal Batholitic of Peru* [Journal of Geology 85]. (pp. 625-631). <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/P-45.pdf>
- Cohen et al. (2013) *The ICS International Chronostratigraphic Chart* [Mapa]. Comisión internacional de Estratigrafía <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2023-04SpanishAmer.pdf>
- Dalmayrac, et al. (1998), “Caracteres generales de la Evolución Geológica de los Andes Peruanos”, [Boletín 12, Ingemmet]. (pp. 93-170). https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/2021-07/30082.pdf
- Dávila, J. (2011), “*Diccionario geológico*” [Diccionario, INGEMMET]. https://www.academia.edu/24673031/DICCIONARIO_GEOLOGICO
- Diaz, A. (24 octubre 2020), “*Análisis Variográfico*”, [Curso de Geoestadística, Universidad Nacional Autónoma de México] <http://www.esmg-mx.org/activities/courses/geoestadistica>

- Eduma, (30 mayo 2024), “Introducción al Logueo Geológico”, [Blog].
<https://mineria.space/introduccion-al-logueo-geologico/>
- Farah, A. et al. (2022), “Lineament mapping in the central High Atlas using ASTER and ASTER-GDEM data (Morocco)”, [Boletín 74, Sociedad Geológica Mexicana]. (pp. 146). <https://doi.org/10.18268/bsgm2022v74n1a091121>
- Fernández, R. (2015), “*Geoestadística Aplicada a la Exploración Minera: Distribuciones Espaciales y Variograma*”, [Información Bibliográfica, Universidad Nacional de la Plata]. (pp. 07-08).
<https://blogs.ead.unlp.edu.ar/geominas/files/2016/08/geoestadistica-1.pdf>
- Fernández, G. (2020), “*Yacimientos de Oxidación y enriquecimiento supergénico*”, [Universidad de Cantabria]. (pp. 1-18).
<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2894/course/section/2813/2.4%20Yac.%20de%20Ox%20y%20enriq%20sup.%20Yac.%20Residuales%20BYac.%20MVT.pdf>
- Gayubas, A. (25/12/2024), “*Tipos de Investigación*” [Editorial Etece, Enciclopedia Concepto].
<https://concepto.de/tipos-de-investigacion/>.
- Geoxnet, (2020), “Muestreo Geológico”, [Blog]. <https://www.geoxnet.com/muestreo-geologico/>
- Gonzales, J. (2005 - marzo), “*Clasificación de los yacimientos Minerales*”, [Revista Afloramientos, Año IV, Núm. 25]. (pp. 2-7).
https://www.sgm.gob.mx/pdfs/afloramientos/afloramientos_marzo05.pdf
- Guerrón, G. (2020), “*Análisis Químico para la determinación de Oro por el método de Ensayo al Fuego*”, [Instructivo, Quito, Ecuador]. (pp. 03). https://www.geoenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/06/instructivo_analisis_quimico_para_la_determinacion_de_oro_por_el_metodo_de_ensayo_al_fuego_2020.pdf

- Herrera, J. (2017). “*Introducción a la minería: La exploración e investigación minera*”, [Información Bibliográfica, Universidad Politécnica de Madrid, Vol. III]. (pp. 11-28).
https://oa.upm.es/63399/1/LA_EXPLORACION_Y_LA_INVESTIGACION_MINERA_LM1B1T4-R0-20170918.pdf
- JORC, (2012), “*The JORC Code*”, [Reporte, Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2012 Edition]. (pp. 14-25).
https://www.jorc.org/docs/JORC_Code_2012_Spanish_translation_March_2018.pdf
- Londoño, L. (2012), “*Geoestadística Aplicada*”, [Información Bibliográfica, Editorial Académica Española, Publicado en Alemania]. (pp. 08-09).
https://www.academia.edu/12242312/GEOESTADISTICA_978_3_659_01521_2
- Luis, Gethsemani. (2021), “*La realización de mapas de densidad para la investigación del poblamiento antiguo. El entorno del bajo Guadalquivir (SO de España)*”, [Resumen, Instituto de Arqueología Mérida]. (pp. 15-25).
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/259977/1/realmapa.pdf>
- Mamani, M. (2011), “*Sistema de Fallas Iquipi-Clavelinas: Zona de Transición cortical*”, [Boletín Sociedad Geológica del Perú, N°105]. (pp. 1-15).
<https://www.researchgate.net/publication/310749517>
- Marrett, et al. (1990), “*Kinematic análisis of fault – slip data*”, [Journal of Estructural Geology, Vol. 12, N°08]. (pp. 973).
https://www.researchgate.net/publication/222322317_Kinematic_analysis_of_fault-slip_data
- Michilot Ramos, R. (2024 - enero), “*Reporte Mensual Minería*”, *Revista Estadística En Cifras* - MINEM, Lima, Perú. (pp. 3-4).
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6133582/5418668-estadistica-subsector-mineria-enero-2024.pdf?v=1712083922>

- MINEM (2024, 18 de marzo), “Perú ofrece mayores ventajas en la región para la inversión minera”, *Diario Oficial El Peruano*, Lima, Perú
<https://www.elperuano.pe/noticia/239395-peru-ofrece-mayores-ventajas-en-la-region-para-la-inversion-minera#>
- Muñoz et al. (2012). *Evolución Tectónica-Estructural del Corredor Paratia-Ocuviri, Puno, Sur del Peru* [Resumen Extendido, Congreso Peruano de Geología N°16]. (pp. 02-03).
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/976>
- Núñez, M. (2017), *Análisis Estructural e Interpretación del Sistema de Vetas de la labor Lunar de Oro, aplicando métodos de Inversión y Software estructural aplicativo*, Mariano Nicolas Valcarcel-Camana-Arequipa, [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio UNSA.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5042>
- Olchanski, E. et al. (1980). *Geología de los Cuadrángulos Jaqui, Coracora, Chala y Chaparra, hojas 31O – 32O – 32Ñ – 31 Ñ* [Boletín Geológico Serie A: N° 034]. (pp. 15-62). <https://hdl.handle.net/20.500.12544/153>
- Pilco, O. (2024). *Estimación de Reservas y Recursos Minerales del Proyecto Condor por el método Geoestadístico Kriging en base al código JORC Caylloma - Arequipa* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. (pp. 30-43).
https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/21152/Pilco_Ch%c3%a1vez_Omar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Padilla, L. (2014), *Instrucciones para la Elaboración de Proyectos de Tesis*, [Tesis de Licenciatura Inédita]. Universidad Cesar Vallejo.
- Ponzoni, E. (1980). *Metalogenia del Perú* [Boletín Técnico Serie B – N°04]. (pp. 42-45).
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/225>

- Quino, L. (2017), *Exploración Geoquímica y determinación de elementos Pathfinder – Target Proyecto: Achanizo Chaparra – Caraveli – Arequipa*, [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio de la UNAP.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/5298>
- Quispe, L. (2006), “*Características Estructurales e Isotopos de Plomo de las Mineralizaciones Auríferas de la Franja Huaytara-Tantara, Huancavelica*”, [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Ingeniería]. (pp. 6-10).
<https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/TE0032.pdf>
- Ramos, E. (2005), *Estudio de Factibilidad del yacimiento aurífero Abigail – Estefanía*, [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM.
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/174>
- Cayllahue, R. et al. (2024), *Validación del método por fusión de mineral con contenido de oro grueso, para la determinación de oro mediante ensayo gravimétrico en la provincia de Caraveli 2023* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio UNSA.
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d1089bc6-c846-40b5-aa1e-b720bef6cec7/content>
- Rodas, M. (2008), “*Ambientes Genéticos*”, [Universidad Complutense de Madrid]. (pp. 3).
<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15563/Mine%20de%20silicatos%20-%20Ambientes%20-%20ppt%201%20de%203%20-%20Mane.pdf>
- Sampiere, R. (2014), “*Metodología de la Investigación*” (Sexta Edición), McGraw-Hill Editores S.A., México.
https://postgrado.medicina.usac.edu.gt/sites/default/files/documentos/metodologia_de_investigacion_6_edicion_sampieri-1.pdf

- Santos et al. (2016). *Geocronología de U-Pb sobre zircones en la contrastación de la evolución espacio – temporal del magmatismo y la Metalogenia del Batolito de la Costa “Segmento Arequipa”* [Congreso Peruano de Geología]. (pp. 004).
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/2761>
- Saori, A. (2015), “Probabilidad y geoestadística”, [Blog, estadisticablog]
<https://estadisticablog.wordpress.com/2015/11/09/medidas-de-tendencia-central/>
- Slesinski, P. (2019). “Generated DEM from Sentinel -1 InSAR_” [Blog de Arab Nubia Group]
Blog.arabnubia.com/2019/11/generated-dem-from-sentinel-1-insar/
- Soberón, D. et al. (2014). *Magmatismo y litogeoquímica de los granitoides del Jurásico y Cretácico entre Chala y Atico* [Boletín de Sociedad Geológica del Perú, v.109]. (pp. 001-006). <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2293>
- Soberón, D. (2020), “Evolución Tectónica de un sistema estructural a partir del análisis de planos de falla”, [Resumen, INGEMMET]. (pp. 15-25).
https://portal.ingemmet.gob.pe/documents/59082/977521/viernes_geomin_DS.pdf
- Sociedad Geológica Mexicana, (2017), “Técnicas Químicas Analíticas”, [Pagina Web].
<https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Minerales/Tecnicas-quimicas-analiticas.html#:~:text=Los%20an%C3%A1lisis%20qu%C3%ADMICOS%20de%20minerales,o%20incineran%20y%20se%20pesan.>
- Suarez (2021). *Magmatismo y Litogeoquímica de los Granitoides de la Super Unidad Coasa, Sureste del Peru* [Tesis Licenciatura, Universidad Nacional de Piura]. (pp. 57-58).
<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2594>
- Torres et al. (2010). *Evolución Tectónica-Estructural de una cuenca Intramontañosa Transpresiva: La cuenca Condoroma, Arequipa, Sur del Peru* [Boletín Sociedad Geológica del Peru, Pub. Esp. N°09]. (pp. 823-824).
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/2951>

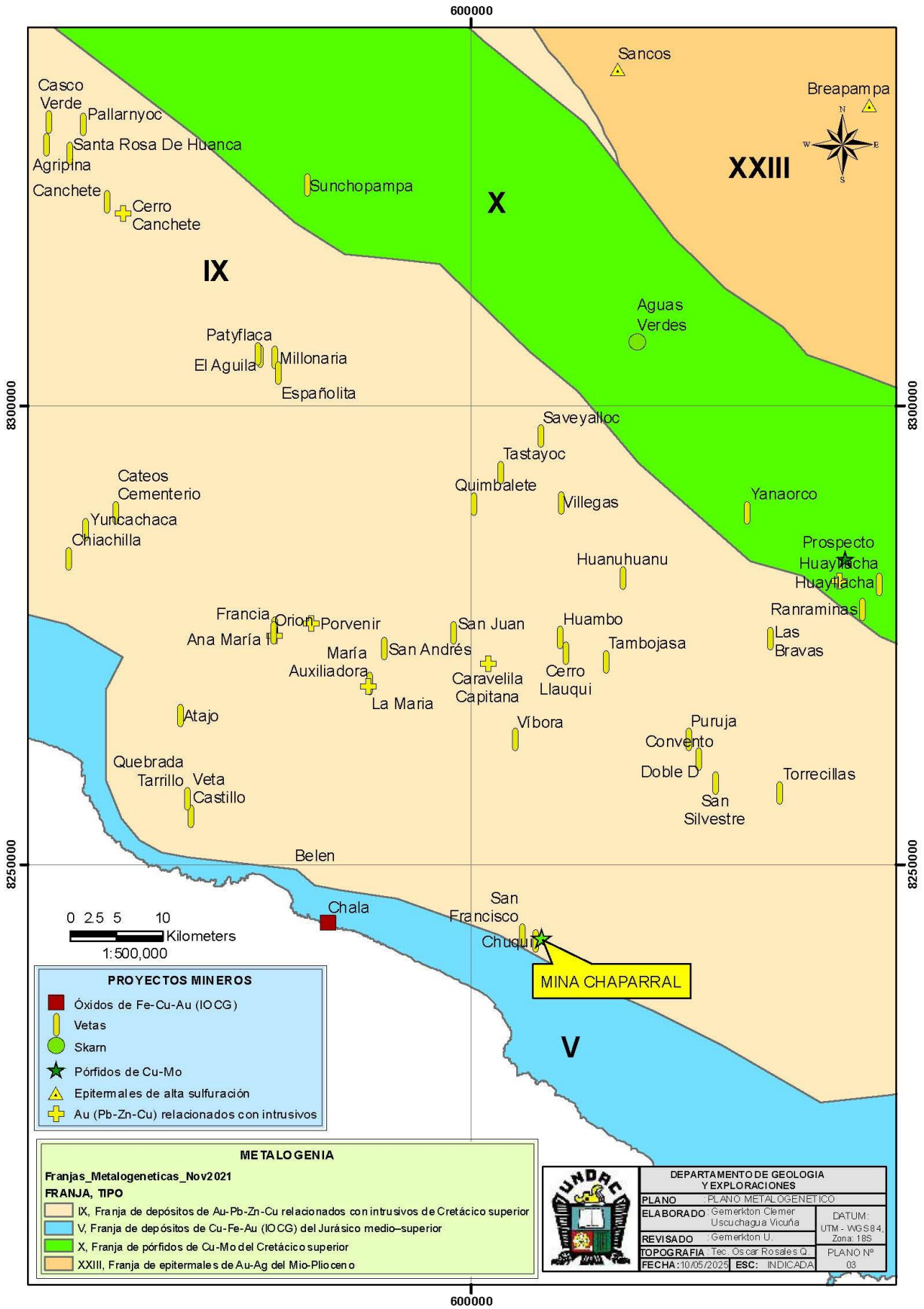
- Torres, D. et al. (2017). *Geología de los Cuadrángulos de Atico y Chaparra hojas 330 – 320* [Boletín Geológico Serie A: N° 149]. (pp. 16-38).
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/1009>
- Townley, B. (2001), “*Hidrotermalismo y modelos de Yacimientos*”, [Geología económica – departamento de Geología – Universidad de Chile]. (pp. 5-9).
<https://inglomayor.cl/edicion19/c/paper1.pdf>
- Tulcanaza, E, (2010). “*Recursos y reservas mineras*”, [Comisión calificadora de competencia en recursos y reservas mineras] <https://es.scribd.com/document/92744710/Recursos-y-Reservas-Mineras>
- Tumialan, P. (2003), “*Compendio de yacimientos minerales del Perú*”, [Boletín serie B, N° 10 – Geología Económica]. (pp. 31-67).
<https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/libros/2007/cyacimientos/ficha.htm>
- Universidad de Burgos, (2022), “Espectrometría de masas de Plasma (ICP-MS)”, [Pagina web]. <https://www.ubu.es/parque-cientifico-tecnologico/servicios-cientifico-tecnicos/espectrometria/espectrometria-de-masas-de-plasma-icp-ms>
- Vargas, A. (1979). *Estudio Geológico – Minero de la Franja Aurífera Nazca – Ocoña*, [Informe Técnico, INGEMMET]. (pp. 25-36).
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/4108>
- Vidal, P. (2019), “*Evaluación de modelos digitales de elevación (MDEs) obtenidos a partir de imágenes Sentinel-1 en la región metropolitana de Chile*”, [Trabajo de Investigación, Universidad Mayor José Toribio Medina]. (pp. 373-376).
<https://cgat.webs.upv.es/BigFiles/papers/Evaluaci%C3%B3n%20de%20Modelos%20Digitales%20de%20Elevaci%C3%B3n%20%28MDEs%29%20obtenidos%20a%20partir%20de.pdf>

Virrueta, A. (2020), “Isovalores, Cocientes metálicos y dirección de flujo en la veta ramal piso 722, Mina San Cristóbal Volcán Compañía Minera”, [Tesis, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. (pp. 20).
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/04feb56f-c4d5-4a5b-9a8f-5ce376dc14d2/content>

ANEXOS

ID	AZ.	BUZ.	DIR_BUZ	A-RAKE	PITCH	K	ZC	ESTRUC.	ESTE	NORTE	ELEVACION	TEMPORALID	ZONA
1	149	21	SW	5	5 N	SxIx	0.05	F	607654.286	8241887.95	739.922	Post-mineral	Chaparral
2	25	50	SE	80	80 S	Sx	0.01	F	607652.78	8241889.48	739.922	Post-mineral	Chaparral
3	135	83	SW	-155	25 N	DxNx	0.04	F	607637.551	8241882.68	739.922	Post-mineral	Chaparral
4	143	81	SW	-102	78 W	NxDx	0.09	F	607576.821	8241921.17	739.922	Post-mineral	Chaparral
5	2	59	SE	67	67 S	Sx	0.08	F	607585.373	8241930.65	739.922	Post-mineral	Chaparral
6	5	72	SE	-111	69 S	Dx	0.07	F	607588.168	8241933.88	739.922	Post-mineral	Chaparral
7	294	68	NE	-100	80 E	Dx	0.02	F	607485.272	8241879.77	739.922	Post-mineral	Chaparral
8	5	44	SE	-140	40 S	DxNx	0.1	F	607442.751	8241887.65	739.922	Post-mineral	Chaparral
9	320	88	NE	-149	31 E	Dx	0.08	F	607307.778	8241604.62	739.922	Post-mineral	Chaparral
10	305	69	NE	-118	62 E	Dx	0.08	F	607326.905	8241624.11	739.922	Post-Mineral	Chaparral
11	300	72	NE	-102	78 E	Dx	0.03	F	607318.513	8241616.24	739.922	Post-mineral	Chaparral
12	300	85	NE	-100	80 E	Dx	0.05	F	607309.676	8241607.05	739.922	Post-mineral	Chaparral
13	297	86	NE	-118	62 E	Dx	0.1	F	607309.436	8241606.22	739.922	Post-mineral	Chaparral
14	322	54	NE	-162	18 E	Dx	0.1	F	607341.4	8241624.8	739.922	Post-mineral	Chaparral
15	310	68	NE	-113	67 E	Dx	0.04	F	607343.242	8241623.88	739.922	Post-mineral	Chaparral
16	315	60	NE	-119	61 E	Dx	0.05	F	607358.674	8241641.44	739.922	Post-mineral	Chaparral
17	330	72	NE	-153	27 S	Dx	0.15	F	607360.332	8241642.36	739.922	Post-mineral	Chaparral
18	315	73	NE	-157	23 S	Dx	0.15	F	607375.404	8241625.52	739.922	Post-mineral	Chaparral
19	20	60	SE	52	52 S	SxIx	0.08	F	607414.961	8241689.07	739.922	Post-mineral	Chaparral
20	2	50	SE	-117	63 S	Dx	0.06	F	607488.55	8241763.17	739.922	Post-mineral	Chaparral
21	350	48	NE	62	62 S	Sx	0.03	F	607491.38	8241763.91	739.922	Post-mineral	Chaparral
22	5	72	SE	-116	64 S	NxDx	0.04	F	607538.948	8241804.98	739.922	Post-Mineral	Chaparral
23	336	55	NE	-106	74 S	Dx	0.1	F	607472.765	8241753.95	739.922	Post-mineral	Chaparral
24	7	60	SE	156	24 N	Dx	0.03	F	606684.23*	8241622.2*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
25	12	85	SE	-21	21 N	Sx	0.06	F	606700.99*	8241627.9*	1095.2	Post-mineral	Ciata
26	27	73	SE	-165	15 S	DxNx	0.05	F	606706.36*	8241630.4*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
27	4	78	SE	29	29 S	Sx	0.15	F	606708.56*	8241631.9*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
28	15	85	SE	13	13 S	Sx	0.01	F	606711.21*	8241632.4*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
29	45	74	SE	36	36 S	SxIx	0.3	F	606723.98*	8241635.7*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
30	205	80	NW	-18	18 S	Sx	0.05	F	606728.18*	8241638.7*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
31	340	64	NE	-146	34 S	Dx	0.5	F	606740.29*	8241645.9*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
32	37	74	SE	41	41 S	Sx	0.1	F	606752.16*	8241651.2*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
33	30	64	SE	22	22 S	Sx	0.02	F	606748.87*	8241646.8*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
34	345	87	NE	-15	15 N	Sx	0.04	F	606803.14*	8241643.4*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
35	15	62	SE	21	21 S	Sx	0.1	F	606815.163	8241647.7*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
36	12	70	SE	-153	27 S	Dx	0.04	F	606836.12*	8241658.3*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
37	14	73	SE	30	30 S	Sx	0.08	F	606885.49*	8241670.0*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
38	348	82	NE	20	20 S	Sx	0.06	F	606887.82*	8241671.8*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
39	357	78	NE	-143	37 S	Dx	0.08	F	606904.74*	8241678.4*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
40	80	72	SE	74	74 S	IxSx	0.03	F	606904.30*	8241679.0*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
41	83	72	SE	70	70 S	IxSx	0.08	F	606799.07*	8241660.7*	1095.2	Post-Mineral	Ciata
42	321	70	NE	-160	20 S	Dx	0.05	F	606874.63*	8241673.1*	1120.291	Post-Mineral	Ciata
43	347	86	SW	30	30 S	Sx	0.1	F	606882.37*	8241675.8*	1120.291	Post-Mineral	Ciata
44	48	75	SE	31	31 S	IxSx	0.1	F	606887.45*	8241677.2*	1120.291	Post-Mineral	Ciata
45	0	74	E	-158	22 S	Dx	0.02	F	606895.76*	8241677.73	1120.291	Post-Mineral	Ciata
46	87	67	SE	122	58 E	IxDx	0.05	F	606910.496	8241683.1*	1120.291	Post-Mineral	Ciata
47	325	75	NE	-165	15 S	NxDx	0.05	F	606896.62*	8241679.6*	1120.291	Post-Mineral	Ciata
48	330	49	NE	-152	28 S	NxDx	0.05	F	606898.63*	8241677.8*	1120.291	Post-Mineral	Ciata
49	80	70	SE	126	54 E	Ix	0.05	F	606867.03*	8241671.2*	1120.291	Post-Mineral	Ciata
50	80	70	SE	74	74 S	IxSx	0.1	F	606899.29*	8241679.2*	1120.291	Post-Mineral	Ciata
51	5	71	SE	173	7 N	Dx	0.07	F	606921.24*	8241680.8*	1134.1	Post-mineral	Ciata
52	78	68	SE	40	40 S	IxSx	0.03	F	606919.18*	8241684.6*	1134.1	Post-Mineral	Ciata
53	325	70	NE	-115	65 S	Dx	0.09	F	606896.934	8241670.7*	1134.1	Post-Mineral	Ciata
54	353	76	NE	-130	50 S	Dx	0.05	F	606891.65*	8241667.4*	1134.1	Post-Mineral	Ciata
55	88	74	SE	133	47 E	IxDx	0.05	F	606894.70*	8241669.0*	1134.1	Post-Mineral	Ciata
56	322	85	NE	-170	10 SE	Dx	0.01	F	607269.686	8241517.19	893.253	Post-mineral	Felipe
57	326	58	NE	106	74 N	Dx	0.2	F	607241.19	8241502.48	893.253	Post-mineral	Felipe
58	5	70	SE	-143	37 S	Dx	0.05	F	607394.825	8241851.27	858.226	Post-mineral	Norte
59	30	55	SE	-35	35 E	Sx	0.03	F	607405.798	8241856.3	858.226	Post-mineral	Norte
60	341	74	NE	-142	38 S	Dx	0.01	F	607383.666	8241843.2	858.226	Post-mineral	Norte
61	117	88	SW	-27	27 S	Sx	0.01	F	607378.193	8241839.37	858.226	Post-mineral	Norte
62	329	75	NE	-18	18 N	Sx	0.01	F	607376.28	8241838.57	858.226	Post-mineral	Norte
63	340	65	NE	38	38 S	Sx	0.1	F	607367.061	8241835.69	858.226	Post-mineral	Norte
64	355	72	NE	27	27 S	Sx	0.01	F	607364.369	8241834.29	858.226	Post-mineral	Norte
65	6	48	SE	-142	38 S	DxNx	0.15	F	607349.354	8241819.66	858.226	Post-mineral	Norte
66	343	63	NE	-159	21 S	Dx	0.05	F	607342.627	8241818.76	858.226	Post-mineral	Norte
67	326	80	NE	-141	39 S	Dx	0.03	F	607341.093	8241817.38	858.226	Post-mineral	Norte
68	315	85	NE	-148	32 S	Dx	0.01	F	607340.042	8241818.11	858.226	Post-mineral	Norte
69	330	80	NE	-94	86 S	Dx	0.14	F	607475.459	8241879.56	887.079	Post-mineral	Norte
70	330	80	NE	-100	80 S	Dx	0.05	F	607475.338	8241879.49	887.079	Post-mineral	Norte
71	320	80	NE	32	32 S	Sx	0.03	F	607387.482	8241836.14	887.079	Post-mineral	Norte
72	350	80	NE	22	22 S	Sx	0.03	F	607383.735	8241834.54	887.079	Post-Mineral	Norte
73	130	86	SW	-34	34 S	Sx	0.01	F	607377.845	8241830.3	887.079	Post-mineral	Norte
74	280	65	NW	130	50 W	Dx	0.08	F	607794.601	8240946.27	629.18	Post-mineral	Patricia
75	348	62	NE	64	64 S	Sx	0.08	F	607814.448	8240965.47	629.18	Post-mineral	Patricia
76	315	55	NE	-148	32 S	Dx	0.8	F	607843.408	8241017.14	629.18	Post-mineral	Patricia

77	315	72	NE	-153	27 S	Dx	0.08	F	607847.44	8241022.12	629.18	Post-mineral	Patricia
78	285	78	NE	-32	32 E	Sx	0.07	F	607829.879	8240984.25	629.18	Post-mineral	Patricia
79	325	58	NE	-152	28 S	Dx	0.15	F	607846.85	8241019.36	629.18	Post-mineral	Patricia
80	320	52	NE	-153	27 S	Dx	0.09	F	607861.44	8241003.89	629.18	Post-Mineral	Patricia
81	327	65	NE	-145	35 S	Dx	0.11	F	607863.215	8241006.14	629.18	Post-mineral	Patricia
82	330	46	NE	110	70 N	DxIx	0.03	F	607869.663	8241017.38	629.18	Post-mineral	Patricia
83	310	53	NE	118	62 N	DxIx	0.03	F	607871.732	8241021	629.18	Post-mineral	Patricia
84	305	52	NE	118	62 N	DxIx	0.05	F	607872.11	8241022.48	629.18	Post-Mineral	Patricia
85	320	70	NE	-159	21 S	Dx	0.15	F	607920.452	8241105.82	629.18	Post-mineral	Patricia
86	313	72	NE	-147	33 S	Dx	0.11	F	607950.458	8241081.33	629.18	Post-mineral	Patricia
87	327	62	NE	117	63 N	Dx	0.03	F	607982.505	8241121.56	629.18	Post-mineral	Patricia
88	352	81	NE	61	61 S	Sx	0.05	F	607985.409	8241126.2	629.18	Post-mineral	Patricia
89	323	63	NE	118	62 N	Dx	0.06	F	607988.194	8241131.19	629.18	Post-mineral	Patricia
90	340	54	NE	-145	35 S	Dx	0.09	F	608001.584	8241161.32	629.18	Post-mineral	Patricia
91	318	65	NE	68	68 S	Sx	0.07	F	608019.682	8241176.61	629.18	Post-mineral	Patricia
92	177	65	SW	-74	74 S	Sx	0.04	F	608023.101	8241180.93	629.18	Post-mineral	Patricia
93	320	62	NE	-149	31 S	Dx	0.06	F	608030.062	8241194.4	629.18	Post-mineral	Patricia
94	317	78	NE	-145	35 S	Dx	0.1	F	608034.053	8241199.95	629.18	Post-mineral	Patricia
95	333	74	NE	112	68 N	Dx	0.05	F	608037.992	8241202.38	629.18	Post-mineral	Patricia
96	332	67	NE	-153	27 S	Dx	0.14	F	608050.362	8241220.66	629.18	Post-mineral	Patricia
97	324	73	NE	-149	31 S	Dx	0.1	F	608051.888	8241222.77	629.18	Post-mineral	Patricia
98	325	73	NE	-119	61 S	Dx	0.06	F	608062.231	8241227.2	629.18	Post-mineral	Patricia
99	312	73	NE	-123	57 S	Dx	0.06	F	608066.269	8241229.35	629.18	Post-mineral	Patricia
100	325	47	NE	67	67 S	Sx	0.05	F	607949.865	8241108.55	629.18	Post-mineral	Patricia
101	323	53	NE	120	60 N	Dx	0.05	F	607957.503	8241118.99	629.18	Post-mineral	Patricia
102	321	71	NE	118	62 N	Dx	0.04	F	607953.26	8241111.71	629.18	Post-mineral	Patricia
103	320	70	NE	110	70 N	Dx	0.03	F	607952.754	8241110.53	629.18	Post-mineral	Patricia
104	337	84	NE	74	74 S	Sx	0.06	F	607961.718	8241132.88	629.18	Post-mineral	Patricia
105	355	84	NE	21	21 S	Sx	0.05	F	607759.53	8241741.82	680.603	Post-mineral	Chaparral II
106	345	70	NE	-120	60 S	Dx	0.06	F	607754.509	8241738.86	680.603	Post-mineral	Chaparral II
107	324	84	NE	-123	57 S	Dx	0.05	F	607711.701	8241709.81	680.603	Post-mineral	Chaparral II
108	238	89	NW	68	68 NE	Sx	0.03	V	607674.274	8241902.5	739.922	Singenetica	Chaparral
109	238	89	NW	57	57 E	Sx	0.1	V	607686.367	8241910.32	739.922	Singenetica	Chaparral
110	240	70	NW	67	67 E	Sx	0.25	V	607486.507	8241762.57	739.922	Singenetica	Chaparral
111	260	70	NW	72	72 E	Sx	0.22	V	606682.82*	8241622.6*	1095.2	Singenetica	Ciata
112	257	80	NW	74	74 E	Sx	0.12	V	606696.23*	8241627.4*	1095.2	Singenetica	Ciata
113	240	80	NW	67	67 E	Sx	0.05	V	606721.32*	8241634.3*	1095.2	Singenetica	Ciata
114	248	73	NW	59	59 E	Sx	0.3	V	606877.87*	8241673.8*	1120.291	Singenetica	Ciata
115	241	58	NW	65	65 E	SxIx	0.12	V	606903.54*	8241678.7*	1120.291	Singenetica	Ciata
116	248	70	NW	67	67 E	SxIx	0.3	V	606909.03*	8241681.6*	1120.291	Singenetica	Ciata
117	245	65	NW	68	68 E	SxIx	0.12	V	606899.71*	8241669.9*	1134.1	Singenetica	Ciata
118	230	62	NW	67	67 E	Sx	0.18	V	606905.72*	8241672.5*	1134.1	Singenetica	Ciata
119	240	63	NW	71	71 E	Sx	0.15	V	606913.81*	8241677.5*	1134.1	Singenetica	Ciata
120	245	67	NW	68	68 E	Sx	0.09	V	606919.32*	8241680.0*	1134.1	Singenetica	Ciata
121	250	72	NW	67	67 E	Sx	0.28	V	606931.88*	8241683.5*	1134.1	Singenetica	Ciata
122	255	69	NW	66	66 E	Sx	0.37	V	606940.23*	8241685.5*	1134.1	Singenetica	Ciata
123	245	74	NW	67	67 E	Sx	0.05	V	607300.187	8241530	893.253	Singenetica	Felipe
124	250	65	NW	63	63 E	SxIx	0.1	V	607269.819	8241516.73	893.253	Singenetica	Felipe
125	252	64	NW	64	64 E	Sx	0.1	V	607276.626	8241519.48	893.253	Singenetica	Felipe
126	255	69	NW	61	61 E	Sx	0.1	V	607268.056	8241515.86	893.253	Singenetica	Felipe
127	248	74	NW	63	63 E	Sx	0.06	V	607265.211	8241514.55	893.253	Singenetica	Felipe
128	245	74	NW	72	72 E	Sx	0.1	F	607253.027	8241508.93	893.253	Singenetica	Felipe
129	238	61	NW	73	73 E	SxIx	0.05	V	607459.843	8241885.71	858.226	Singenetica	Norte
130	255	64	NW	65	65 N	SxIx	0.1	V	607448.93	8241879.68	858.226	Singenetica	Norte
131	250	63	NW	74	74 N	SxIx	0.15	V	607440.823	8241875.41	858.226	Singenetica	Norte
132	240	67	NW	65	65 N	SxIx	0.07	V	607421.525	8241865.37	858.226	Singenetica	Norte
133	235	67	NW	65	65 N	SxIx	0.12	V	607387.029	8241846.9	858.226	Singenetica	Norte
134	248	68	NW	65	65 E	SxIx	0.12	V	607358.212	8241825.44	858.226	Singenetica	Norte
135	255	58	NW	56	56 E	Sx	0.06	V	607472.422	8241878.78	887.079	Singenetica	Norte
136	235	70	NW	67	67 E	Sx	0.1	V	607392.457	8241839.1	887.079	Singenetica	Norte
137	245	70	NW	57	57 E	Sx	0.15	V	607385.62	8241835.28	887.079	Singenetica	Norte
138	220	67	NW	77	77 E	Sx	0.08	V	607998.785	8241180.39	629.18	Singenetica	Patricia
139	215	79	NW	81	81 E	Sx	0.22	V	607902.428	8241069.68	629.18	Singenetica	Patricia
140	215	75	NW	78	78 E	Sx	0.12	V	607979.059	8241116.35	629.18	Singenetica	Patricia
141	205	67	NW	73	73 E	Sx	0.11	V	607994.689	8241145.31	629.18	Singenetica	Patricia
142	215	75	NW	70	70 E	Sx	0.2	V	607807.5	8240955.98	629.18	Singenetica	Patricia
143	235	75	NW	63	63 E	Sx	0.4	V	607715.566	8241712.37	680.603	Singenetica	Chaparral II
144	225	78	NW	77	77 E	Sx	0.3	V	607761.665	8241743.01	680.603	Singenetica	Chaparral II
145	25	84	SE	43	43 S	SxIx	0.01	F	606900.86	8241679.6	1120.291	Pre-mineral	Ciata
146	322	85	NE	-170	10 S	Dx	0.01	F	607271.795	8241514.98	893.253	Pre-mineral	Felipe
147	89	67	SE	-40	40 E	Sx	0.03	F	607306.062	8241530.13	893.253	Pre-mineral	Felipe
148	250	68	NW	-96	84 N	Nx	0.06	F	607455.99	8241887.18	858.226	Pre-mineral	Norte
149	272	51	NE	22	22 E	Sx	0.01	F	607455.363	8241881.37	858.226	Pre-mineral	Norte
150	360	61	NE	-61	61 E	Sx	0.01	F	607474.053	8241879.17	887.079	Pre-mineral	Norte
151	240	65	NW	110	70 W	Dx	0.05	F	607370.251	8241825.29	887.079	Pre-mineral	Norte



PROYECTOS MINEROS

- Óxidos de Fe-Cu-Au (IOCG)
- | Vetas
- Skarn
- ★ Pórfidos de Cu-Mo
- ▲ Epitermales de alta sulfuración
- + Au (Pb-Zn-Cu) relacionados con intrusivos

METALOGENIA

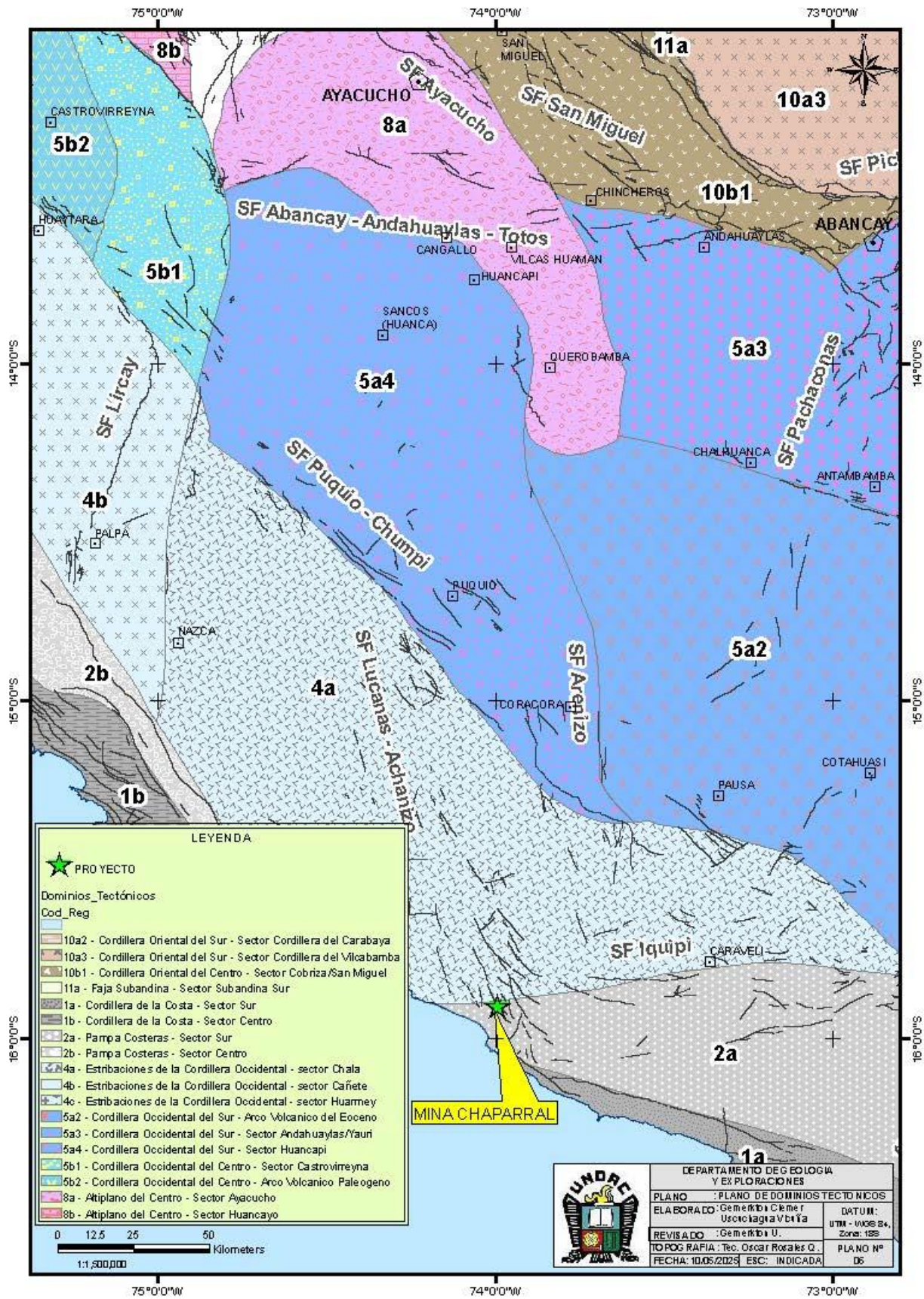
Franjas_Metalogeneticas_Nov2021

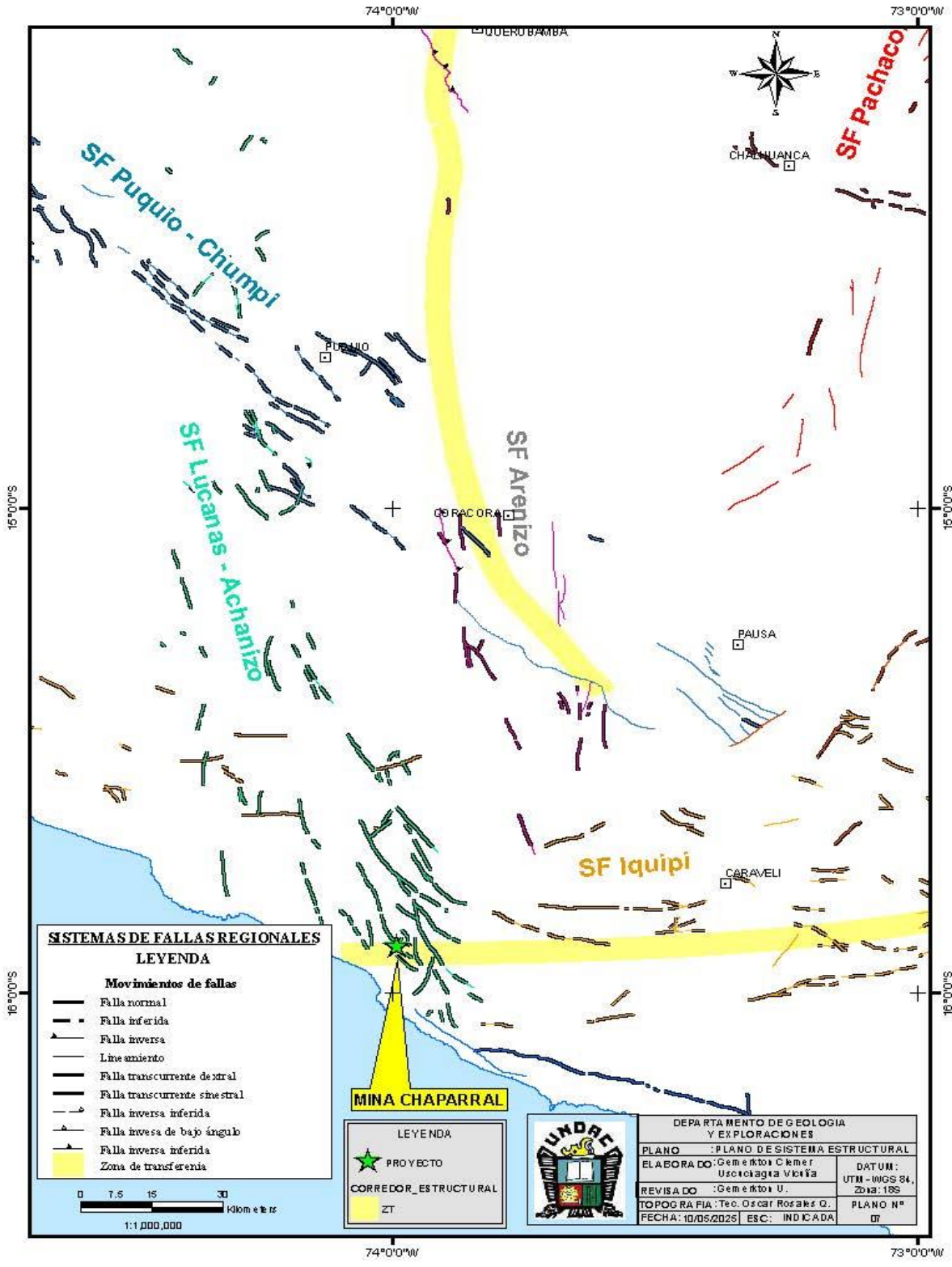
FRANJA, TIPO

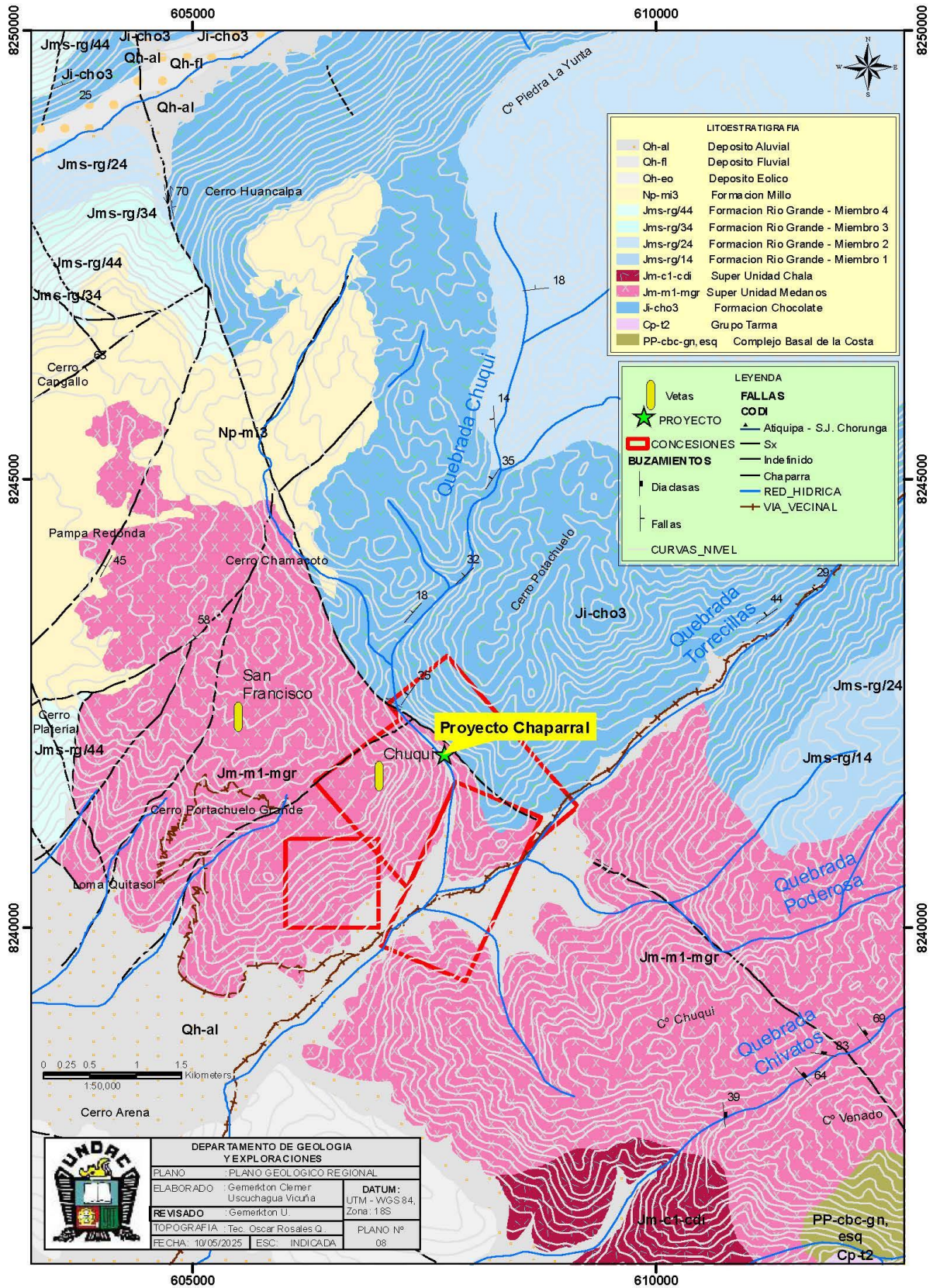
- IX, Franja de depósitos de Au-Pb-Zn-Cu relacionados con intrusivos de Cretácico superior
- V, Franja de depósitos de Cu-Fe-Au (IOCG) del Jurásico medio-superior
- X, Franja de pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior
- XXIII, Franja de epitermales de Au-Ag del Mio-Plioceno

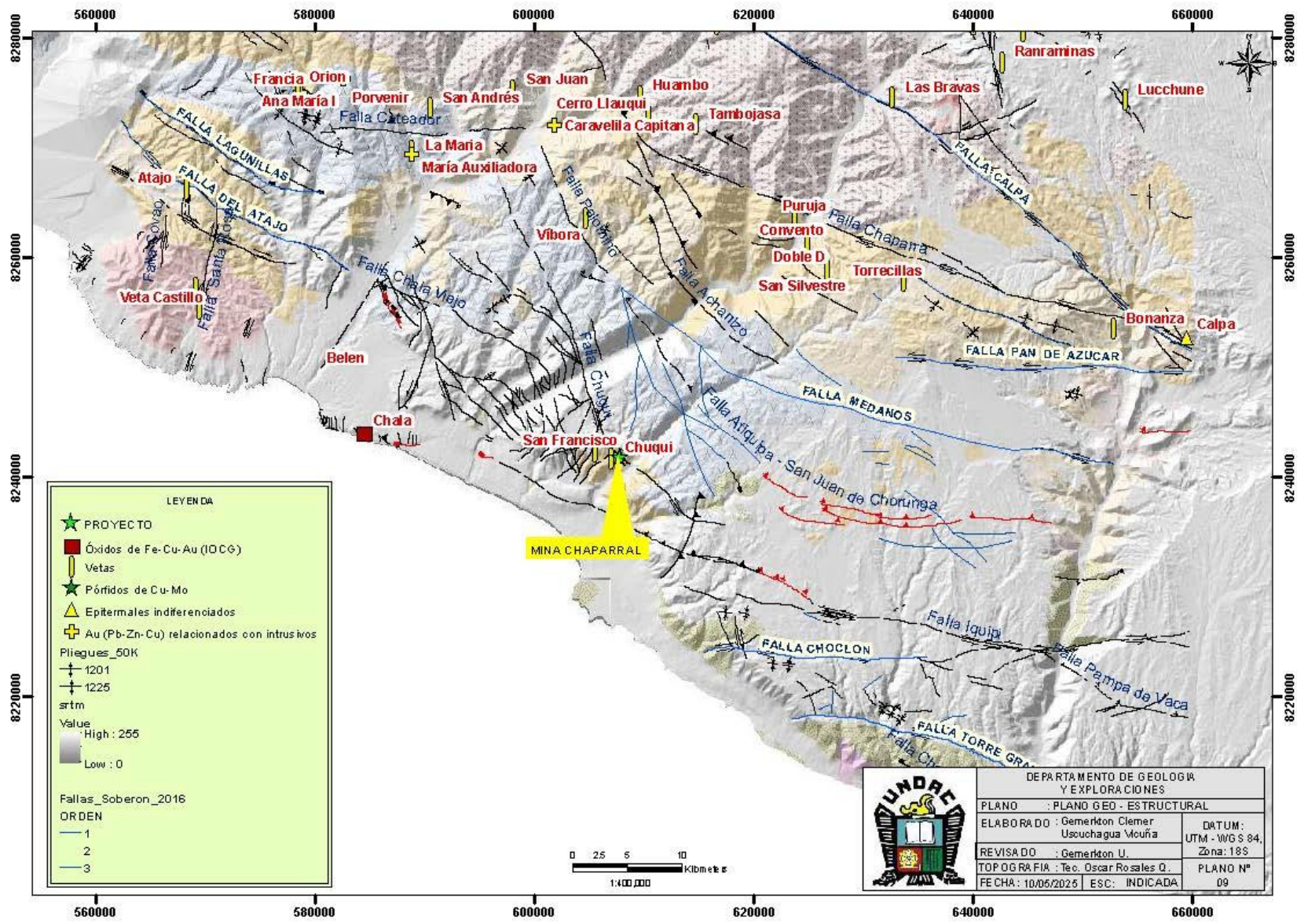


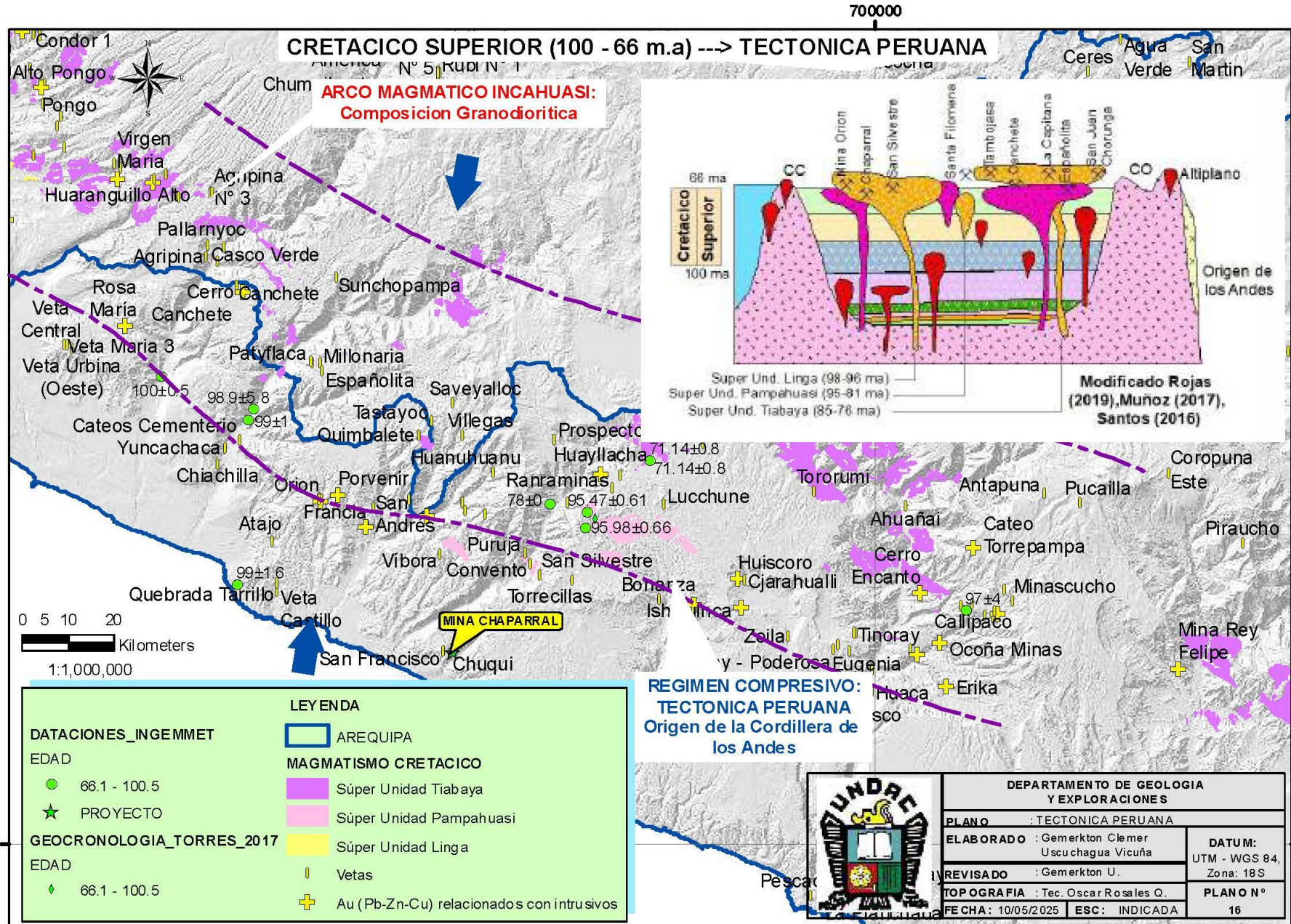
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES	
PLANO METALOGENETICO	
ELABORADO : Gemarkton Clemer Usucuchagua Vicuña	DATUM : UTM - WGS84, Zona 18S
REVISADO : Gemarkton U.	PLANO N° 03
TOPOGRAFIA : Tec. Oscar Rosales Q	FECHA : 10/05/2025
ESC: INDICADA	











OLIGOCENO SUPERIOR - PLOCIENO (27.8 - 2.5 m.a) --> TECTONICA QUECHUA

ARCO MAGMATICO HUAYLILLAS - BARROSO INFERIOR
Volcanico Parinacochas (Tobas)

BATOLITO DE LA COSTA
Intrusivo Granodioritica

MINA CHAPARRAL

REGIMEN COMPRESIVO:
TECTONICA QUECHUA
Formacion Millo
(Conglomerados)

LEYENDA

DATAIONES_INGEMMET

EDAD

- 56.0 - 66.0
- ★ PROYECTO
- AREQUIPA
- Fallas_50K

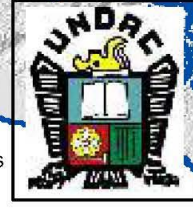
INTRUSIVO PALEOCENO

- Unidad Salamanca
- Epitermales de baja sulfuración
- Epitermales de alta sulfuración

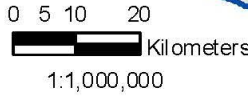
LITOESTRATIGRAFIA

- Formación Millo
- CENTRO_VOLCANICO_PARINACOCHAS

		EVENTO II	EVENTO III	EVENTO IV	EVENTO V
		Oligoceno Sup. - Mioceno Inf.	Mioceno Medio	Mioceno Medio - Mioceno Superior	Mioceno Sup. - Plioceno
		$\sigma_1 = 0^\circ$	$\sigma_1 = 140^\circ$	$\sigma_1 = 90^\circ$	$\sigma_1 = 45^\circ$
Modificado Torres et al. (2017)					
DOMINIO SUR S.E. TQUIP CLAVELINAS	Falla Torrez Grande				
	Falla Chordon				
	Falla Pampa Blanca				
DOMINIO NORTE S.E. CALPA ACHANIZO	Falla Pan de Azucar				
	Falla Medanos				
	Falla Calpa				
	Falla Achanizo				
	Falla Chaparra				
CINEMATICA		Inverso	Inverso Dextral	Inverso Sinistral	Sinistral
FASE TECTONICA		QUECHUA I	QUECHUA II		QUECHUA III
NEOGENO	PLIOCENO	S Piacenziano	3.60	Formacion Millo	
		I Zanciano	5.33		
		M Messiniano	7.25		
	MIOCENO	S Tortoniano	11.6	Volcanico Parinacochas	
		M Serravaliano	13.8		
		L Langhiano	15.97		
	Burdigalio	20.44			
	I Agutiano	23.03			



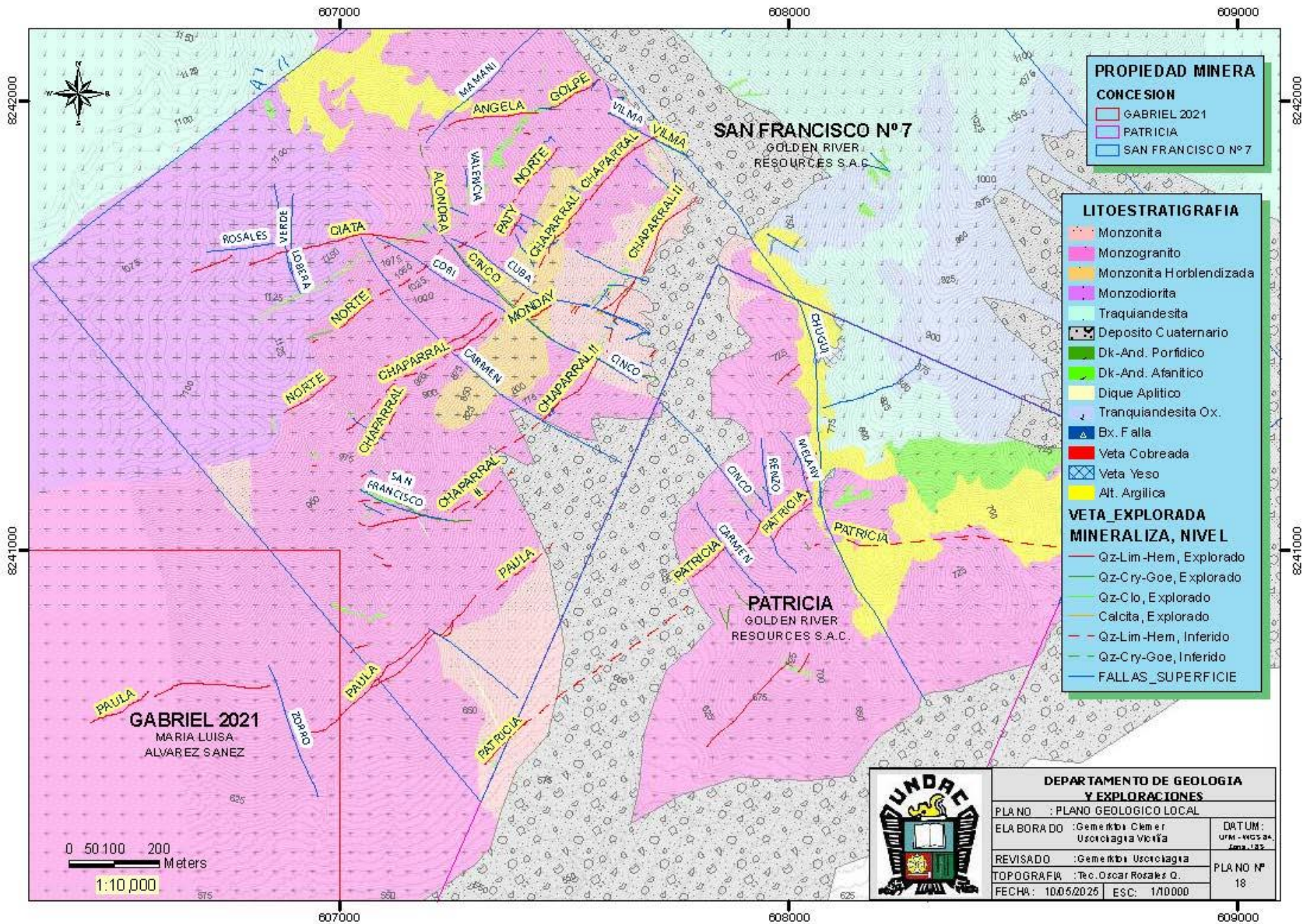
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES	
PLANO	: TECTONICA QUECHUA
ELABORADO	: Gernerktion Clemer Uscuchagua Vicuña
REVISADO	: Gernerktion U.
TOPOGRAFIA	: Tec. Oscar Rosales Q.
FECHA	: 10/05/2025
ESC	: INDICADA
DATUM	: UTM - WGS 84, Zona: 18 S
PLANO N°	: 17



8200000

8200000

70000



PROPIEDAD MINERA

CONCESION

- GABRIEL 2021
- PATRICIA
- SAN FRANCISCO N° 7

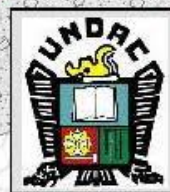
LITOESTRATIGRAFIA

- Monzonita
- Monzogranito
- Monzonita Horblendizada
- Monzodiorita
- Traquiandesita
- Deposito Cuaternario
- Dk-And. Porfidico
- Dk-And. Afanitico
- Dique Aplítico
- Traquiandesita Ox.
- Bx. Falla
- Veta Cobreada
- Veta Yeso
- Alt. Argilica

VETA_EXPLORADA MINERALIZA, NIVEL

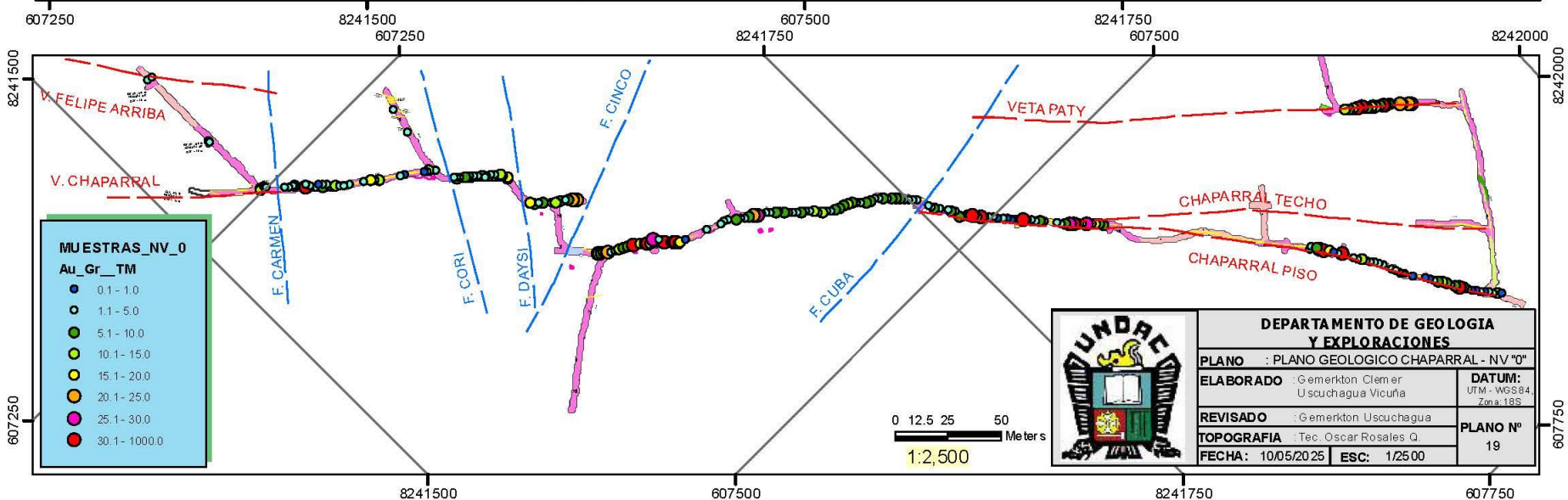
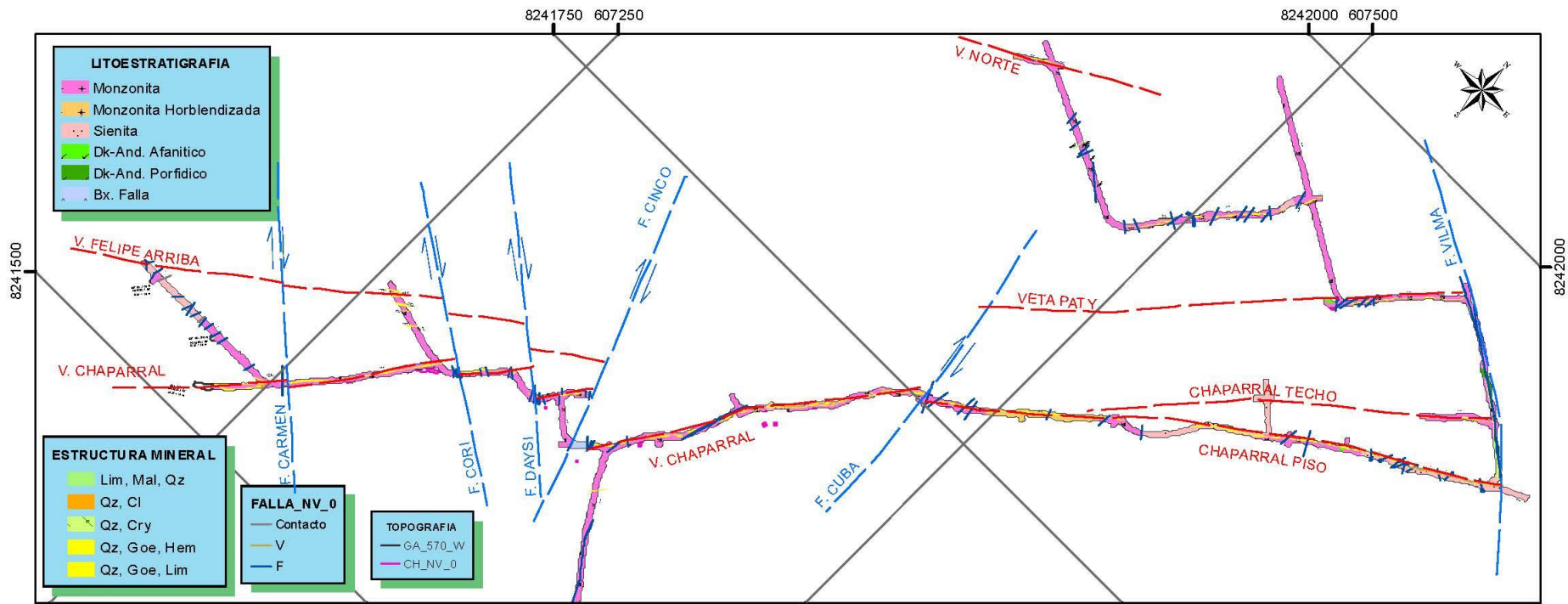
- Qz-Lim-Hem, Explorado
- Qz-Cry-Goe, Explorado
- Qz-Clo, Explorado
- Calcita, Explorado
- Qz-Lim-Hem, Inferido
- Qz-Cry-Goe, Inferido
- FALLAS_SUPERFICIE

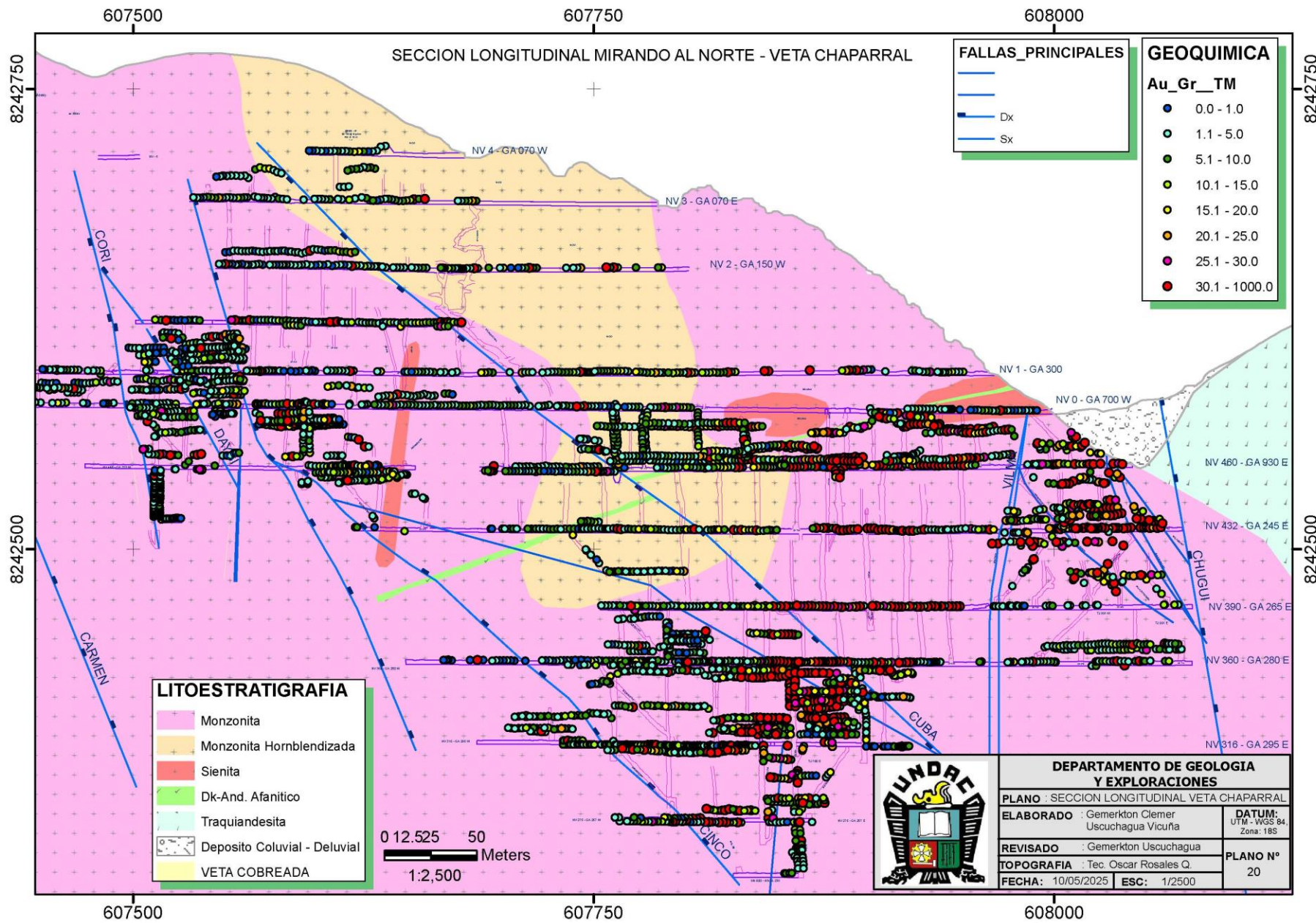
0 50 100 200 Meters
1:10,000

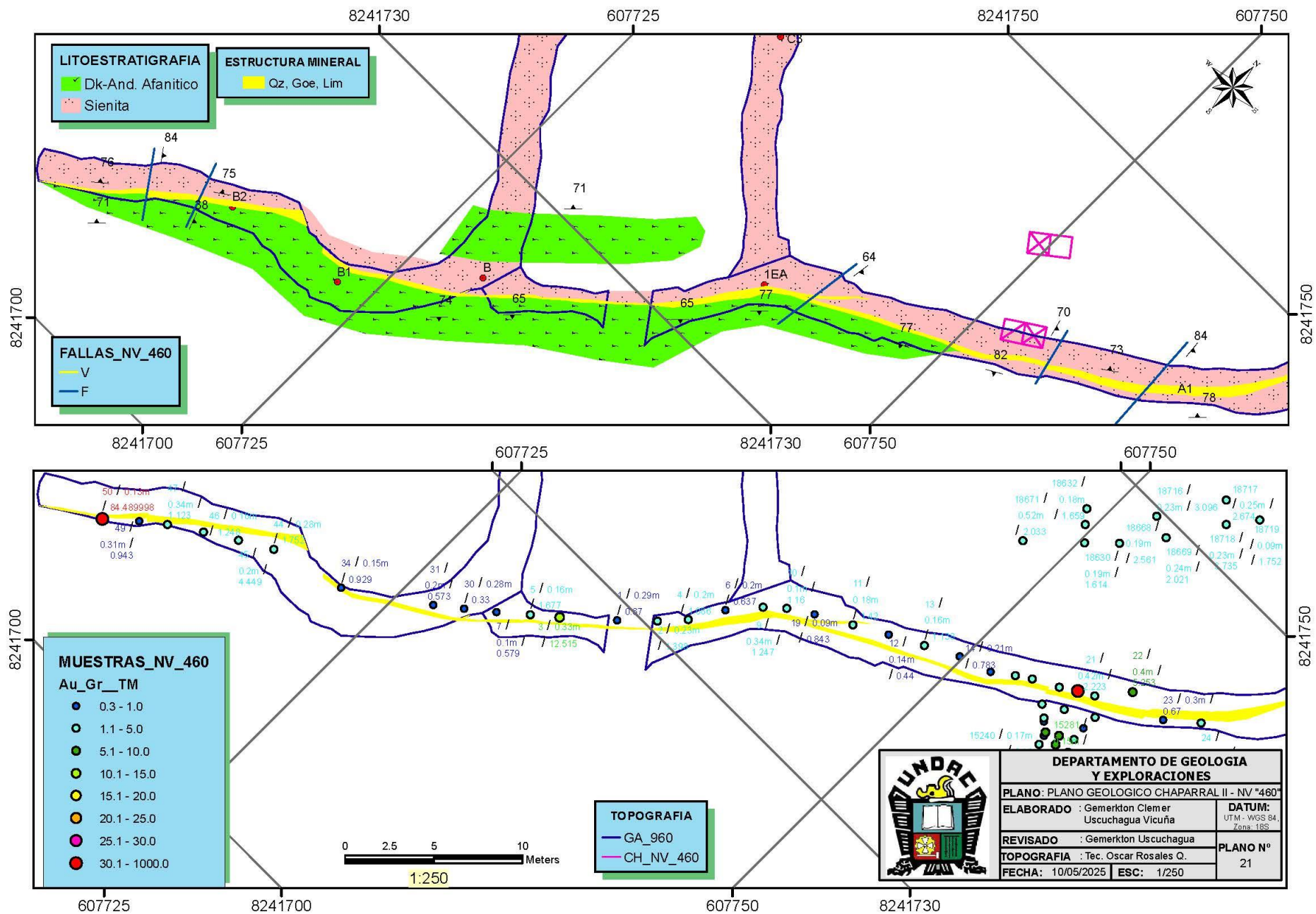


DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES

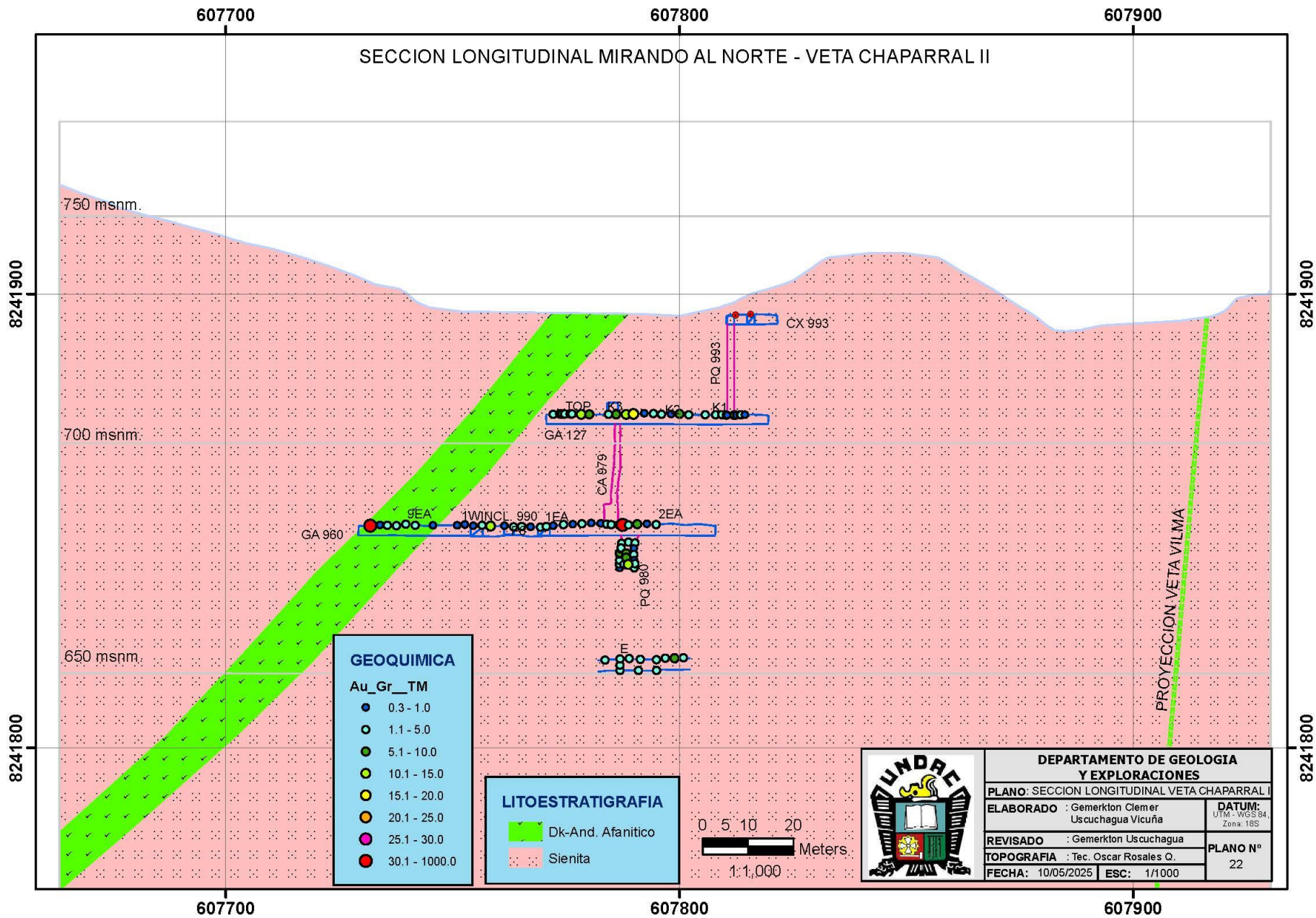
PLANO : PLANO GEOLOGICO LOCAL	
ELABORADO : GERMERICK CEMER	DATUM : UTM - WGS 84
USOCIAGRIA VICIÑA	42Q UTM
REVISADO : GERMERICK USOCIAGRIA	PLA NO N°
TOPOGRAFIA : T.C. OSCAR ROSALES O.	18
FECHA : 10/05/2025	ESC : 1/10000







SECCION LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE - VETA CHAPARRAL II



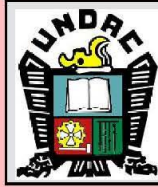
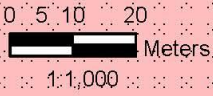
GEOQUIMICA

Au_Gr_TM

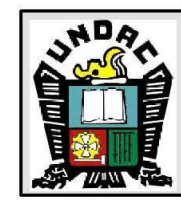
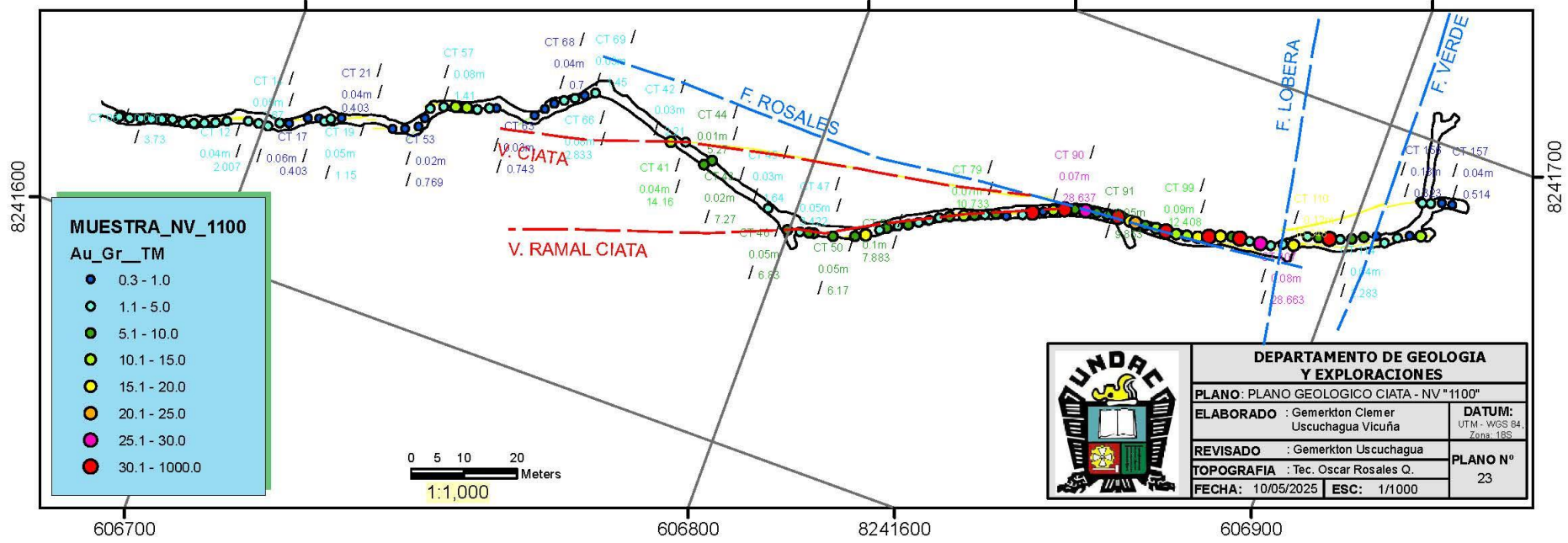
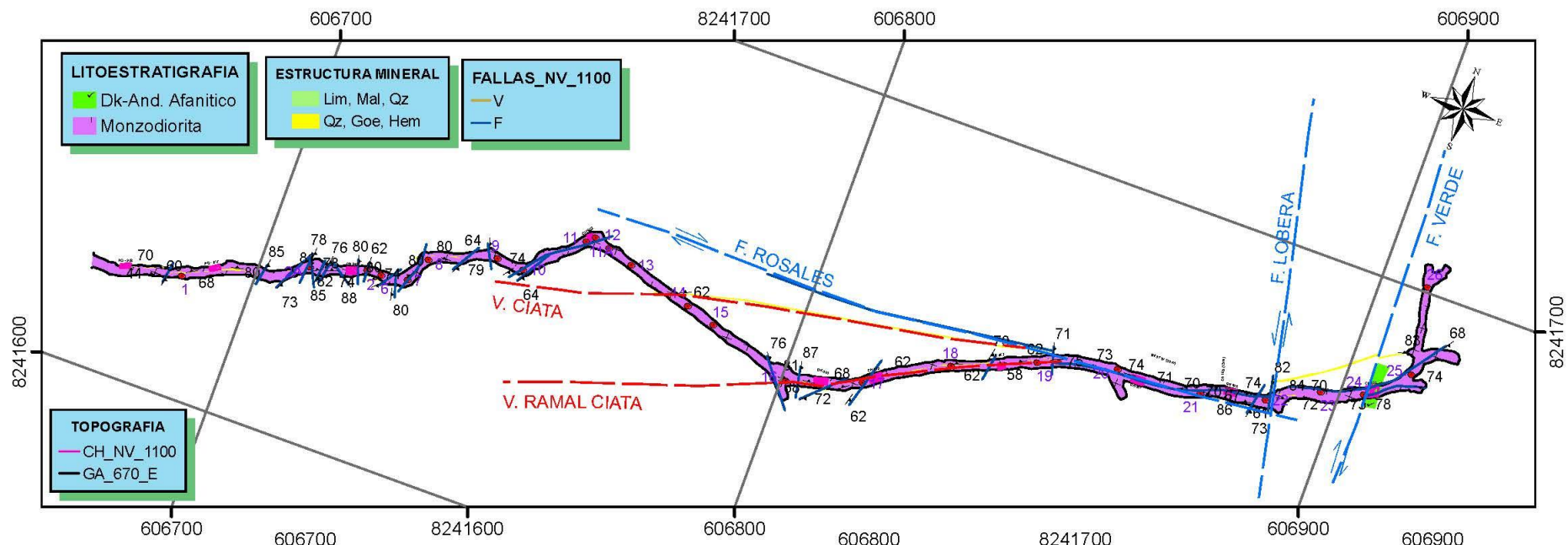
- 0.3 - 1.0
- 1.1 - 5.0
- 5.1 - 10.0
- 10.1 - 15.0
- 15.1 - 20.0
- 20.1 - 25.0
- 25.1 - 30.0
- 30.1 - 1000.0

LITOESTRATIGRAFIA

- Dk-And. Afanítico
- Sienita

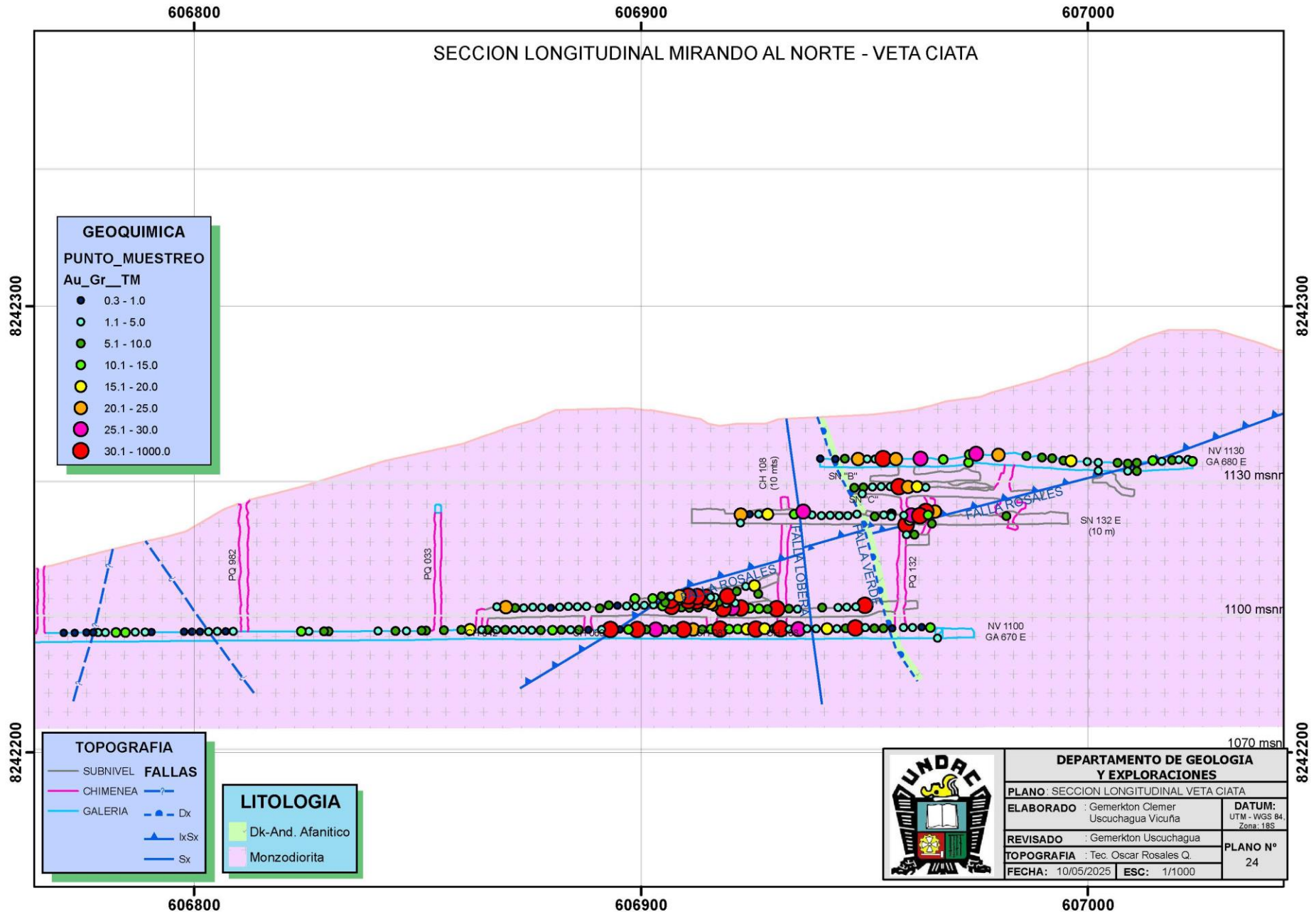


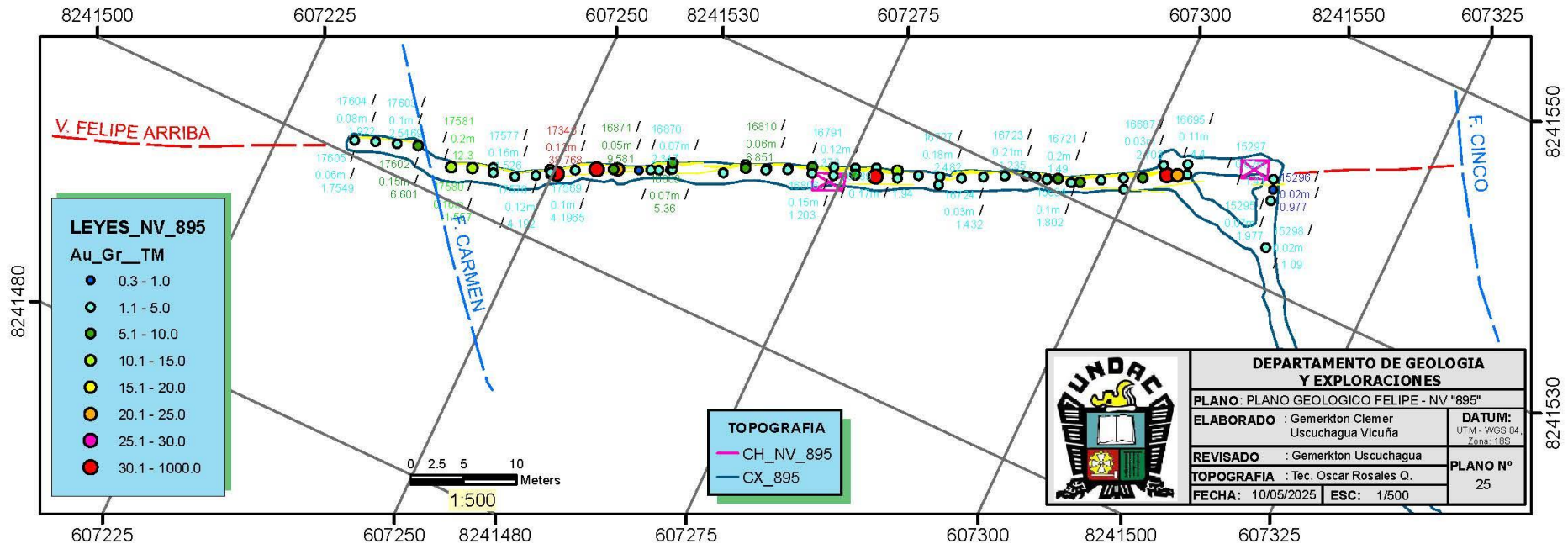
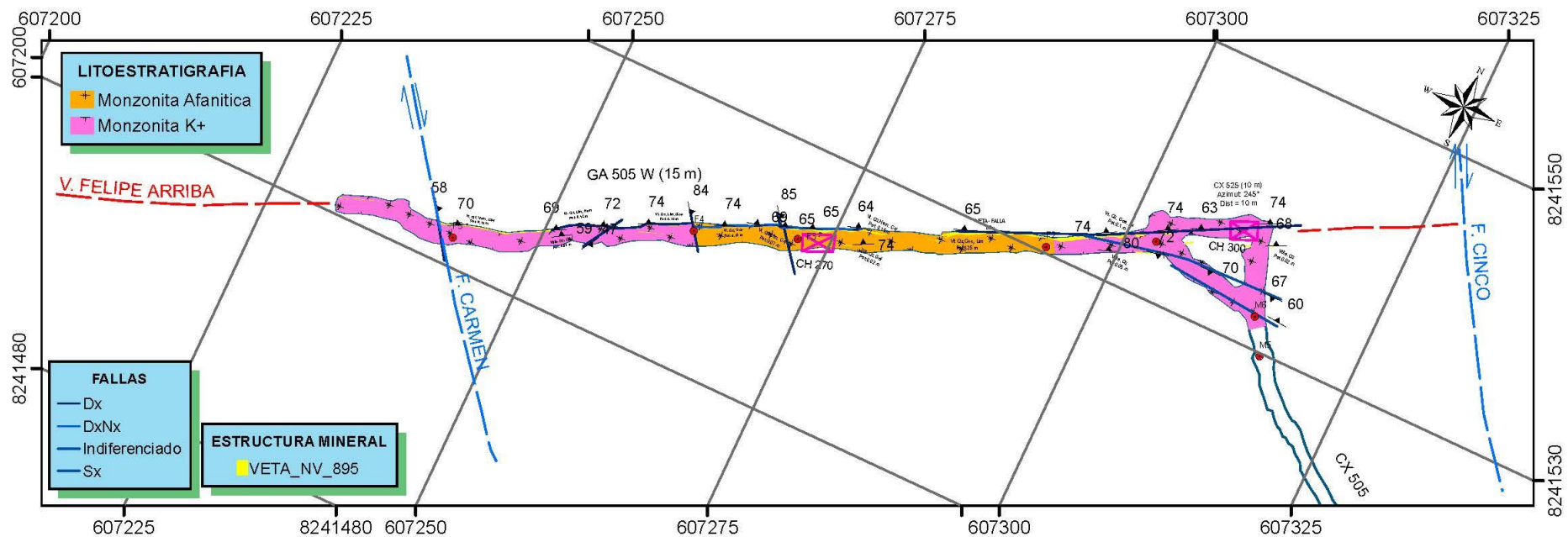
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES		
PLANO: SECCION LONGITUDINAL VETA CHAPARRAL II		
ELABORADO : Gerneriton Cleser Uscuchagua Vicuña	DATUM: UTM - WGS 84, Zona: 18S	
REVISADO : Gerneriton Uscuchagua	PLANO N° 22	
TOPOGRAFIA : Tec. Oscar Rosales O.	FECHA: 10/05/2025	ESC: 1/1000

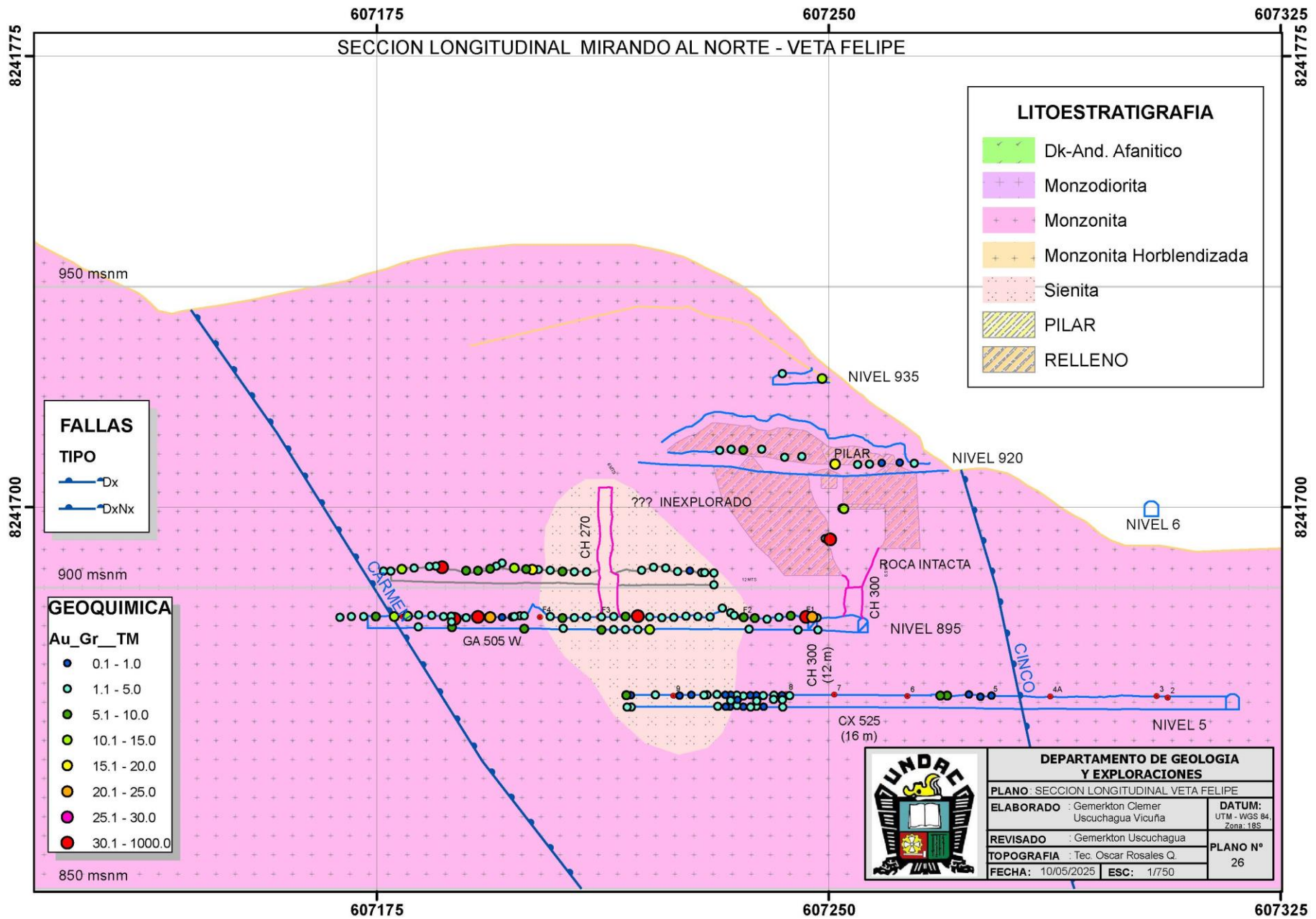


DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES		
PLANO: PLANO GEOLOGICO CIATA - NV *1100"		
ELABORADO : Gernerhton Clemer Uscuchagua Vicuña	DATUM: UTM - WGS 84, Zona 18S	PLANO N° 23
REVISADO : Gernerhton Uscuchagua	TOPOGRAFIA : Tec. Oscar Rosales Q.	
FECHA: 10/05/2025	ESC: 1/1000	

SECCION LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE - VETA CIATA







607175 607250 607325

SECCION LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE - VETA FELIPE

LITOESTRATIGRAFIA

- Dk-And. Afanitico
- Monzodiorita
- Monzonita
- Monzonita Horblendizada
- Sienita
- PILAR
- RELLENO

FALLAS

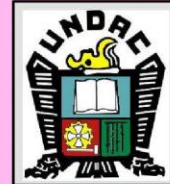
TIPO

- Dx
- DxNx

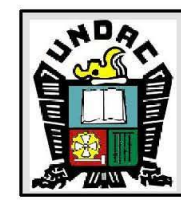
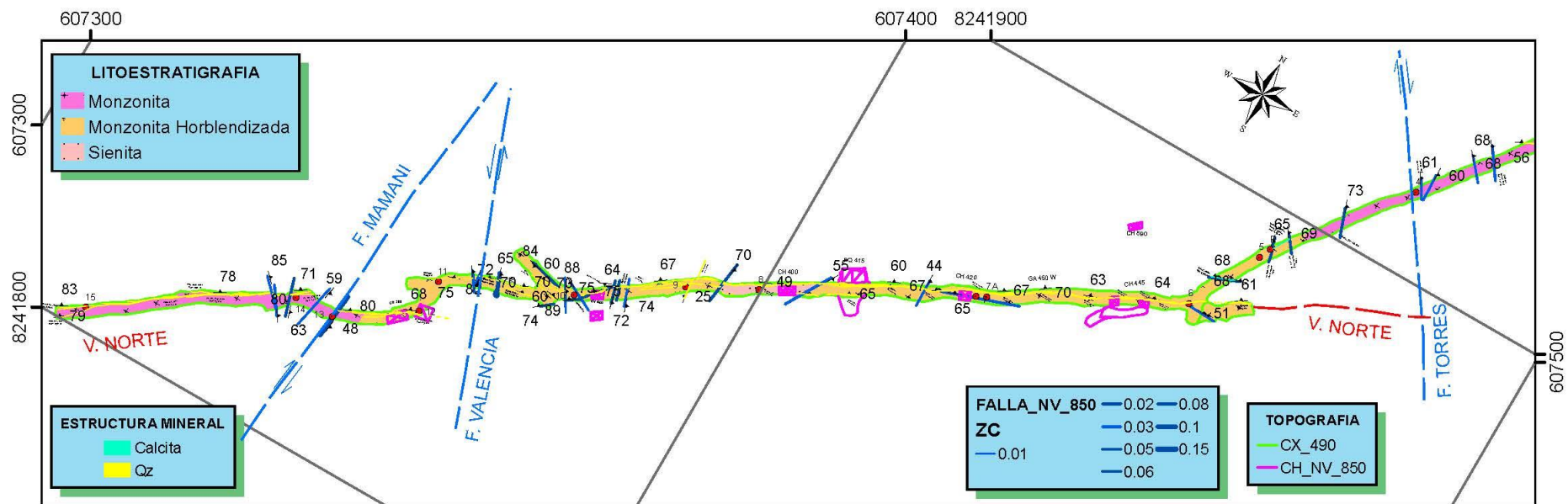
GEOQUIMICA

Au_Gr_TM

- 0.1 - 1.0
- 1.1 - 5.0
- 5.1 - 10.0
- 10.1 - 15.0
- 15.1 - 20.0
- 20.1 - 25.0
- 25.1 - 30.0
- 30.1 - 1000.0



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES		
PLANO: SECCION LONGITUDINAL VETA FELIPE		
ELABORADO : Gemerhton Clemer Uscuchagua Vicuña	DATUM: UTM - WGS 84, Zona: 18S	
REVISADO : Gemerhton Uscuchagua	PLANO N° 26	
TOPOGRAFIA : Tec. Oscar Rosales Q.	FECHA: 10/05/2025	ESC: 1/750



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES	
PLANO: PLANO GEOLOGICO NORTE - NV "850"	
ELABORADO : Gernerhton Ciemer Uscuchagua Vicuña	DATUM: UTM - WGS 84, Zona 18S
REVISADO : Gernerhton Uscuchagua	PLANO N° 27
TOPOGRAFIA : Tec. Oscar Rosales Q.	FECHA: 10/05/2025
ESC: 1/750	

SECCION LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE - VETA NORTE

GEOQUIMICA

Au_Gr_TM

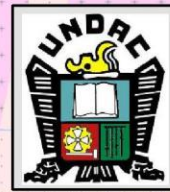
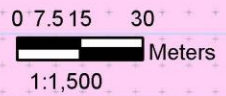
- 0.3 - 1.0
- 1.1 - 5.0
- 5.1 - 10.0
- 10.1 - 15.0
- 15.1 - 20.0
- 20.1 - 25.0
- 25.1 - 30.0
- 30.1 - 1000.0

FALLAS

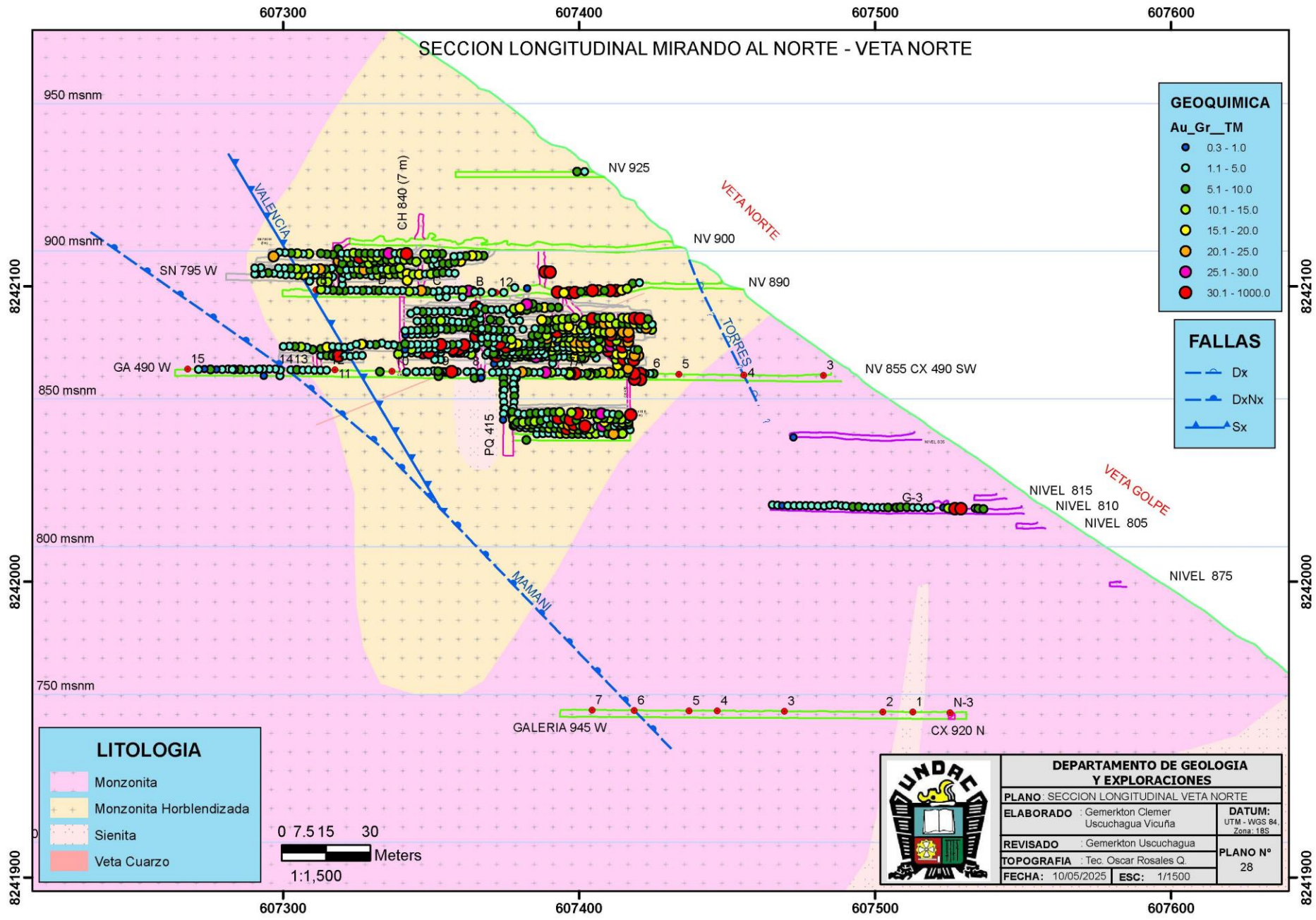
- - - Dx
- - - DxNx
- - - Sx

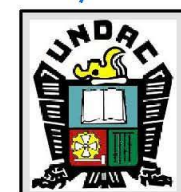
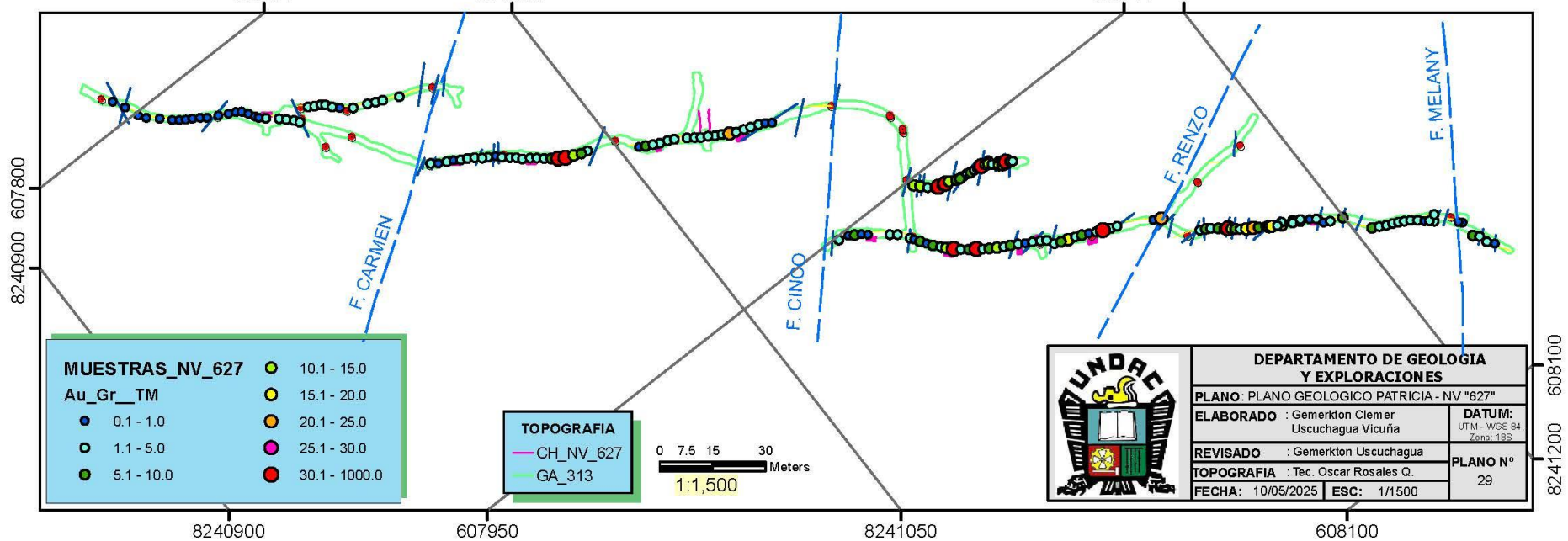
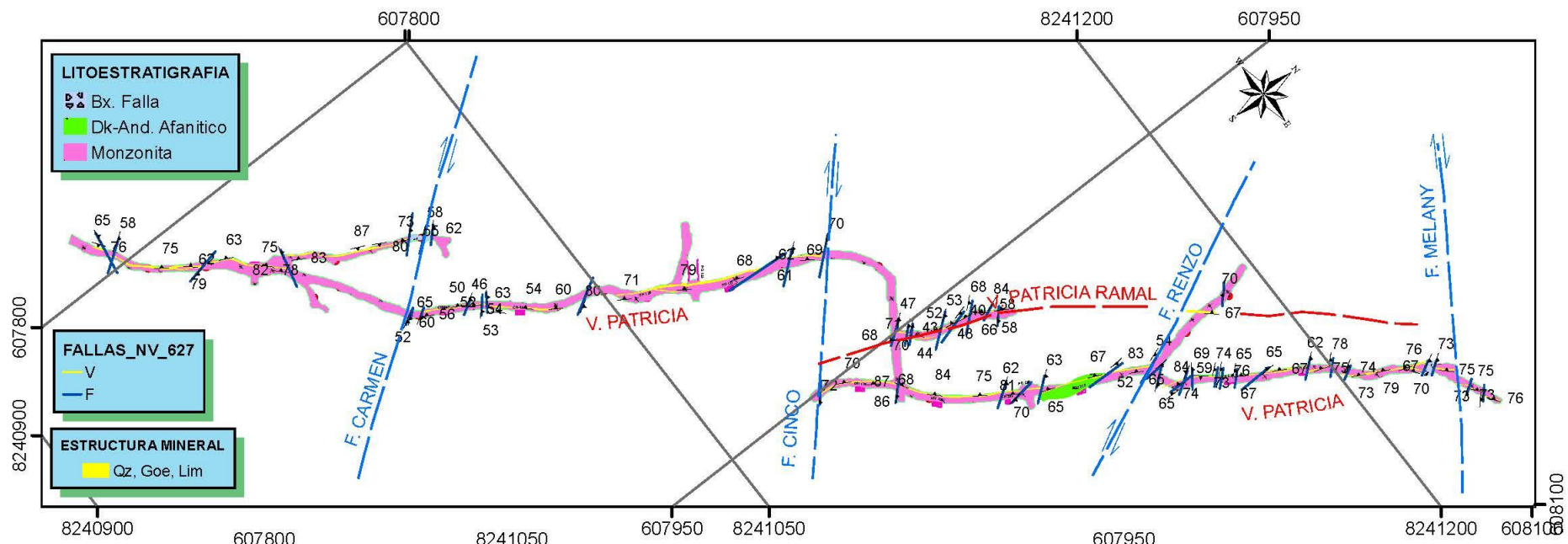
LITOLOGIA

- Monzonita
- Monzonita Horblendizada
- Sienita
- Veta Cuarzo



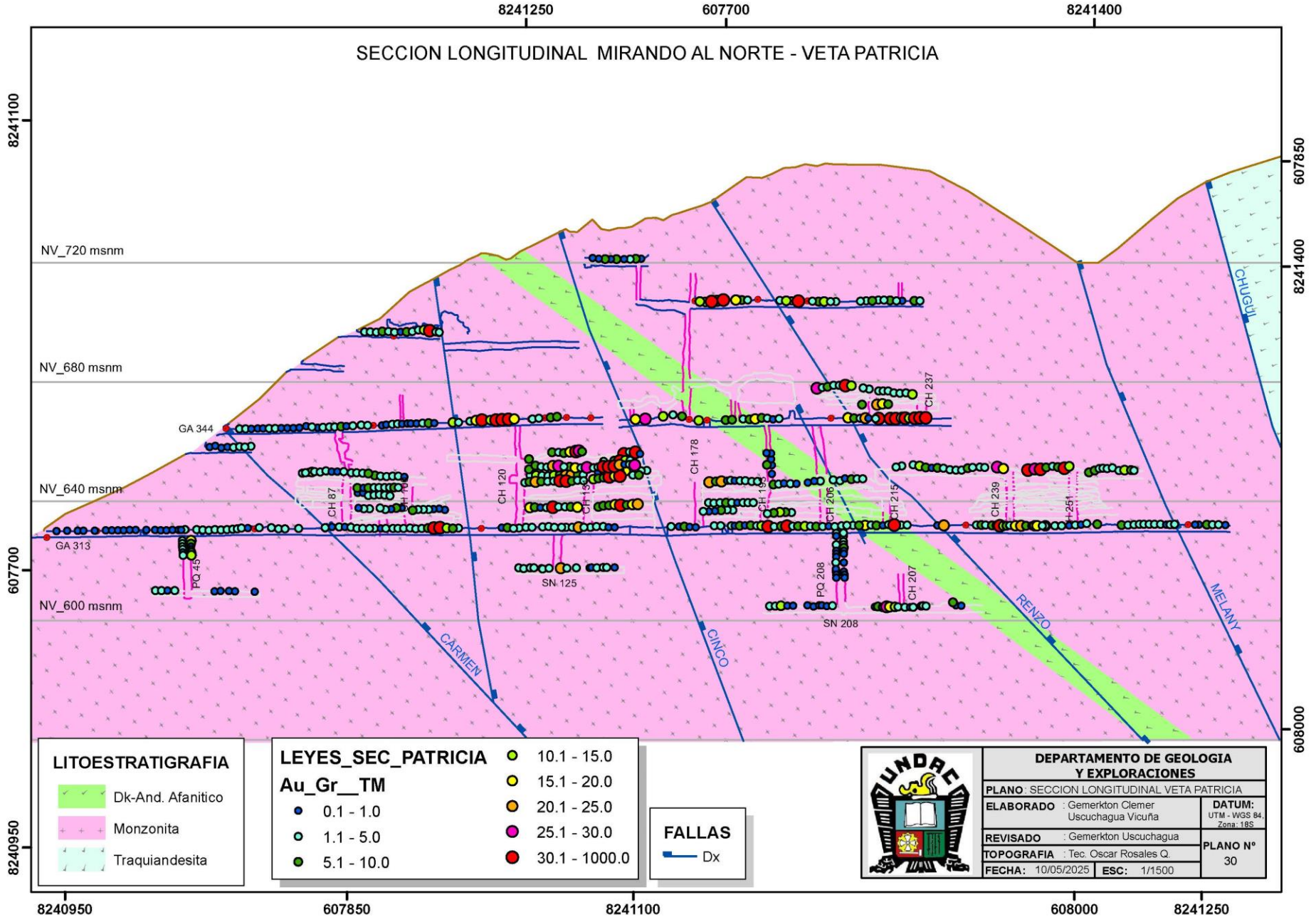
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES		
PLANO: SECCION LONGITUDINAL VETA NORTE		
ELABORADO : Gernerhton Clemer Uscuchagua Vicuña	DATUM: UTM - WGS 84, Zona: 18S	
REVISADO : Gernerhton Uscuchagua	PLANO Nº 28	
TOPOGRAFIA : Tec. Oscar Rosales Q.	FECHA: 10/05/2025	ESC: 1/1500





DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES		
PLANO: PLANO GEOLOGICO PATRICIA - NV "627"		
ELABORADO : Gerneriton Ciemer Uscuchagua Vicuña	DATUM: UTM - WGS 84, Zona 18S	
REVISADO : Gerneriton Uscuchagua	PLANO N° 29	
TOPOGRAFIA : Tec. Oscar Rosales Q.	FECHA: 10/05/2025	ESC: 1/1500

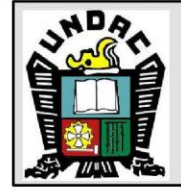
SECCION LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE - VETA PATRICIA



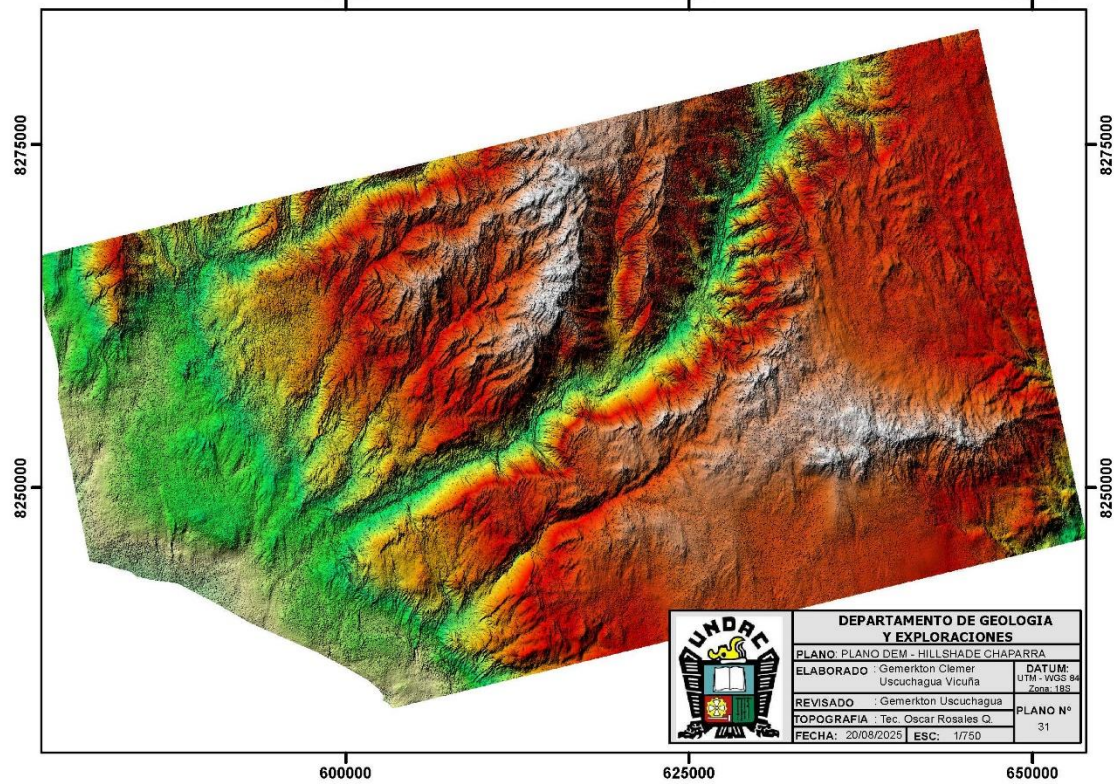
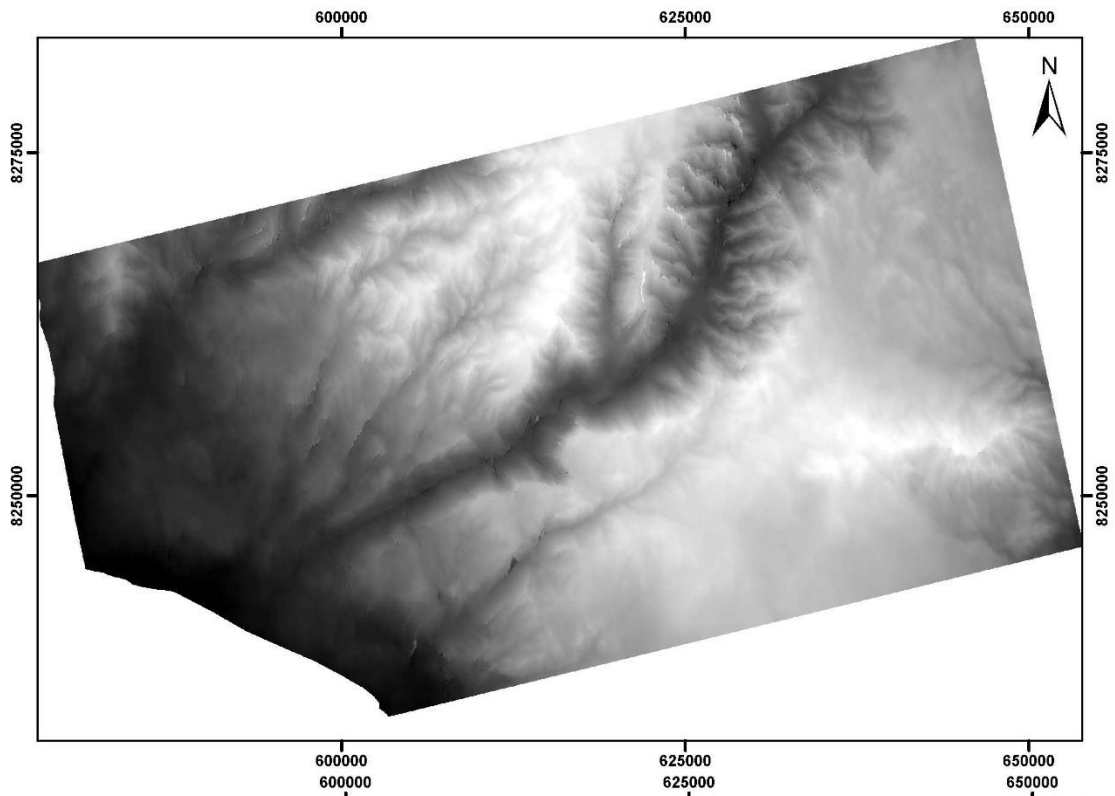
LITOSTRATIGRAFIA	
	Dk-And. Afanítico
	Monzonita
	Traquiandesita

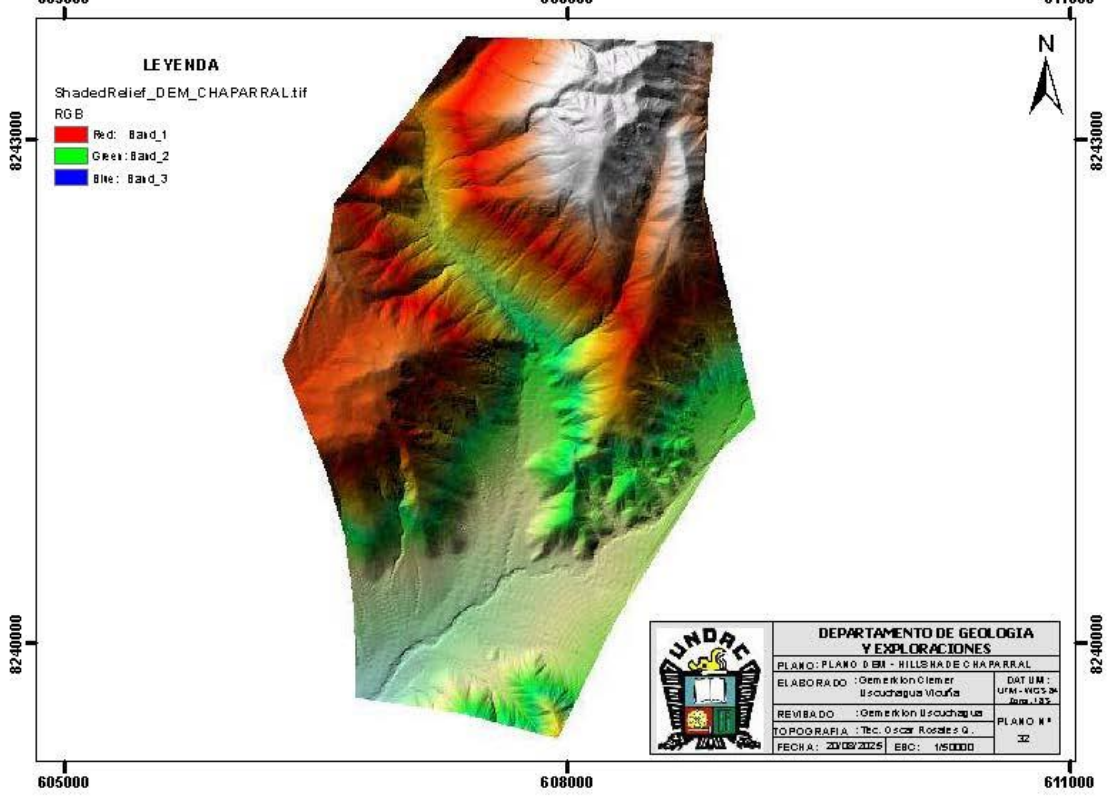
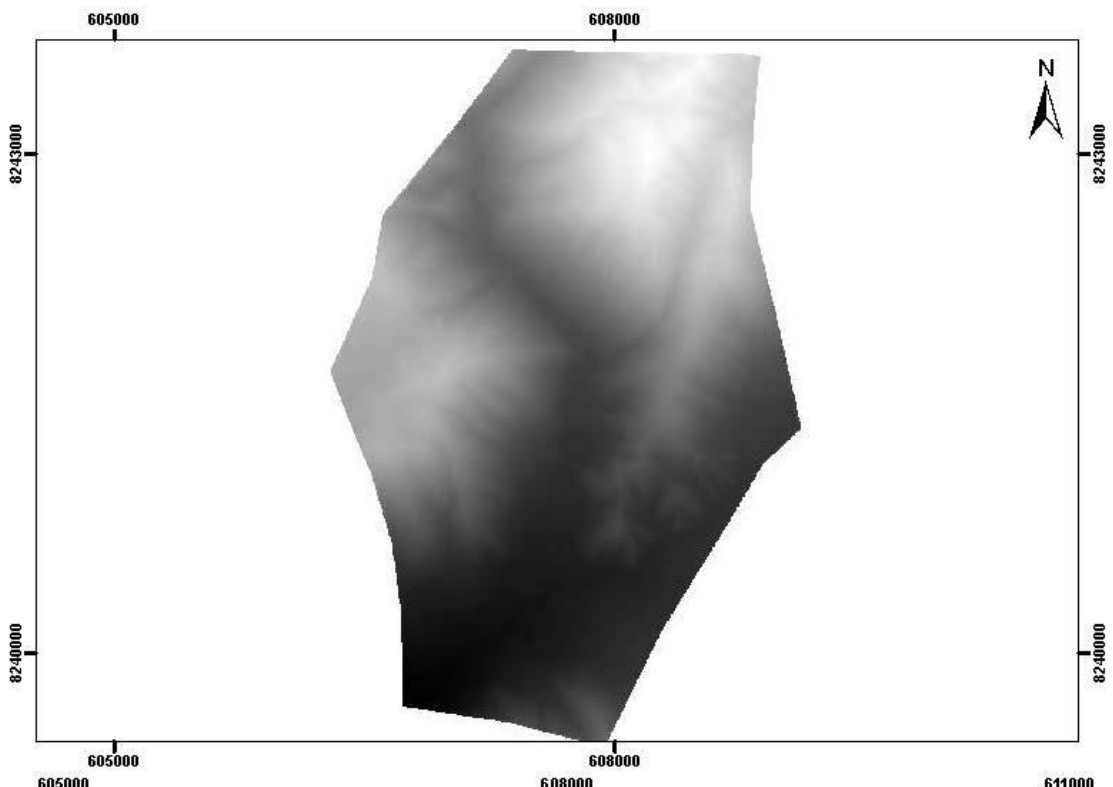
LEYES_SEC_PATRICIA	
Au_Gr_TM	
	0.1 - 1.0
	1.1 - 5.0
	5.1 - 10.0
	10.1 - 15.0
	15.1 - 20.0
	20.1 - 25.0
	25.1 - 30.0
	30.1 - 1000.0

FALLAS	
	Dx

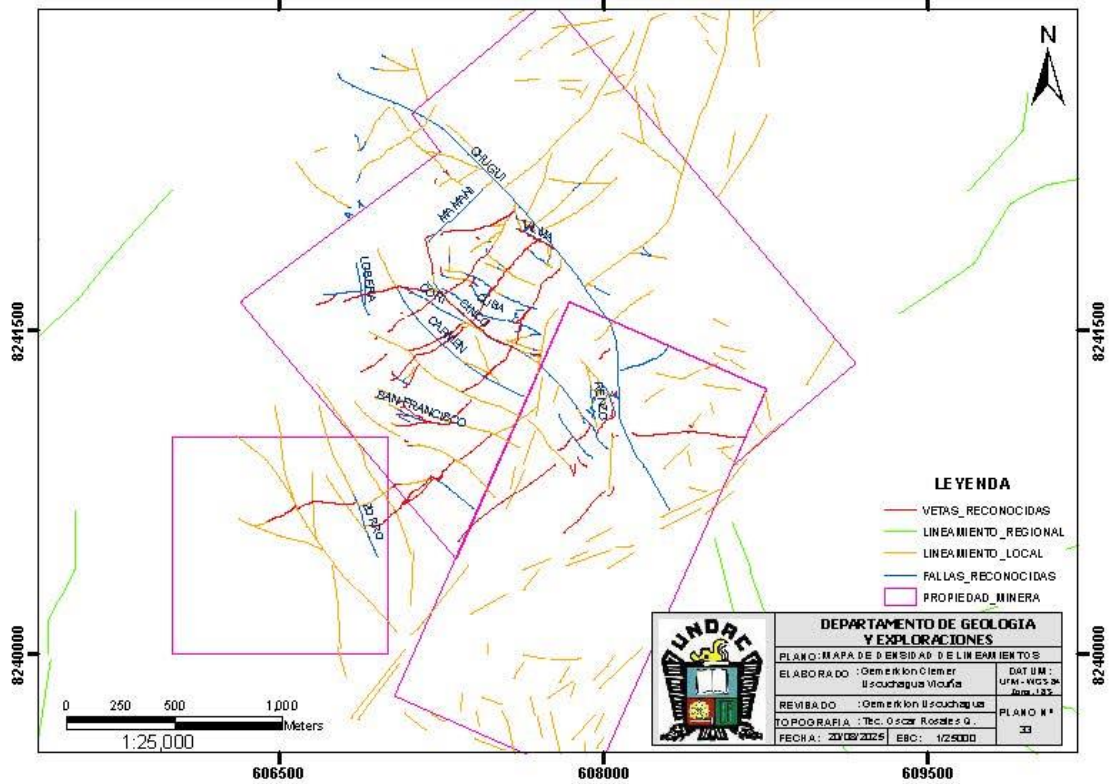
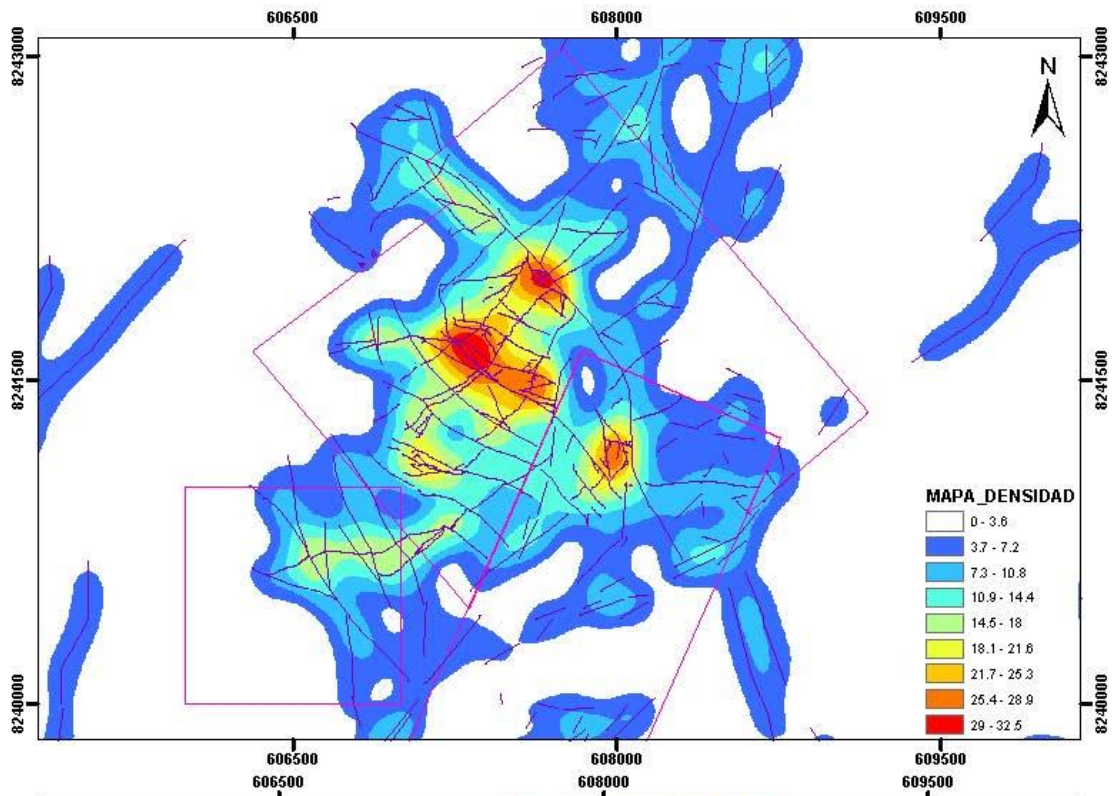


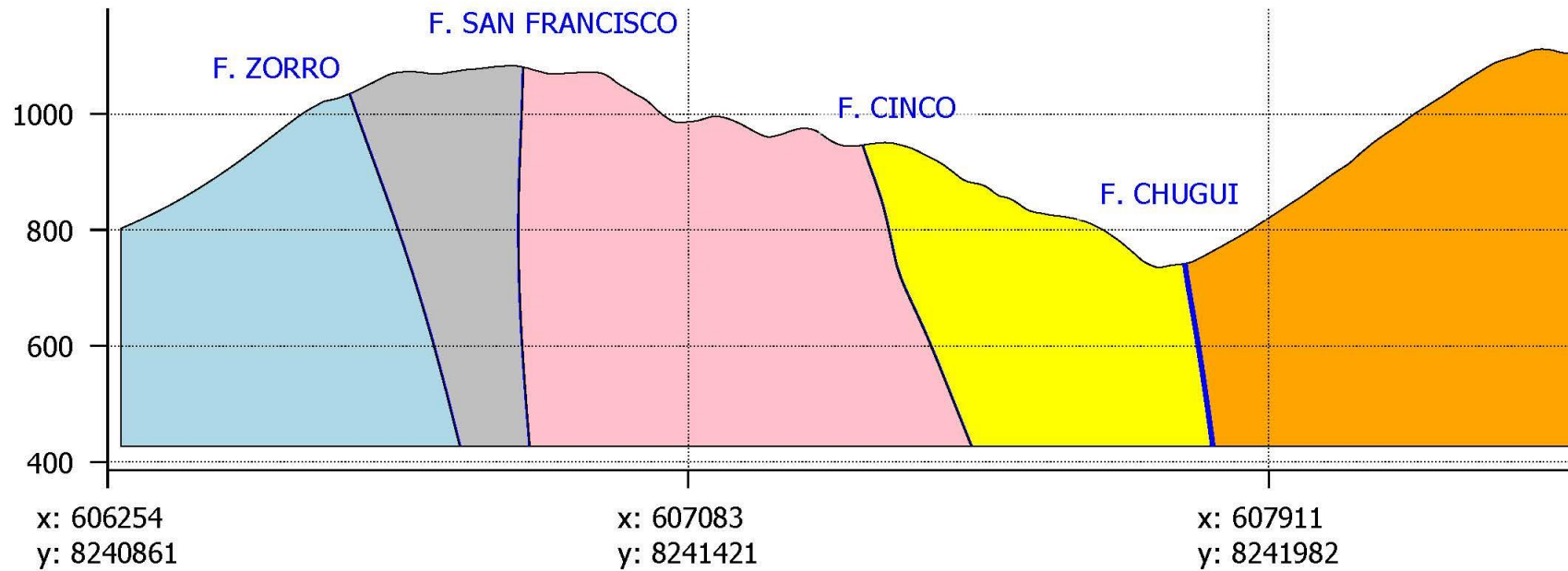
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES		
PLANO: SECCION LONGITUDINAL VETA PATRICIA		
ELABORADO : Gernerhton Clemer Uscuchagua Vicuña	DATUM: UTM - WGS 84, Zona: 18S	
REVISADO : Gernerhton Uscuchagua	PLANO N° 30	
TOPOGRAFIA : Tec. Oscar Rosales Q.	FECHA: 10/05/2025	ESC: 1/1500





DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES	
PLANO: PLANO DEM - HILLSHADE CHAPARRAL	
ELABORADO: Omeriklon Omeriklon Ilouchagua Mouna	DATUM: UTM - WGS 84 - Zone 18S
REVISADO: Omeriklon Ilouchagua	PLANO N°
TOPOGRAFIA: Tte. Oscar Rosales Q.	32
FECHA: 20/08/2025	ESCALA: 1/50000



A**SECCION ESTRUCTURAL A-B MIRANDO AL NORTE****B****DOMINIO**

DOMINIO 02

DOMINIO 05

DOMINIO 04

DOMINIO 03

DOMINIO 01

Location

A: 606254, 8240861

B: 608351, 8242279

Scale: 1:10,000

Vertical exaggeration: 1x

0m 500m

**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES**

PLANO : PLANO DE MODELO ESTRUCTURAL

ELABORADO : Gernerhton Uscuchagua

DATUM

REVISADO : Gernerhton Uscuchagua

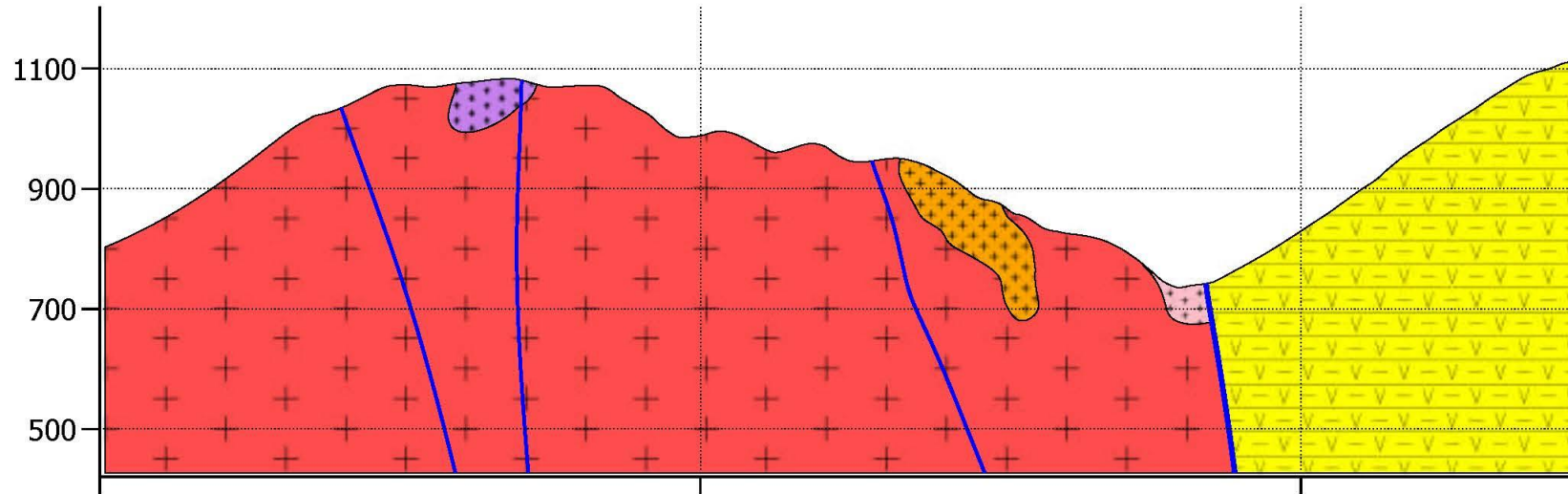
UTM-WGS84

TOPOGRAFIA : Oscar Rosales

PLANO N°

FECHA : 20/08/2025 ESC: 1/10000

34

A**SECCION LITOLOGICA A - B MIRANDO AL NORTE****B**

x: 606266
y: 8240869

x: 607094
y: 8241429

x: 607923
y: 8241989

Leyenda**Litologia**

- Andesita
- Monzodiorita
- Monzonita
- Monzonita Hornblendizada
- Sienita

Location

A: 606266, 8240869

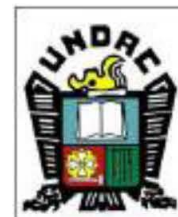
B: 608305, 8242248

Fault System

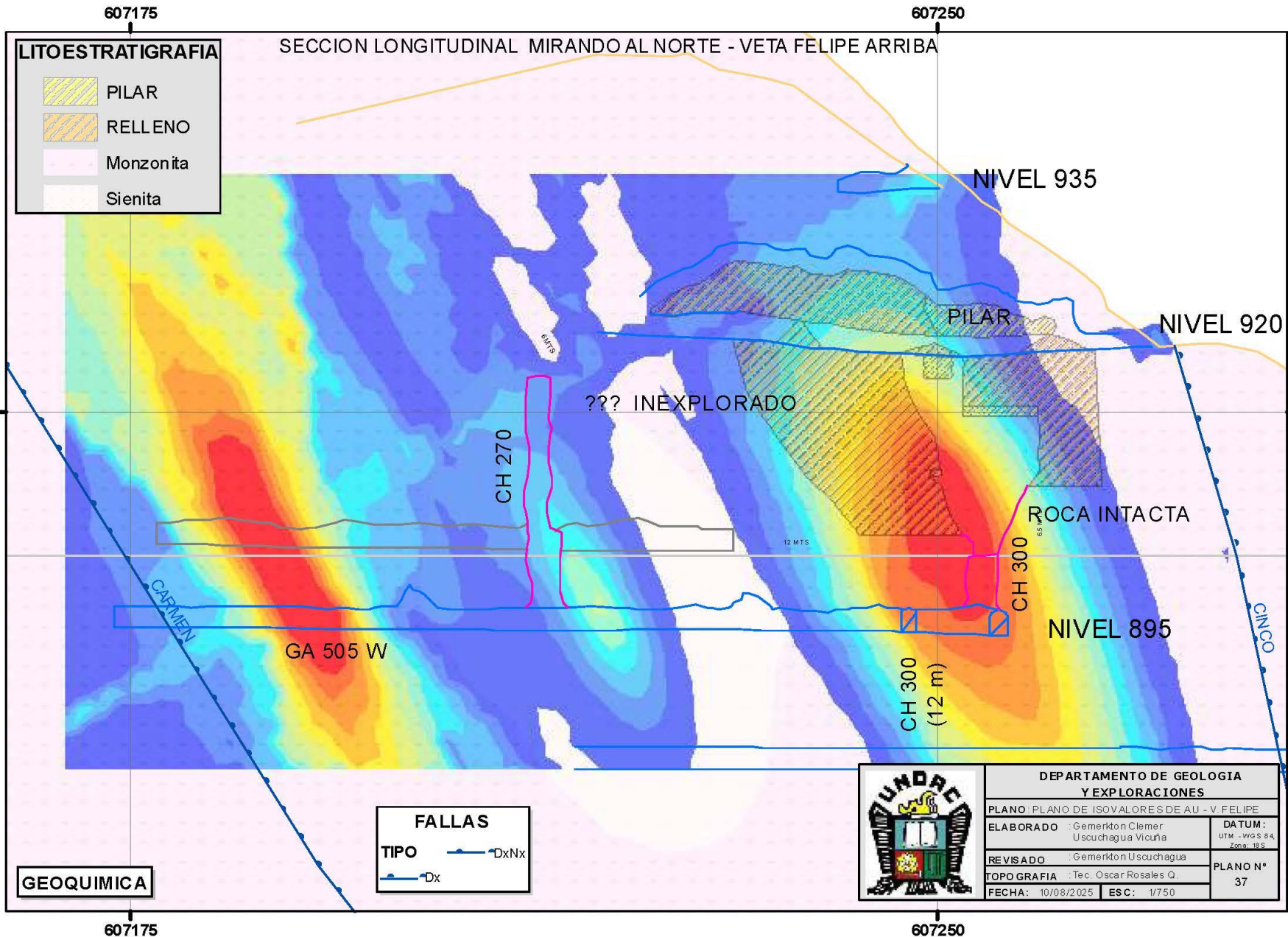
- FALLA_CHUGUI
- FALLA_CINCO
- FALLA_SAN_FRANCISCO
- FALLA_ZORRO

Scale: 1:10,000

Vertical exaggeration: 1x



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES		
PLANO	: PLANO DE MODELO LITOLOGICO	
ELABORADO	: Gernerhton Uscuchagua	DATUM
REVISADO	: Gernerhton Uscuchagua	UTM-WGS84
TOPOGRAFIA	: Oscar Rosales	PLANO N°
FECHA	: 20/08/2025	ESC: 1/10000
		35



SECCION LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE - VETA NORTE

GEOQUIMICA

- TESTEO

Au_Gr_TM

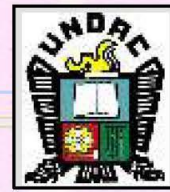
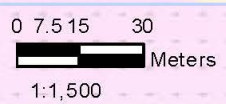
- 0.3 - 1.0
- 1.1 - 5.0
- 5.1 - 10.0
- 10.1 - 15.0
- 15.1 - 20.0
- 20.1 - 25.0
- 25.1 - 30.0
- 30.1 - 1000.0

FALLAS

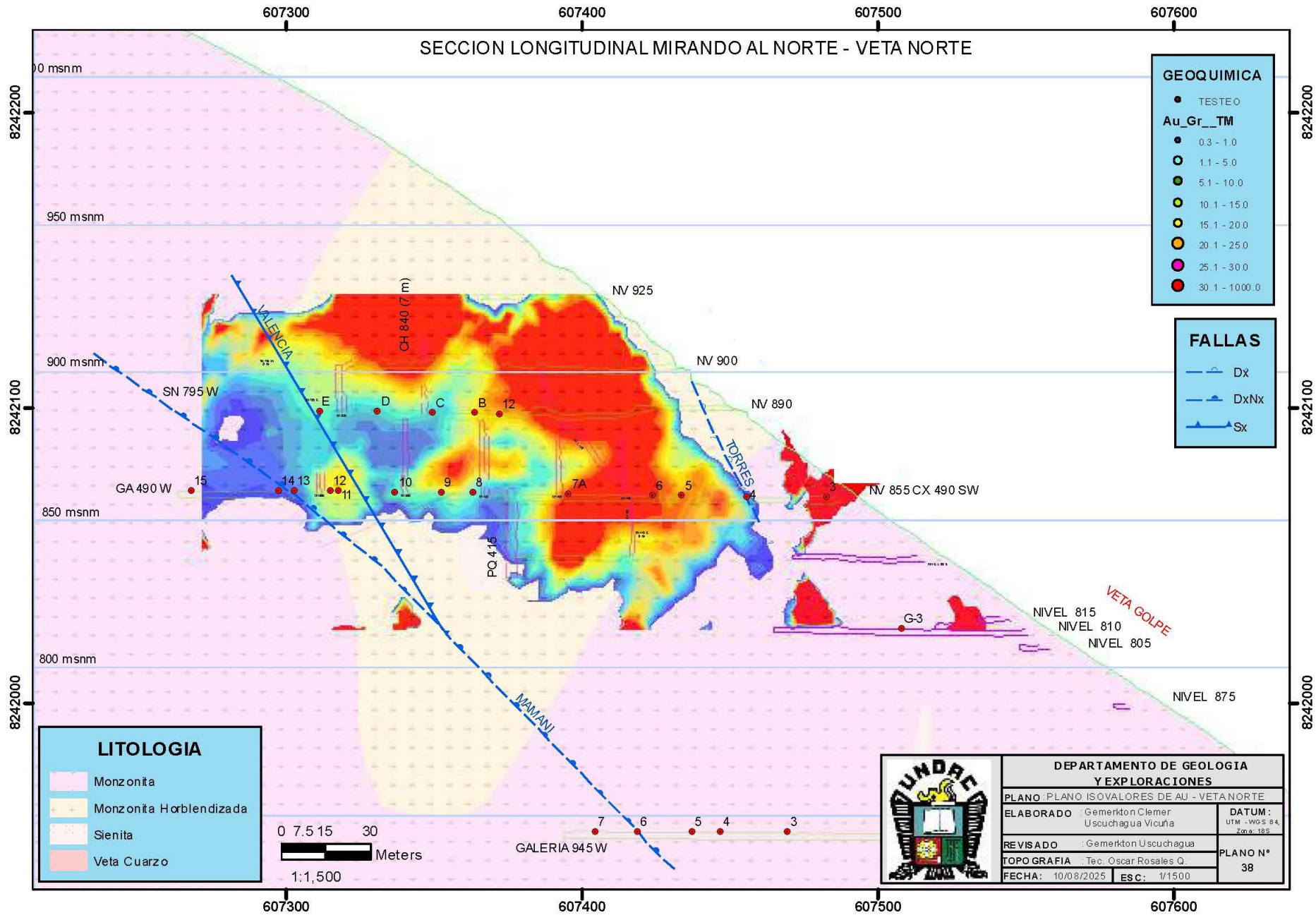
- Dx
- DxNx
- Sx

LITOLOGIA

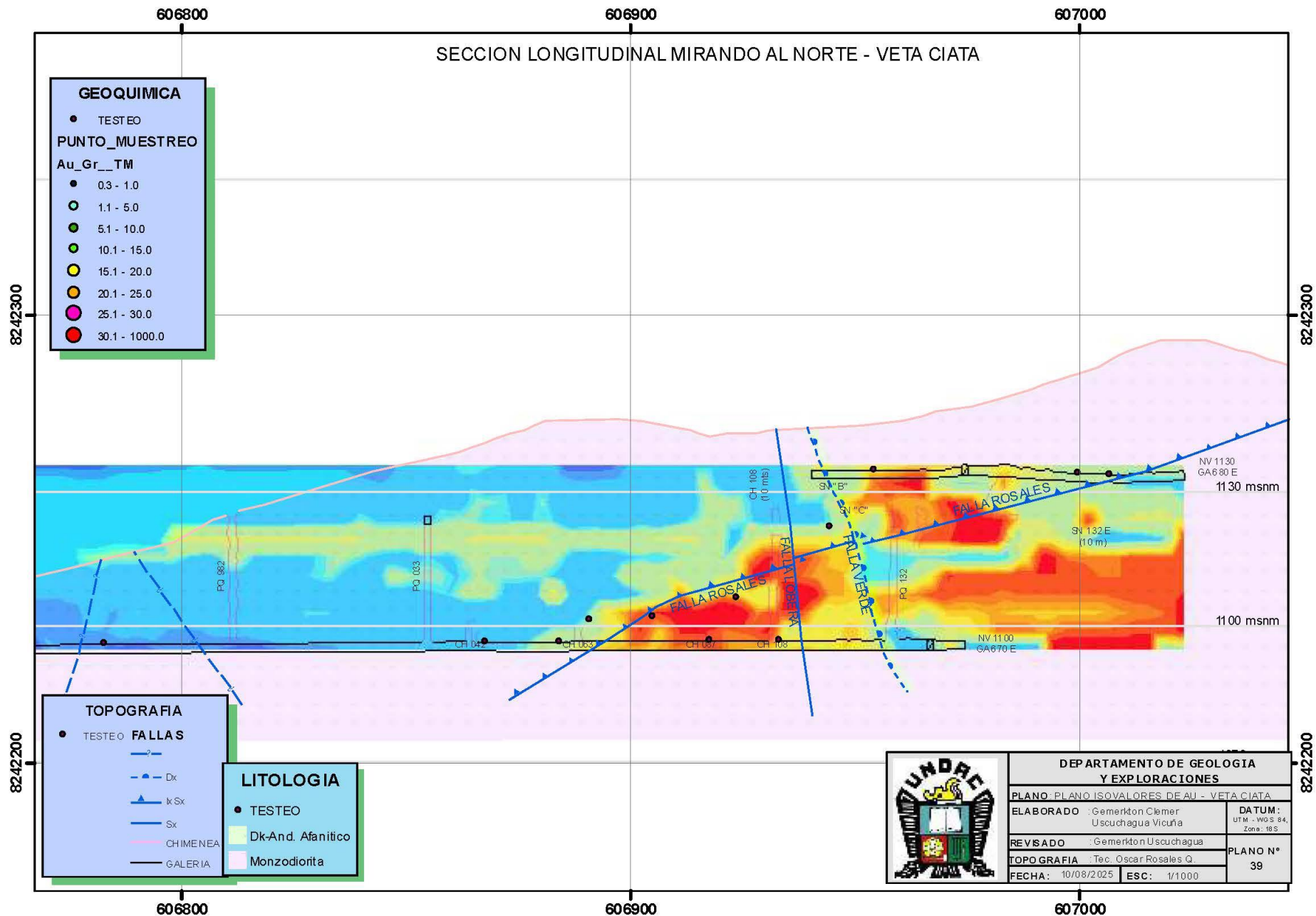
- Monzonita
- Monzonita Horblendizada
- Sienita
- Veta Cuarzo



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES	
PLANO - PLANO ISOVALORES DE AU - VETA NORTE	
ELABORADO : Gerneriton Clemer Uscuchagua Vicuña	DATUM : UTM - WGS 84 Zona - 18S
REVISADO : Gerneriton Uscuchagua	PLANO N°
TOPOGRAFIA : Tec. Oscar Rosales Q.	38
FECHA: 10/08/2025	ESC: 1/1500



SECCION LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE - VETA CIATA



GEOQUIMICA

- TESTEO

PUNTO_MUESTREO

Au_Gr_TM

- 0.3 - 1.0
- 1.1 - 5.0
- 5.1 - 10.0
- 10.1 - 15.0
- 15.1 - 20.0
- 20.1 - 25.0
- 25.1 - 30.0
- 30.1 - 1000.0

TOPOGRAFIA

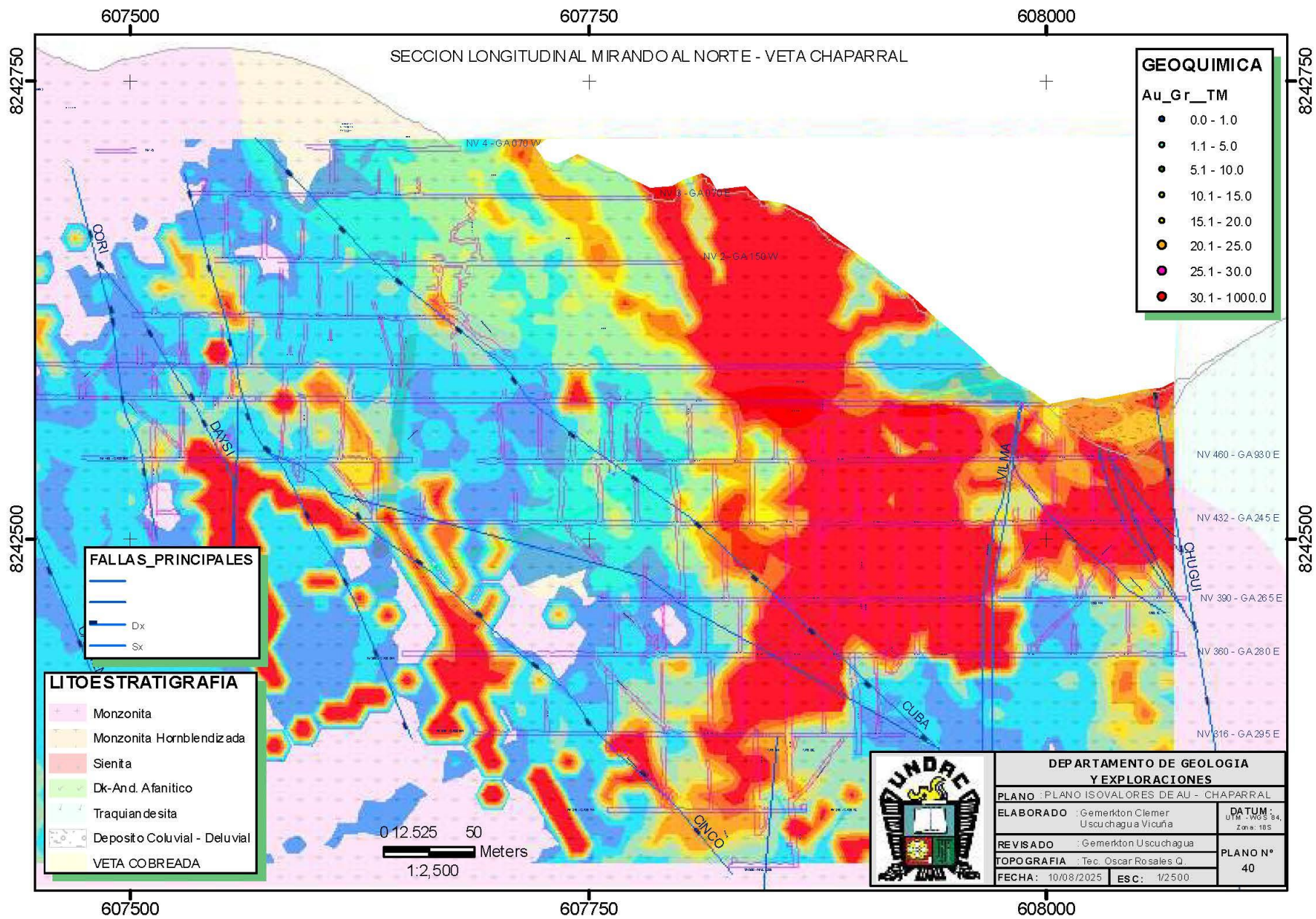
- TESTEO
- FALLAS
- Dx
- Sx
- CHIMENEA
- GALERIA

LITOLOGIA

- TESTEO
- Dk-And. Afanítico
- Monzodiorita



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES	
PLANO: PLANO ISOVALORES DE AU - VETA CIATA	
ELABORADO : Gemerlton Clemer Uscuchagua Vicuña	DATUM : UTM - WGS 84, Zona - 18 S
REVISADO : Gemerlton Uscuchagua	PLANO N° 39
TOPOGRAFIA : Tec. Oscar Rosales Q.	
FECHA : 10/08/2025	ESC : 1/1000



SECCION LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE - VETA CHAPARRAL

GEOQUIMICA

Au_Gr_TM

- 0.0 - 1.0
- 1.1 - 5.0
- 5.1 - 10.0
- 10.1 - 15.0
- 15.1 - 20.0
- 20.1 - 25.0
- 25.1 - 30.0
- 30.1 - 1000.0

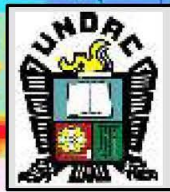
FALLAS_PRINCIPALES

- Dx
- Sx

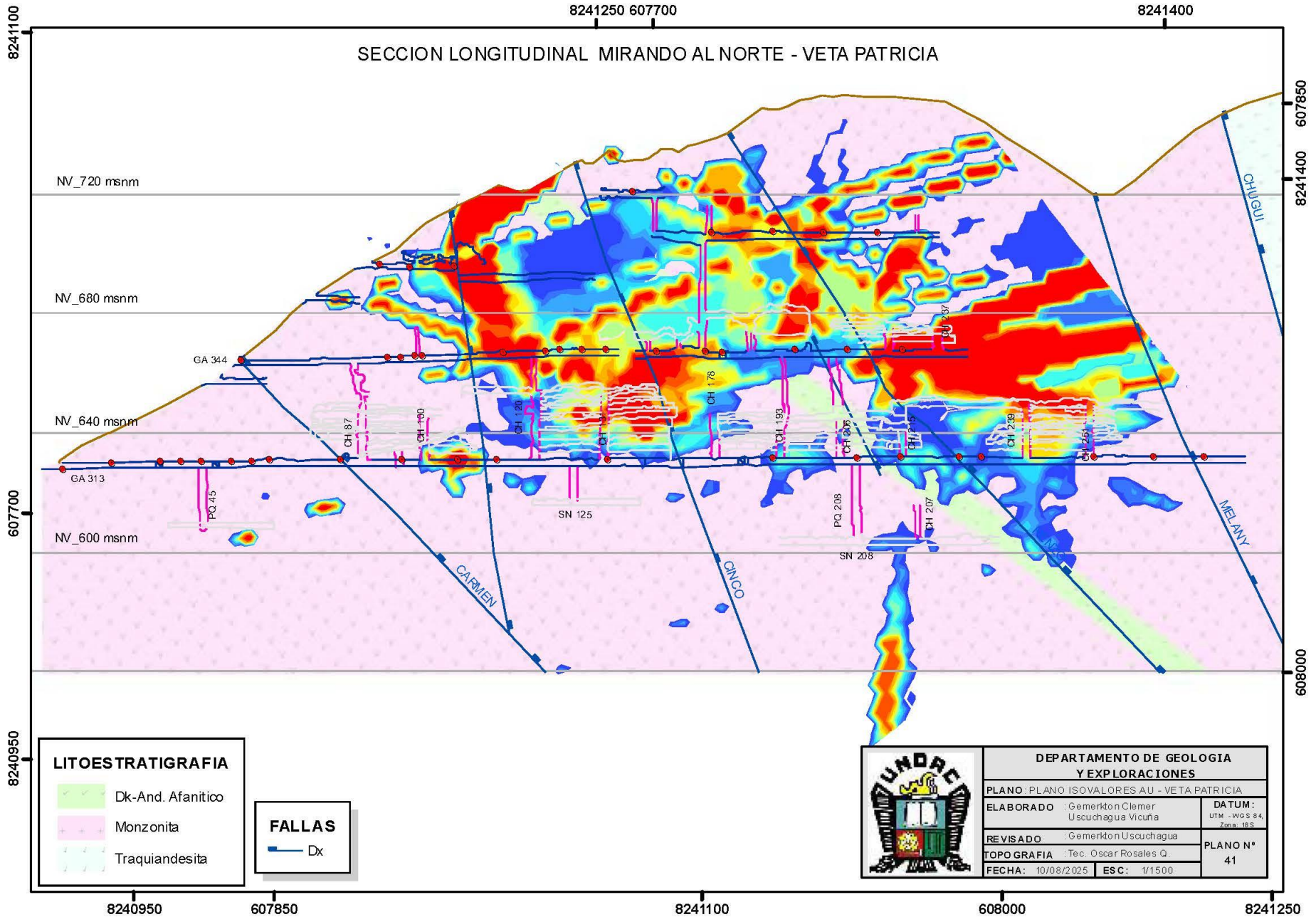
LITOSTRATIGRAFIA

- Monzonita
- Monzonita Hornblendizada
- Sienita
- Dk-And. Afanítico
- Traquian desita
- Deposito Coluvial - Deluvial
- VETA COBREADA

0 12.5 25 50
Meters
1:2,500



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES	
PLANO : PLANO ISOVALORES DE AU - CHAPARRAL	DATUM : UTM - WGS 84, Zona 18S
ELABORADO : Gerneriton Clemer Uscuchagua Vicuña	PLANO N° 40
REVISADO : Gerneriton Uscuchagua	
TOPOGRAFIA : Tec. Oscar Rosales Q.	
FECHA : 10/08/2025	ESC : 1/2500



SECCION LONGITUDINAL MIRANDO AL NORTE - VETA PATRICIA

LITOSTRATIGRAFIA

	Dk-And. Afanítico
	Monzonita
	Traquiandesita

FALLAS

	Dx
--	----



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y EXPLORACIONES		
PLANO: PLANO ISOVALORES AU - VETA PATRICIA		
ELABORADO : Gerneriton Clemer Uscuchagua Vicuña	DATUM : UTM - WGS 84, Zona: 18 S	
REVISADO : Gerneriton Uscuchagua	PLANO N° 41	
TOPOGRAFIA : Tec. Oscar Rosales Q.	FECHA: 10/08/2025	ESC: 1/1500



BD MUESTREO GOLDEN 2025

Diseñado por Gernerhton Uscuchagua

 Agregar 28/04/2025
 Guardar 05:47 p. m.


DATOS GENERALES

N° Registro

Numero Muestra

Codificacion Antigua

Sample Date

Hour Sampling

Type Sampling

Sampling Method

Type Sample

Length (m)

Width (m)

Reference

POSICION GEOGRAFICA

CoorEast

CoorNorth

Elevation (m)

Sheet Code

Sheet Name

District

Province

Department

Country

Datum

UTM Zone

UBICACION

Company

Mine

Level

Type Labor

Name Labor

Geologist

LITOLOGIA

Rock_Type

StratUnit

Lithology

ALTERACION

Alteration Type

Intensity

MinAlteration1

%MinAlteration1

MinAlteration2

%MnAlteration2

MINERALOGIA

Deposit Type

Minrl 1

Habit 1

MnrlStyle1

%MnrlStyle1

Minrl 2

Habit 2

MnrlStyle2

%MnrlStyle2

Minrl 3

Habit 3

MnrlStyle3

%MnrlStyle3

Minrl 4

%MnrlStyle4

ESTRUCTURAL

Structure Type

Vein Name

Sector

Azimut

Dip

DipDirection

Fracture

LABORATORIO

Laboratorio

Recvd Wt

Assay Type

Job Number

Au-Oz/TM

Au-gr/TM

Dilucion

QA/QC

MUESTRA	CANT	OBJETIVO	DESCRIPCION
GEMELAS	1 en 30	Mide el error de Muestreo	Se obtiene a través del Remuestreo del canal o de la cuarta parte del testigo de Perforacion
DUPLICADO GRUESO	1 en 50	Mide error en la Preparacion de Muestras	Se extraen durante la fase de Chancado y Cuarteo, con muestras de grano grueso de alta ley
BLANCO GRUESO	1 en 30	Mide contaminación en la Preparacion de Muestras	Material estéril con granos gruesos se envia intercalado con muestras de mena
DUPLICADO FINO	1 en 50	Mide Precision analitica del Laboratorio	Se obtiene a partir de la mitad del total de la muestra ya pulverizada
BLANCO FINO	1 en 50	Mide Contaminacion justo en el analisis de muestra	Material Estéril Pulverizado se envia en medio de muestras de mena, primero un blanco fino seguido de un blanco grueso
ESTANDARES	1 en 50	Mide Exactitud analitica del Laboratorio	son 2 muestras preparados especialmente y se analizan en 2 diferentes laboratorios