

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**GEOLOGÍA Y EXPLORACIÓN EN EL PROYECTO
LA RESCATADA – ÁREA JESSICA**

PUNO - PERÚ

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO GEÓLOGO

Presentado por

EDY TEODORO VÁSQUEZ CORAHUA

Lima - Perú

2010

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios que me da la oportunidad de mantenerme con salud y fuerzas para continuar con los trabajos de campo.

Agradezco de manera especial a la empresa Aruntani SAC, que me permite presentar este trabajo en donde se le dió mayor fuerza al Proyecto Jessica para lograr los resultados esperados.

A mis profesores de la Escuela de Geología, que son el reflejo de lo aprendido.

A mi esposa,

A mis hijas,

A mis padres,

motor de mi vida

ÍNDICE

	Pág
INTRODUCCIÓN	9
OBJETIVOS	11
RESUMEN	12
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	
1.1 UBICACIÓN	14
1.2 ACCESO	14
1.3 GEOMORFOLOGÍA	16
1.4 MARCO TEÓRICO	17
1.4.1 DEPÓSITOS EPITERMALES DE ALTA SULFURACIÓN Y SUS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE FORMACIÓN	17
1.4.2 ALTERACIONES HIDROTERMALES EN DEPÓSITOS DE ALTA SULFURACIÓN	19
1.4.2.1 Alteración Silíceas	19
1.4.2.2 Alteración Argílica Avanzada	20
1.4.2.3 Alteración Argílica	23

1.4.2.4 Alteración Propilítica	23
--------------------------------	----

CAPÍTULO II: GEOLOGIA

2.1	ESTRATIGRAFÍA	25
2.2	GEOLOGÍA LOCAL	32
	2.2.1 Formación Palca	32
	2.2.2 Formación Sillapaca	35
2.3	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL	38
2.4	GEOLOGÍA ECONÓMICA	39

CAPÍTULO III: PROYECTO LA RESCATADA

3.1	INTRODUCCION	42
3.2	GEOLOGIA	43
3.3	GEOQUÍMICA	44
3.4	GEOFÍSICA	53
3.5	PERFORACIÓN	57

CAPÍTULO IV: PROSPECTO JESSICA

4.1	INTRODUCCION	60
4.2	CARTOGRAFIADO	61
4.3	MUESTREO	64
4.4	PERFORACIÓN	66
4.5	RESULTADOS	69

CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	79

INDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1: Plano de ubicación y accesibilidad de La Rescatada	15
Figura 2: Ubicación de depósitos epitermales de alta sulfuración bordeando la Placa Pacífica en zonas de subducción	17
Figura 3: Sistemas epitermales de alta y baja sulfuración y su relación con pórfidos	18
Figura 4: Estratigrafías cenozoicas comparadas en el Sur del Perú	26
Figura 5: Plano Geológico Regional del Proyecto La Rescatada	31
Figura 6: Esquema de la Columna Estratigráfica en La Rescatada	32
Figura 7: Plano Geológico La Rescatada	37
Figura 8: Vista espacial de los prospectos Valle, Carlos y Jessica	43
Figura 9: Plano de distribución geoquímico de Au	46
Figura 10: Plano de distribución geoquímico de Ag	47
Figura 11: Plano de distribución geoquímico de Bi	48
Figura 12: Plano de distribución geoquímico de Sb	49
Figura 13: Plano de distribución geoquímico de Te	50
Figura 14: Plano de distribución geoquímico de Mo	51
Figura 15: Plano de distribución geoquímico de Cu	52
Figura 16: Ubicación de líneas geofísicas.	53
Figura 17: Vista de planta de la geofísica (resistividad) en La Recatada	54
Figura 18: Sección Geofísica A-A'	56
Figura 19: Ubicación de taladros ejecutados hasta el año 2003	58
Figura 20: Plano Litológico de Jessica	62

Figura 21: Plano de Alteraciones en la zona de Jessica	63
Figura 22: Plano de Isovalores de Au de la zona de Jessica (campaña 2006)	65
Figura 23: Plano de Ubicación de los Taladros y Secciones S-N	70
Figura 24: Sección 10-10'	71
Figura 25: Sección 11-11'	72
Figura 26: Sección 13-13'	73
Figura 27: Sección 17-17'	72

INDICE DE FOTOS

	Pág
Foto 1 : Vista de Carlos Alto mostrando la topografía abrupta	16
Foto 2 : Afloramiento silicificado en el lado Este de Jessica pertenece a la Formación Sillapaca	29
Foto 3 Ignimbrita de la Formación Palca	33
Foto 4 : Clásticos Fino Palca	33
Foto 5 : Lava Andesítica de la Formación Palca	34
Foto 6 : Clásticos Chacapalca	34
Foto 7 : Lava Rescatada	35
Foto 8 : Volcanoclásticos Lamparasi, secuencia que hospeda la mineralización en zona Valle	36
Foto 9 : Lava Lamparasi	37
Foto 10 : Afloramiento con brecha hidrotermal y cristales de baritina	40
Foto 11: Perforando el taladro DDH-17 en Carlos	57
Foto 12: Vista Panorámica de la zona de Jessica	59
Foto 13: Flujo de Brecha Hidrotermal (3.6 g/t Au)	60
Foto 14: Brecha craquel en alteración SM, (3.1 g/t Au)	74
Foto 15 : Brecha craquel con matriz rellena por alunita rosada, (3.4 g/t Au)	75
Foto 16: Brecha Hidrotermal tapizada por goethita y hematita	75

INTRODUCCIÓN

Las exploraciones por yacimientos epitermales de alta sulfuración en el Sur del Perú cobran más fuerza al conocerse de los nuevos trabajos y descubrimientos, sobre todo en la presente década, ya que empresas nacionales y extranjeras inician trabajos exploratorios en dicha zona, a fin de encontrar cuerpos mineralizados de oro económicamente rentables.

Se han dado casos en que una empresa de exploración deja un prospecto por considerarlo desfavorable, para luego ser tomado por una segunda empresa que encuentra recursos importantes, por ejemplo el caso de Quimsacocha en Ecuador, entre otros.

Varias son las razones para abandonar un prospecto, entre las mas significantes son la falta de anomalía de oro en superficie, la geofísica responde negativamente, problemas sociales, problemas logísticos y perforaciones desalentadoras.

La no existencia de anomalía de oro en superficie podría deberse a que se tomaron muestras en la zona de vadosa "steam heated", que puede estar cubriendo las áreas mineralizadas, tal como ocurrió en La Coipa, con 50 m de alteración argílica avanzada estéril, pero debajo de esta alteración estaba el cuerpo mineralizado. Otro caso son las extensas áreas cubiertas por el vulcanismo miocénico representado por el Grupo Barroso, que probablemente esté cubriendo zonas de interés económico.

El presente trabajo muestra el caso real en la que una empresa multinacional decide retirarse de un área con exploraciones avanzadas, luego el proyecto fue tomado por una segunda empresa, que reinterpreto los trabajos previos, remapeó, remuestreó, logrando ubicar nuevos blancos de perforación, consiguiendo resultados positivos muy interesantes.

OBJETIVOS

- Optar el título de Ingeniero Geólogo.
- Mostrar los diferentes trabajos de exploración realizados en el proyecto La Rescatada.
- Mostrar un resultado positivo después de haber tenido una exploración inicial con resultados negativos.

RESUMEN

El Proyecto La Rescatada corresponde a un yacimiento epitermal de oro de alta sulfuración, fue descubierto utilizando metodologías combinadas de evaluación lito-tectónica y procesamiento de imágenes Landsat.

Anglogold Exploration Perú inició trabajos de exploración en Agosto del 2000 y trabajo hasta Enero del 2004, recolectó 421 muestras de esorrentía “stream sediment” y 3,242 muestras de roca superficial, definiéndose zonas anómalas en oro y multielementos. Paralelamente se realizaron trabajos de mapeo geológico cubriendo una extensión de 5,000 hectáreas aproximadamente. Además se completó un programa de Geofísica con 35 km de líneas (CSAMT), que definió zonas resistivas.

Con estas herramientas, se llevaron a cabo tres campañas de perforación totalizando 10,100 m de perforación (15 holes RCD, 68 holes DDH), en zonas con condiciones favorables para mineralización de oro: (Prospectos Valle, Carlos, Jessica, Janet). Se obtuvieron resultados importantes solo en el área de Valle. El prospecto Jessica fue perforado por 7 taladros

diamantinos, descartándose esta zona por los resultados desfavorables obtenidos.

En el 2004, la empresa Arasi SAC adquiere los derechos de exploración del Proyecto La Rescatada, reiniciándose los trabajos de interpretación geológica. Se verificó la mineralización ubicada en el prospecto Valle. En el prospecto Jessica se hicieron trabajos de mapeo, remuestreo, relogueo de taladros e interpretación geofísica y con esta información nueva, se determinó anomalías de oro en superficie, que fueron blancos de perforaciones posteriores, lográndose obtener resultados importantes en oro.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 UBICACIÓN

El proyecto La Rescatada está ubicado en el Distrito de Ocuvi, Provincia de Lampa, Departamento de Puno, a 80 km al noroeste de la ciudad de Juliaca, cerca al límite departamental entre Arequipa y Puno. Las coordenadas geográficas son:

Latitud	:	15° 15' 30" S
Longitud	:	70° 49' 30" W
Coordenadas U.T.M.	:	304,005 E
		8' 312, 505 N

1.2 ACCESO

Se accede al Proyecto La Rescatada desde Juliaca por la carretera que une al Distrito de Lampa por vía asfaltada. A partir de Lampa se transita por carretera afirmada, pasando por los poblados de Palca y Vila Vila. El último tramo consiste de trocha a partir del caserío de Chivay hasta el Proyecto (Figura 1). El tiempo entre Juliaca y La Rescatada es de 2 horas en camioneta.

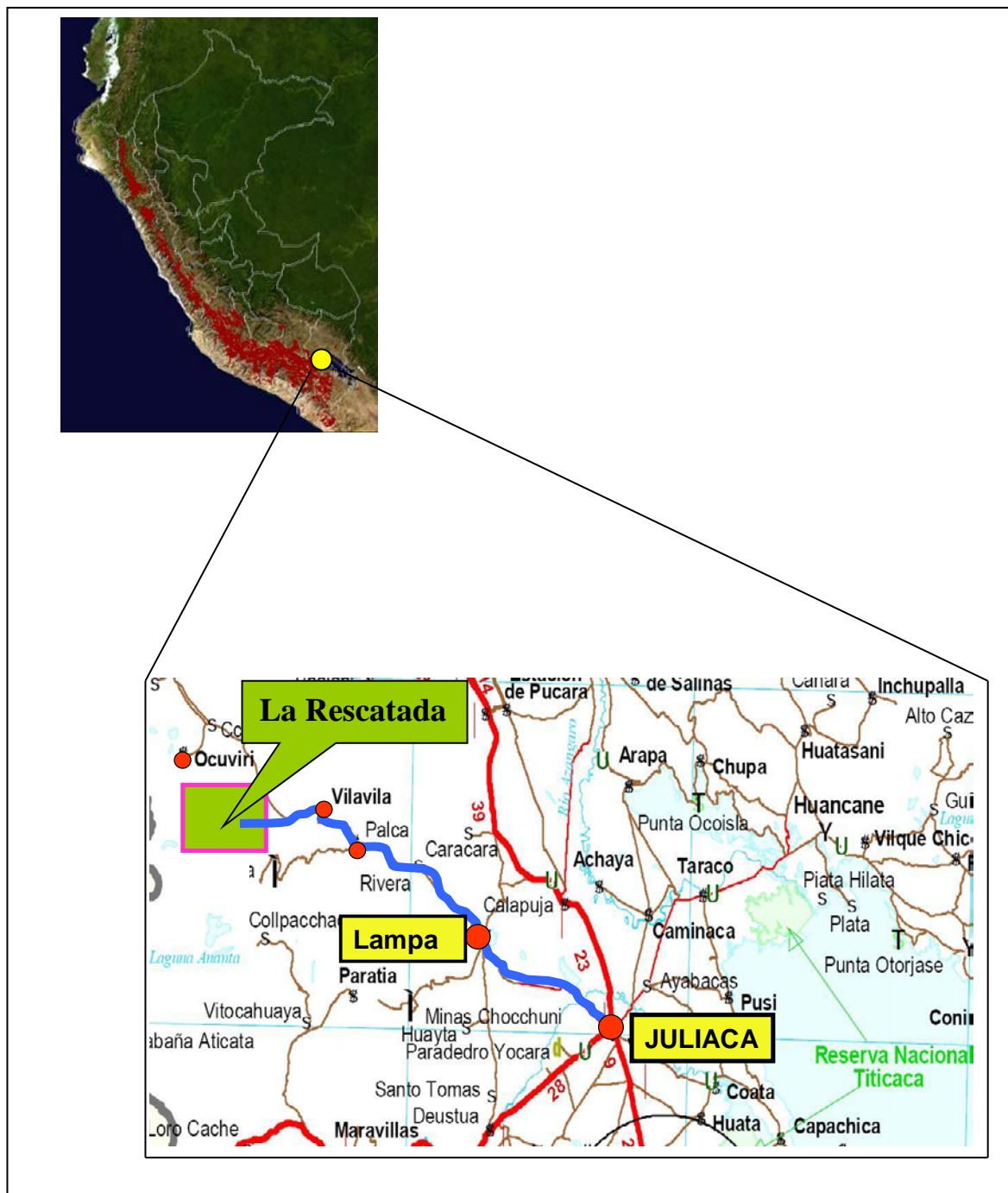


Figura 1: Plano de ubicación y accesibilidad a La Rescatada

1.3 GEOMORFOLOGÍA

La topografía es abrupta con circos glaciares hacia el lado Este (sobre los 5,000 m de altitud). El lado Oeste está dominado por relieves suaves. La vegetación se presenta en cotas menores a 4,500 msnm. El drenaje está dominado por dos ríos: Río Azufrine y Río Huarucane (E-W), que vierten sus aguas al Río Chacapalca (SE-NW).

En el Proyecto La Rescatada la altura varía entre los 4,500 a 5,100 msnm con glaciares que alcanzan los 5,250 msnm. El clima es típico de las altitudes de Puno, las temperaturas en época de Verano (época mas fría) pueden alcanzar -20°C en la noche.

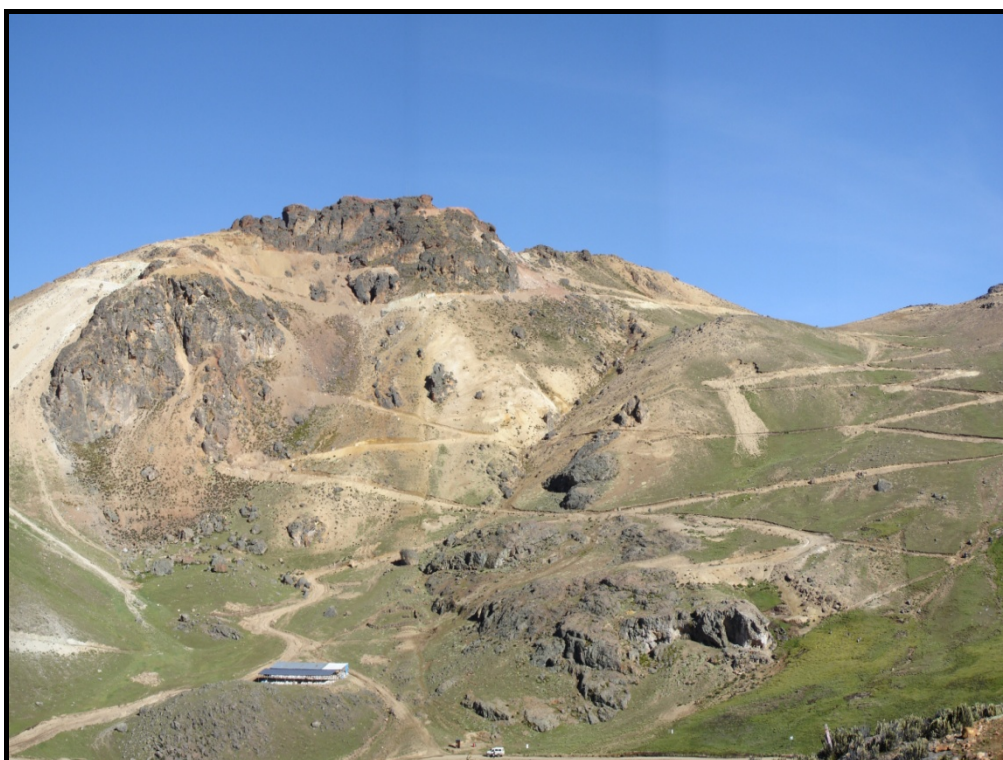


Foto 1: Vista de Carlos Alto mostrándose la topografía abrupta

1.4 MARCO TEÓRICO

1.4.1 DEPÓSITOS EPITERMALES DE ALTA SULFURACIÓN Y SUS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE FORMACIÓN

Los depósitos epitermales, se forman cerca de la superficie, entre 1-2 km de profundidad a partir de fluidos hidrotermales con temperaturas menores a 300° C.

Estos depósitos están asociados a los márgenes continentales en zonas de subducción, presentando los mejores ejemplos en el Círculo del Fuego, en la Placa del Pacífico (Figura 2). Los depósitos de alta sulfuración se encuentran hospedados principalmente en rocas volcánicas de composición calcoalcalina (andesita, dacita, riolita), relacionados a calderas, complejos de domos, alimentadores (feeders) y maar-diatremas; y en algunos casos en el basamento sedimentario. Están ligados a los sistemas de pórfidos y por nivel de emplazamiento a los depósitos de baja sulfuración.

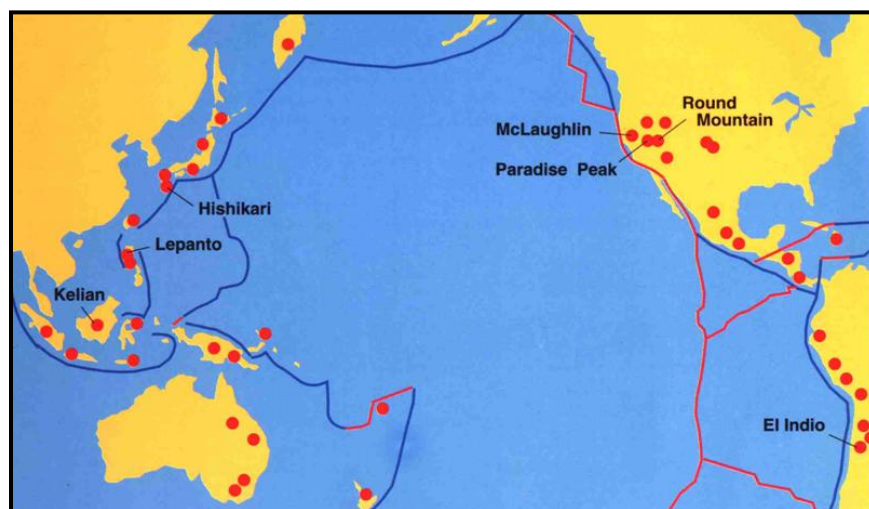


Figura 2. Ubicación de depósitos epitermales de alta sulfuración bordeando la Placa Pacífica en zonas de subducción

La mineralización epitermal de metales preciosos puede formarse a partir de dos tipos de fluidos químicamente distintos. Los de “baja sulfuración” (LS) son reducidos y tienen pH cercano a neutro. Los de “alta sulfuración” (HS) son oxidados y ácidos, pH entre 1-5.

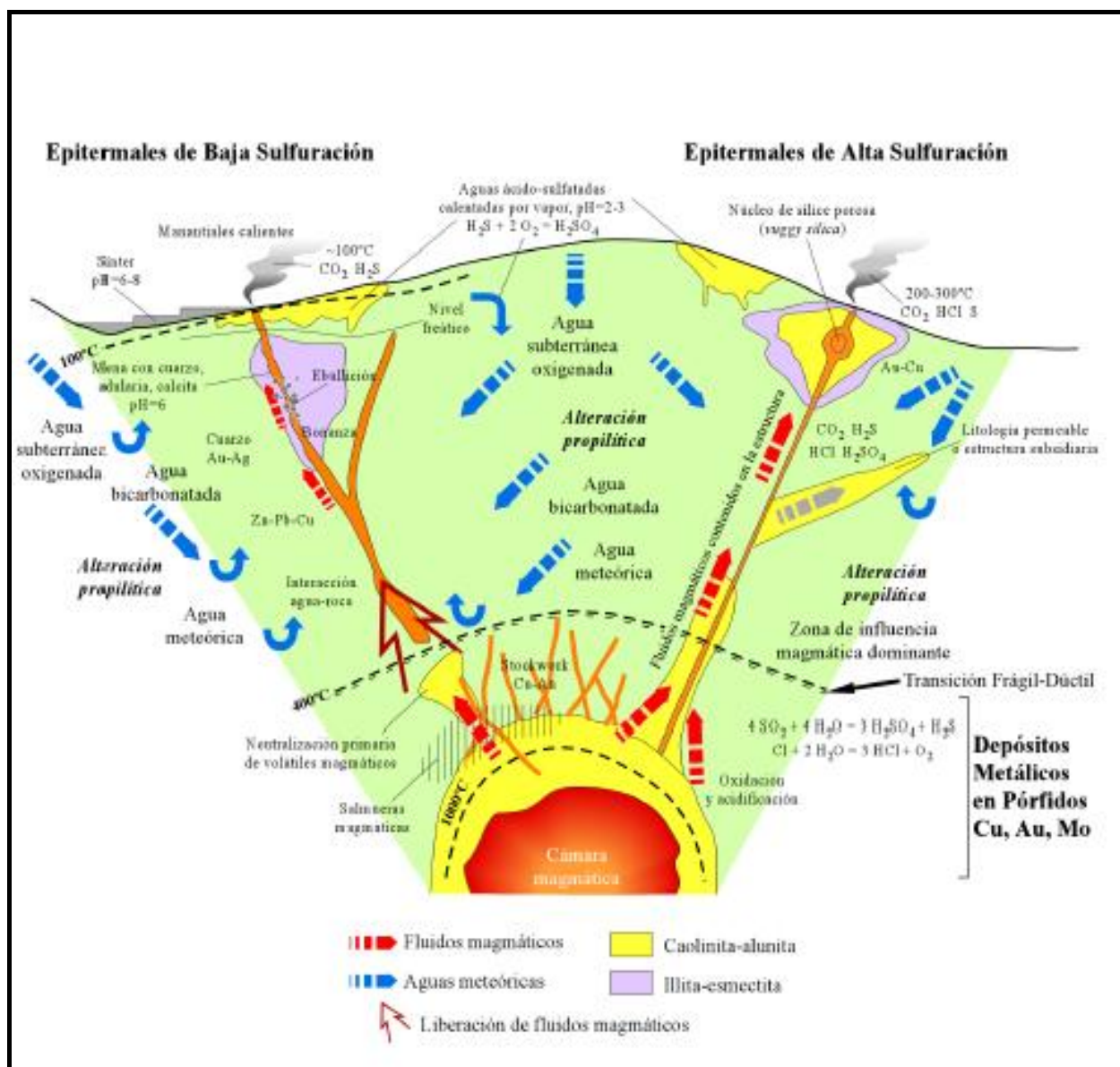


Figura 3. Sistemas epitermales de alta y baja sulfuración y su relación con pórfidos.

En los depósitos epitermales de alta sulfuración, la mineralización ocurre en dos estadíos:

Estadío I: Por la formación de los halos de alteración y neutralización de los fluidos calientes mediante vapores de baja densidad (H_2O , CO_2 , SO_2 , H_2S , HCl) y líquidos hipersalinos.

Estadío II: Por la presencia de minerales de sílice, pirita, cobre y oro; alojados en brechas, debido al enfriamiento de los fluidos por reacción y mezcla de las aguas meteóricas. Los resultados de la mineralización están sobre impuestos en las zonas de alteración y fases tempranas de vapor.

1.4.2 ALTERACIONES HIDROTERMALES EN DEPÓSITOS DE ALTA SULFURACIÓN

1.4.2.1 Alteración Silíceea

Alteración que se presenta generalmente en la primera etapa de la formación de un sistema de alta sulfuración. Se caracteriza por la interacción de fluidos hidrotermales ácidos, pH 1-2, con la roca caja. Se obtienen las siguientes alteraciones texturales:

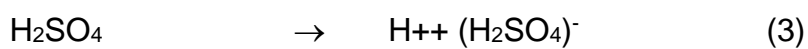
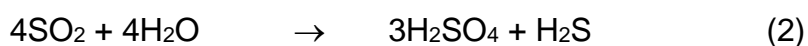
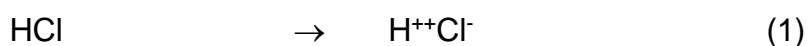
- **Sílice Granular:** Se forma encima del nivel freático por condensación de H_2S y $pH < 2$. Por disminución de la temperatura se convierte en deleznable de baja densidad y aspecto granular.

- **Sílice Vuggy:** Se forma dentro del nivel freático por condensación de SO_2 con $\text{pH} < 2$, durante el descenso de la temperatura en rocas saturadas con H_2O . Esta sílice se obtiene debido a la lixiviación de los componentes primarios de las rocas (feldespatos).
- **Sílice Masiva:** En rocas permeables que tiene la capacidad de almacenar agua, ya sea flujos piroclásticos, por la mezcla de fluidos hidrotermales en pH bajo. Además por procesos de lixiviación y reemplazamientos de sílice.
- **Sílice Opalina:** Aparece como fluidizaciones hidrotermales asociados a sílice masiva. Ocurre a temperaturas bajas y representa a las zonas altas del sistema.

1.4.2.2 Alteración Argílica Avanzada

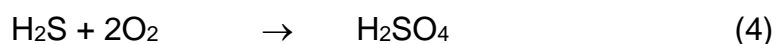
Se forma alrededor de la alteración silíceo, manifestando ensambles de alunita (K, Na) / natroalunita + pirofilita + dickita + caolinita + zunyita + diáspora. El pH en que se forman varía de 1 – 3.5. Esta alteración puede ser coetánea con la mineralización. Los fluidos ácidos que causan alteración argílica avanzada son de 3 tipos: hipógeno, vapor calentado (steam heated) y supérgenos.

- **Hipógeno:** Los ambientes volcánicos contiene elementos hipógenos de carácter ácido, siendo en orden descendente HCl, SO₂ y HF (Hedenquist 1995). La disociación del HCl y H₂SO₄ (ecuaciones 1 y 3) ocurren a < 300 – 350°C, previamente a estas reacciones ocurre la absorción, por parte del agua subterránea de vapores magmáticos de alta temperatura, < 400°C, conteniendo SO₂, obteniendo los compuestos de la ecuación 2.



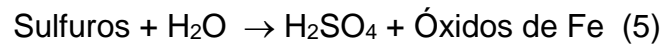
El contenido de HCl y H₂SO₄ en el agua produce un pH cercano a 1, suficientemente ácido para lixiviar la mayoría de componentes de la roca incluyendo aluminio, dejando como resultados sílice oquerosa “vuggy”.

- **Steam Heated:** En los depósitos de alta y baja sulfuración está presente el H₂S que al contacto con el oxígeno atmosférico origina ácido sulfúrico (ecuación 4).



Esta reacción se produce en la zona vadosa a temperaturas de 100° - 120°C. Si se produjera erosión sin-hidrotermal, el nivel freático del agua subterránea descendería ocasionando sobreimposición de la alteración argílica avanzada en profundidad. El pH del agua ácida originada mediante este proceso es típicamente de 2–3, la causa de esto es la disminución del contenido del HCl en la solución. Esta acidez es suficiente para disolver vidrio volcánico y algunos otros minerales, sin embargo no afecta al aluminio que es prácticamente insoluble a $\text{pH} > 2$, el aluminio formará aluminosilicatos como caolinita, pirofilita y alunita; mientras que el silicio obtenido de la disolución del vidrio volcánico origina silicificación en las rocas previamente lixiviadas. La baja presión y temperatura en la que se genera agua ácida mediante steam heated no permite el transporte de NaCl o metales, excepto algunas especies volátiles como Hg y As. Por lo tanto los ensambles originados mediante este proceso no manifiestan anomalías, excepto cuando existe sobreimposición en una zona mineralizada.

- **Supérgeno:** Las aguas ácidas obtenidas en este proceso se deben a la oxidación de sulfuros (ecuación 5).



La oxidación supérgena se produce en condiciones similares al steam heated, en la zona vadosa y dependen del nivel freático. La temperatura característica es de 30 – 40°C formando minerales secundarios como caolinita, alunita y jarosita. El proceso en mención es post hidrotermal, tiene mucha importancia en la geología económica de los depósitos de alta sulfuración, pues al oxidarse los sulfuros hacen posible el proceso de lixiviación.

1.4.2.3 Alteración Argílica

Varía en dos rangos de pH de acuerdo a los ensambles que presente. En las arcillas como: caolinita, dickita, halloysita, el pH varía de 4 – 5; en las arcillas como: illita, esmectita, illita + esmectita, montmorillonita, el pH varía de 4.5 – 6.

1.4.2.4 Alteración Propilítica

Se forma en la parte distal del sistema debido a que las soluciones ácidas que originaron la alteración silíceas van

neutralizándose al interactuar con la roca caja, por tal razón el pH en que se forman los ensambles de alteración propilítica, clorita + epídota + carbonatos; varía de 5.5 – 6.5. Es importante distinguir los términos alteración silícea y silicificación, pues el primero se produce por lixiviación ácida mientras que el segundo es ocasionado por la introducción de sílice en las rocas; ambos procesos se manifiestan en los depósitos HS. En la mayoría de los depósitos HS la principal etapa de mineralización de oro ocurre durante la parcial o total silicificación de la alteración silícea.

CAPÍTULO II

GEOLOGÍA

2.1 ESTRATIGRAFÍA

Se describe la secuencia que se presenta en el área de trabajo desde el Cenozoico (Figura 4).

Grupo Puno: Son capas rojas de areniscas y conglomerados, que afloran inmediatamente al NO de la ciudad de Puno. Incluye una gruesa acumulación de sedimentos arcósicos de facies continental rojizos, mal clasificados, que se acumularon en cuencas de subsidencia rápidas principalmente en el Terciario. Afloramientos aislados del Grupo Puno ocurren en la parte norte de los cuadrángulos de Condorama y Ocuvi. Tiene una expresión fotogeológica distintiva caracterizada por un tono pálido, los sedimentos presentan un buzamiento abrupto y no bandeamiento debido a la intercalación de capas con diferentes resistencias a la erosión. La topografía desarrollada en los sedimentos es suavemente

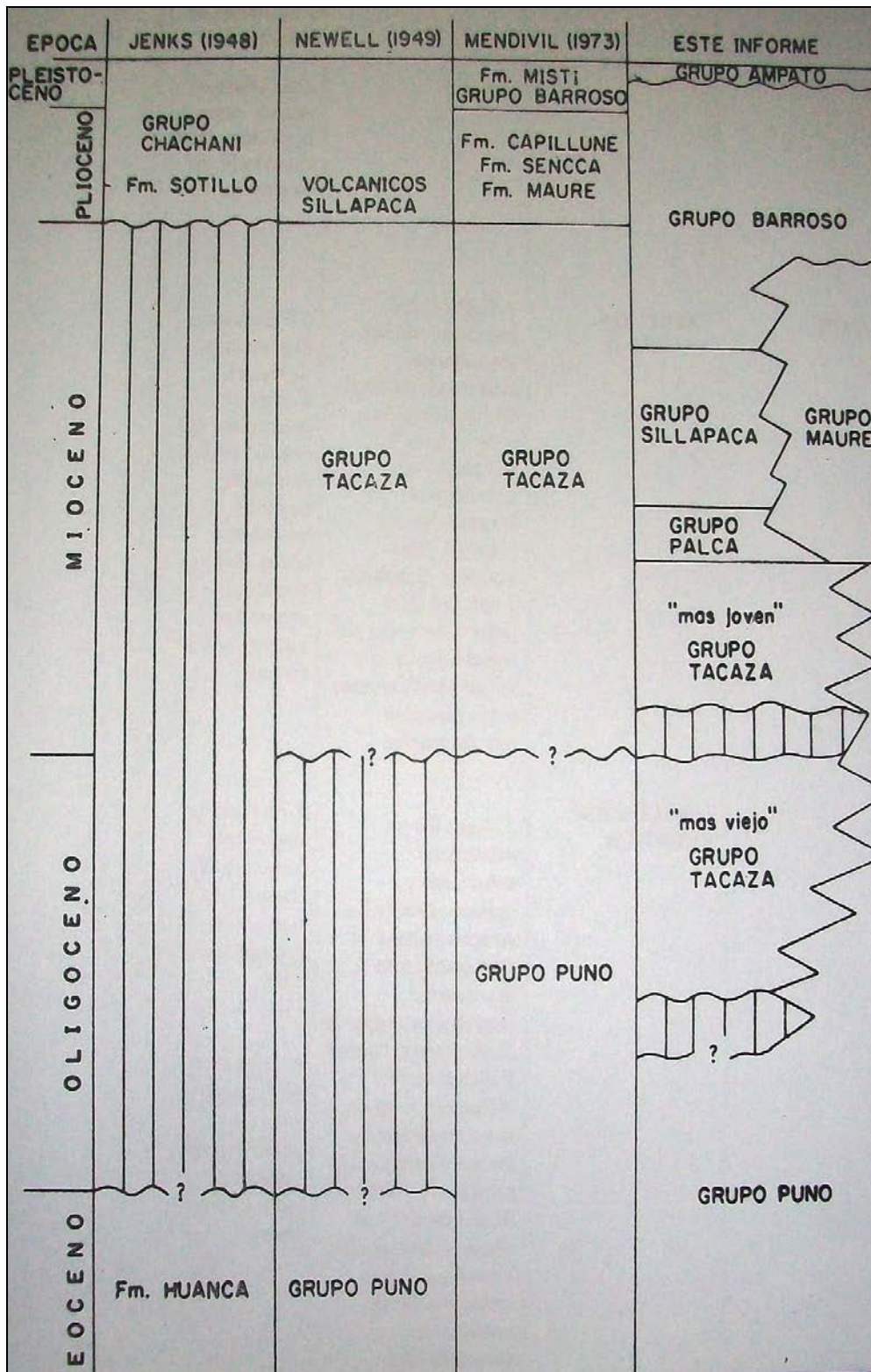


Figura 4 : Estratigrafías cenozoicas comparadas en el sur del Perú.

ondulada a montañosa y la exposición es generalmente buena. No se han encontrado fósiles.

En las inmediaciones del Cerro Chullunquiane (cerca de Palca), el Grupo Puno consiste de conglomerados que contienen abundantes clastos subredondeados a redondeados de calizas y cuarcitas derivadas principalmente del Grupo Lagunillas, interestratificadas con areniscas marrón rojizo pálido de grano grueso.

Grupo Tacaza (33 – 20 Ma): Es una gruesa acumulación de rocas volcánicas en las proximidades de la Mina Tacaza, en el cuadrángulo de Lagunillas. Consiste principalmente de lavas andesíticas con menores cantidades de basalto y dacita, siendo típicamente porfiríticas, color morado pálido o gris rojizo.

La secuencia del Grupo Tacaza cerca de Puno, consiste predominantemente de andesitas gris pálido a verde, rojo morado de grano fino con abundante plagiocasa.

Grupo Palca (17.5 – 16.9 Ma): Tiene una gran extensión areal en el Cuadrángulo de Ocuvi, pasando a la esquina NO y SO del cuadrángulo de Juliaca y a la parte NE del cuadrángulo de Lagunillas, donde se le encuentra infrayaciendo a la secuencia de la Cordillera de

Sillapaca. La base está expuesta al Norte de Palca, donde este grupo descansa en discordancia angular sobre el Grupo Tacaza.

El control morfológico principal es el grado de intemperismo, el mismo que es notable al Sur de Palca donde la expresión fotogeológica está caracterizada por un tono gris claro a medio y juntas por enfriamiento.

Grupo Sillapaca (16.2 – 13.5 Ma): El término se ha derivado de la Cordillera Sillapaca al NO del cuadrángulo de Lagunillas.

La secuencia está dominada por lavas formando riscos, principalmente de composición dacítica a traquiandesítica y alcalinas de Condorama y Ocuvi, Callalli y Lagunillas y en pequeños afloramientos aislados en el cuadrángulo de llave. Principalmente se muestran como cordilleras cubiertas de nieve con picos por encima de los 5,000 m. de altitud, siendo característicamente peñascos como resultado de la presión de congelamiento del agua en las grietas de las rocas.



Foto 2.- Afloramientos silicificados en el lado Este de Jessica pertenecientes a la Formación Sillapaca

Grupo Maure: Es una secuencia de sedimentos y piroclásticos en el área de Palca. Consiste de volcánicos estratificados (ignimbritas, tobas, lavas, andesitas basálticas y escasamente bloques de tobas) y sedimentos lacustres (predominan tobas re TRABAJADAS, limolitas, fangositas, calizas, areniscas, conglomerados y lutitas negras). Los sedimentos y piroclásticos son típicamente de colores pálidos aunque una coloración verde intensa debido al alto contenido de clorita es una característica distintiva de algunas unidades.

Grupo Barroso: La Cordillera del Barroso se encuentra en la esquina NO del cuadrángulo de Palca, designada como área típica para la Formación Barroso por Wilson y García (1962). Consiste de una serie erosionada de andesitas y traquitas, provenientes de conos volcánicos por glaciación pre-pleistocénica donde las tobas predominan sobre las lavas. El Grupo Barroso incluye a todas las rocas volcánicas y volcanoclásticas posteriores al Grupo Sillapaca y anteriores a la última glaciación pleistocénica. La muestra más antigua considerada como perteneciente al Barroso corresponde a una edad de 9.5 M.a., lo que indica que el Barroso basal es equivalente en parte al Grupo Maure.

En el Proyecto La Rescatada, el nivel más bajo que corresponde al Grupo Tacaza esta mejor expuesto al Oeste y Noroeste del proyecto. El suprayacente Grupo Palca está expuesto al Noroeste del prospecto Carlos y descrito como una gruesa secuencia de ignimbritas dacíticas a riodacíticas. El Grupo Sillapaca se expone en las zonas de Jessica y Janet, consiste principalmente de lavas andesíticas y representa partes de un estrato volcán erosionado. La mineralización en Jessica se emplaza en el Gpo Sillapaca.

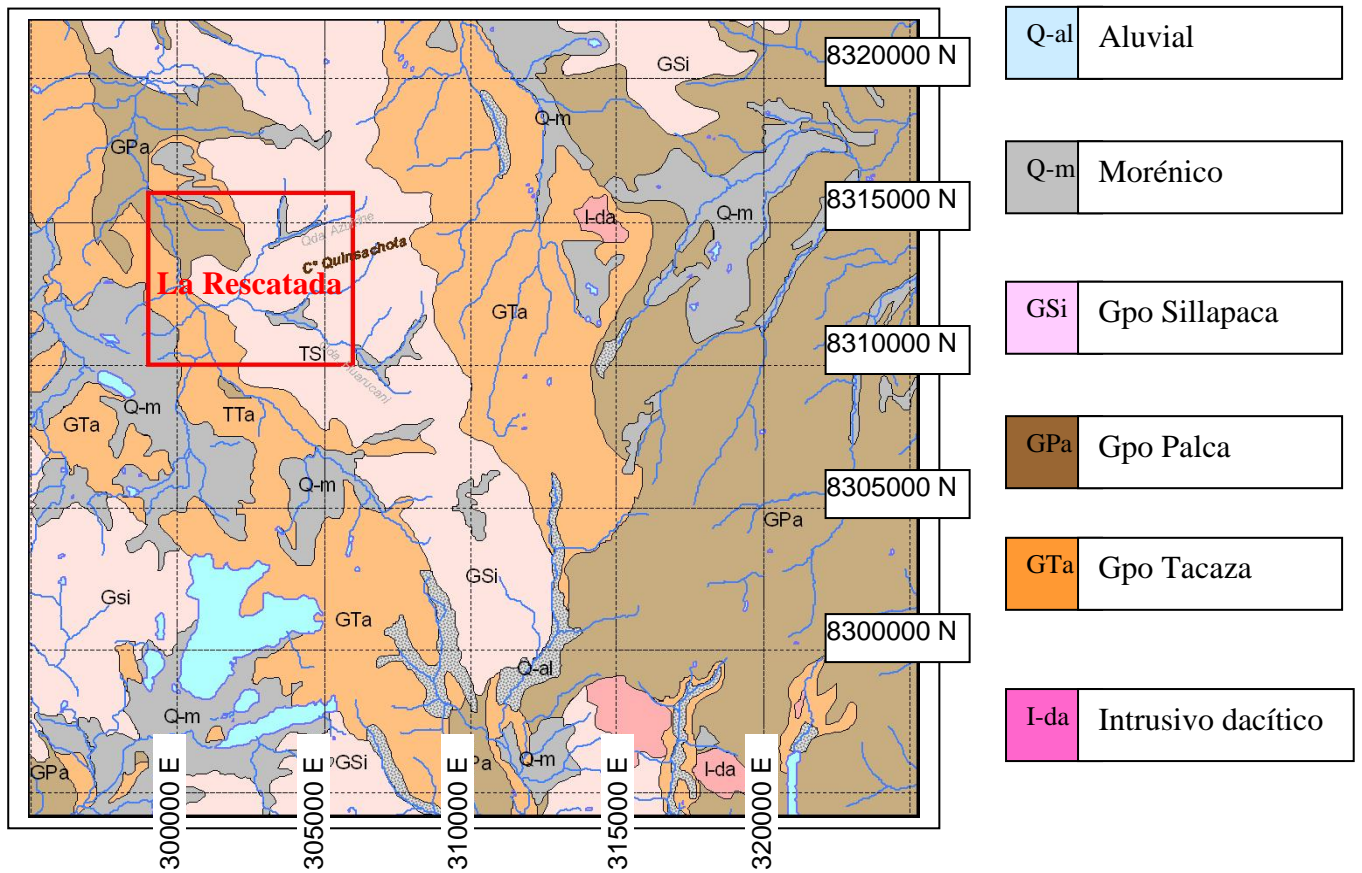


Figura 5: Plano Geológico Regional del Proyecto La Rescatada.

2.2 GEOLOGÍA LOCAL

Se ha diferenciado las siguientes formaciones y unidades litológicas que se describen a continuación de la base hacia el tope:

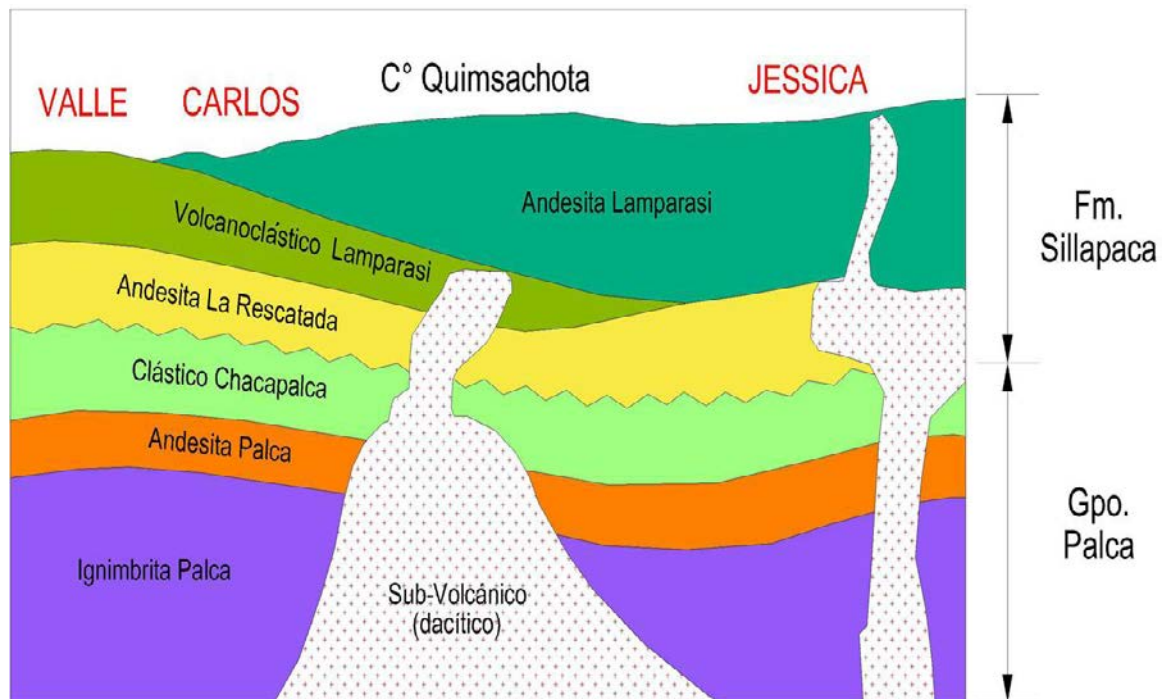


Figura 6 : Esquema de la Columna Estratigráfica en La Rescatada

2.2.1 Formación Palca

- **Ignimbrita Palca:** Es la base de toda la columna estratigráfica. Consiste de roca piroclástica que se caracteriza por presentar clastos polimícticos gruesos angulares, dacíticos y andesíticos. La matriz es rosada a blanquecina, débilmente silicificada y con presencia de biotita y fenos de plagioclasas. Se observó claramente en los metros finales del sondaje LRDDH-30 (Foto 2).



Foto 3.- Ignimbrita de la Formación Palca

- **Clásticos Fino Palca:** Material clástico que se caracteriza por presentar líticos de tamaño fino a medio. La matriz es de coloración marrón rojizo y generalmente se le encuentra sin alteración, el espesor promedio es de 15 m. (Foto 3).

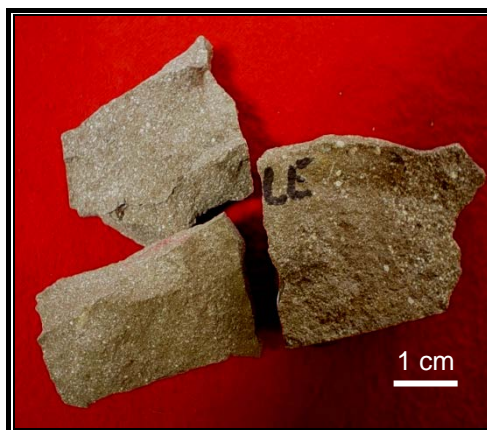


Foto 4.- Clásticos Fino Palca

- **Lava Andesita Palca:** Es una secuencia delgada, grano fino de coloración gris oscuro que se caracteriza por presentar

vesículas orientadas de hasta 5 cm de longitud y también plagioclasas aciculares. (Foto 4).



Foto 5.- Lava Andesítica de la Formación Palca

- **Clásticos Chacapalca:** La potencia varia entre 50 a 150 m, es material volcanoclástico retrabajado. Se caracteriza por presentar clastos subredondeados clasificados en una matriz verdosa. Se observa esta secuencia al Este del C^o Ajanani. (Foto 5).



Foto 6.- Clásticos Chacapalca

2.2.2 Formación Sillapaca

- **Volcanoclásticos Rescatada:** Secuencia delgada (10 m) de material clástico fino bandeado dentro de un ambiente de areniscas. Se observan playas de pirita orientadas según el bandeamiento de la roca.
- **Andesita Rescatada:** Se caracteriza por presentar bandeamiento de flujo (flow banding), textura vesicular, plagioclasas orientadas y presentar matriz de tonalidad marrón. El espesor en el prospecto Valle puede llegar a 40 m y se le aprecia bien en el sondaje LRDDH-39 (Foto 6).



Foto 7.- Lava Rescatada

- **Volcanoclásticos Lamparasi:** Esta sub-unidad se caracteriza por presentar niveles clásticos intercalados con niveles de tufo lapilli presentando una matriz de textura areniscosa. Brechas muy locales se aprecian en este horizonte. Este nivel se

encuentra alterado en el área de Valle y presenta espesores de hasta 100 m.

Por su permeabilidad esta unidad ha sufrido intensa alteración hidrotermal y es la que hospeda el cuerpo mineralizado en el prospecto de Valle. Se encuentra con fuerte fracturamiento.



Foto 8.- Volcanoclásticos Lamparasi. Secuencia que hospeda la mineralización en zona Valle

- **Lava Lamparasi:** Es una gruesa secuencia andesítica que no presenta flow banding y localmente es vesicular. Es de matriz grisácea y presenta fenos de plagioclasas que gradan hasta granos de no más de 2 cm hacia el tope. Este nivel puede llegar a tener 300 m de espesor y se ubica sobre los 4900 m de altura (Foto 8).



Foto 9.- Lava Lamparasi

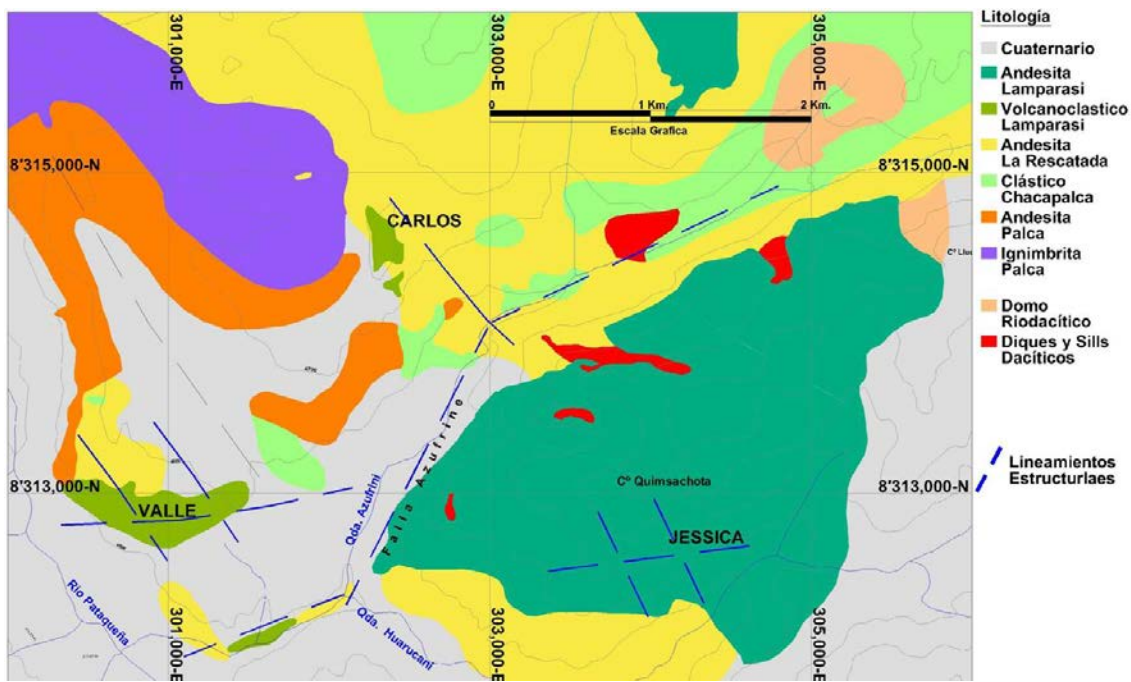


Figura 7: Plano Geológico La Rescatada

2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

Los controles estructurales han jugado un importante rol en el emplazamiento de las unidades subvolcánicas, domos y fluidos hidrotermales mineralizantes.

El distrito presenta lineamientos estructurales principalmente en dos direcciones: N60-70°E y N20-30°W; la intersección de los dos lineamientos mencionados generan mayor desorden estructural, produciendo espacios abiertos por donde pueden ascender los fluidos hidrotermales. La tendencia de mineralización es el control transandino N60-70°E.

En la zona de Valle, los fracturamientos mapeados, la forma de las anomalías de oro en superficie y la propia elongación del cuerpo mineralizado corresponden a N70°E (transandino).

En el caso de Jessica, los cuerpos de brecha hidrotermal con cristales de baritina tienen un rumbo de N70-80°E y contienen valores altos en oro. La elongación del cuerpo mineralizado en Jessica también es N70°E, (transandino).

El evento estructural más temprano que afectó la secuencia volcánica en La Rescatada, se encuentra en el lado Noroeste, la compresión plegó las rocas volcánicas antiguas hasta el nivel clástico Chacapalca

e incluso dentro del Grupo. Sillapaca. Esto se evidencia en el pliegue expuesto al Norte de las zonas Valle y Carlos, el eje axial se estima en 315-345° de azimuth, sugiriendo que la compresión estuvo orientada en dirección 60° NE.

2.4 GEOLOGÍA ECONÓMICA

La mineralización de oro está asociado a la fuerte silicificación (sílice masiva, sílice granular, sílice oquerosa). Los sulfuros primarios asociados con el oro corresponden a la pirita, marcasita y la arsenopirita en menor cantidad. Como oxidación supérgena se encuentran la hematita, jarosita y goethita. La enargita se encuentra en profundidad.

Los estudios petrográficos indican que muestras con altos valores en oro se encuentran asociados a pirita y/o marcasita.

En general, el 73% de oro esta asociado a granos finos de pirita, el 27% restante de oro esta relacionado a pirita gruesa en fragmentos silicificados.



Foto 10: Afloramiento con brecha hidrotermal y presencia de cristales de baritina (Jessica)

Las zonas de alta ley (> 1 g/t Au), están consistentemente asociadas a texturas de espacios abiertos, tales como:

- Vesículas de la roca original hospedante.
- “Vuggs” originados por la lixiviación de la roca hospedante.
- “Open space” en brechas originadas por fuerte fracturamiento.

La paragénesis generalizada sería:

1. Fracturamiento de la roca hospedante.
2. Silicificación (densa y vuggy), cuarzo +/- venillas de pirita + pirita diseminada.
3. Brechamiento (tectónico y freático), venilleo (localmente stockwork).
4. Pirita gruesa y fina (Au?) +/- deposición de marcasita en "open space" (brecha y venillas).
5. Deposición de sulfuros oscuros (enargita, tetraedrita).
6. Pirita gruesa.
7. Caolinita +/- calcedonia.
8. Alunita, baritina.

CAPÍTULO III

PROYECTO LA RESCATADA

3.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto La Rescatada corresponde a un depósito epitermal de oro de alta sulfuración y fue descubierto en base a estudios lito tectónicos y procesamiento de imágenes Landsat. Los trabajos de exploración se iniciaron en agosto del año 2000.

Se tomaron 3,242 muestras de roca, siendo el valor más alto de 23.3 ppm Au y 100 ppm de Ag en la zona de Valle.

Posterior al trabajo de mapeo y geofísica, se realizaron hasta tres campañas de perforación que comprendieron 68 taladros diamantinos y 15 de aire reverso, definiéndose la zona de Valle como depósito de oro con recursos de medio millón de onzas de oro en óxidos con recuperación de 90% (prueba de botella). La cota de mineralización en Valle se encuentra entre los 4,500 y 4650 m de altitud.

Se exploraron otras zonas de interés tales como los prospectos Carlos, Jessica, Janet (óxidos) y Old Camp, Carlos Bajo, Zona X (sulfuros) con resultados poco alentadores.

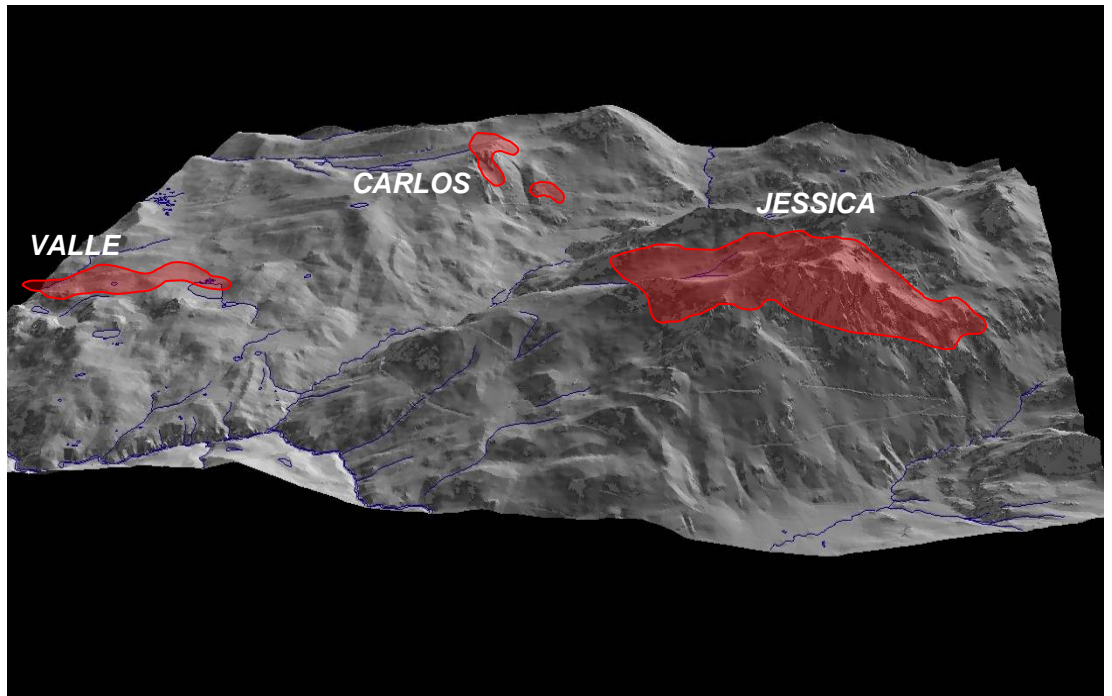


Figura 8 : Vista espacial de los prospectos Valle, Carlos y Jessica.

3.2 GEOLOGÍA

El Proyecto La Rescatada está localizado dentro de un extenso cinturón de rocas volcánicas de edad Miocénica. La secuencia volcánica tiene a tres grupos principales:

- Grupo Tacaza (33 Ma a 20 Ma),
- Grupo Palca (17.5 Ma a 16.9 Ma),
- Grupo Sillapaca (16.2 Ma a 13.5 Ma).

El Grupo Tacaza está mejor expuesto en el Oeste-Noroeste y Este del proyecto y está caracterizado por presentar andesita basáltica con subordinados flujos de traquiandesita volcánica. El Grupo Palca se expone al Noroeste de la zona de Carlos y está descrito como una

gruesa secuencia de ignimbritas dacíticas a riódacíticas y rocas sedimentarias clásicas. El Grupo Sillapaca se expone en la zona de Jessica y Janet y consiste predominantemente de lavas andesíticas que pueden representar partes de estratovolcanes erosionados.

La alteración hidrotermal cubre una extensa zona (>10 km²) con tendencia Noroeste, desarrollándose ensamble de silicificación, cuarzo alunita, cuarzo caolinita, illita esmectita, propilítico y roca fresca.

A escala regional, se tienen dos orientaciones estructurales principales: NW-SE y NE-SW. A escala local, las estructuras con orientación E-W, frecuentemente son las que albergan la mineralización en brechas.

3.3 GEOQUÍMICA

En el Proyecto La Rescatada se tomaron 3,242 muestras de superficie, realizándose análisis químico por multielementos en laboratorio externo con cuatro ácidos (HF-HNO₃-HClO₄-HCl). Se realizó el tratamiento estadístico para tales muestras obteniéndose planos de anomalías de multielementos e importantes correlaciones con el oro.

Los elementos que presentan fuerte correlación con el oro son el Sb, Te, Ag, Hg y en menor cantidad el As.

En las áreas de Valle y Carlos, se aprecian buenas anomalías de Ag, Pb, Te, Bi y Sb. Por otro lado el Cu se encuentra bien distribuido en el área de Jessica. El Mo se expone en las áreas de Valle y Jessica.

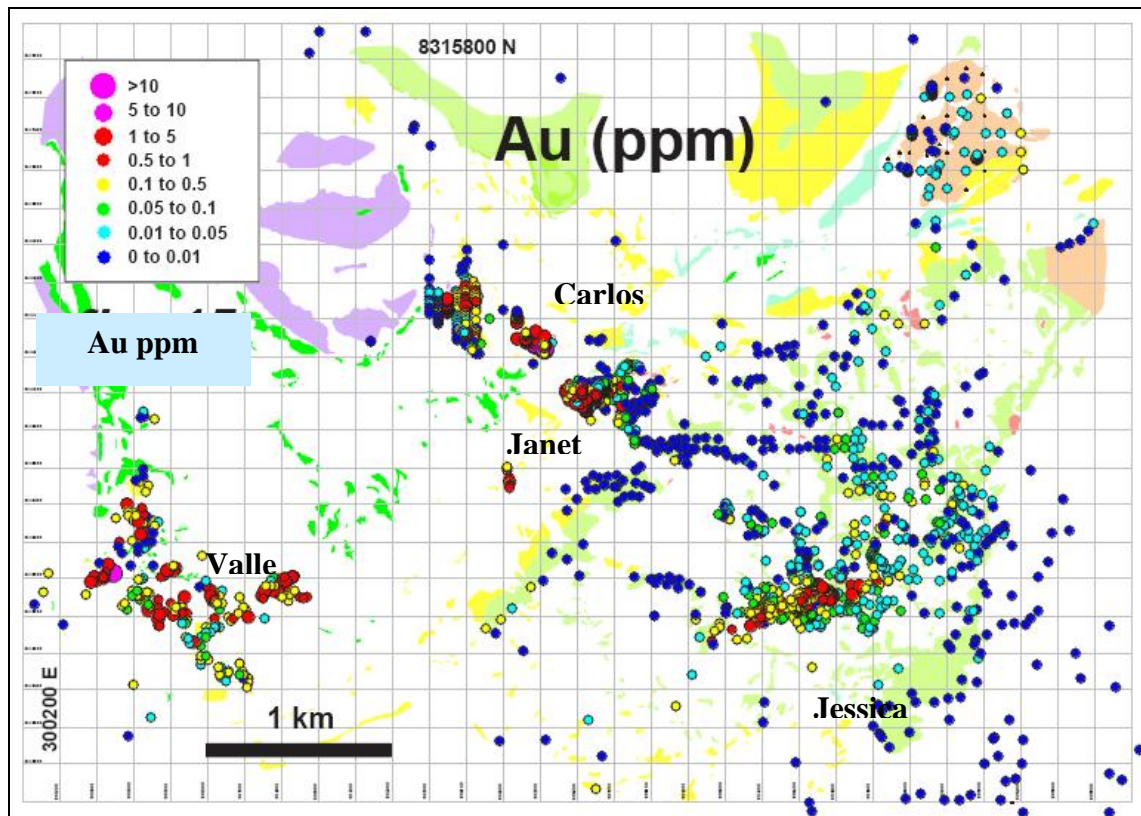


Figura 9 : Plano de distribución geoquímico de Au.

Se observa oro en superficie en las zonas de Valle, Carlos, Janet y Jessica.

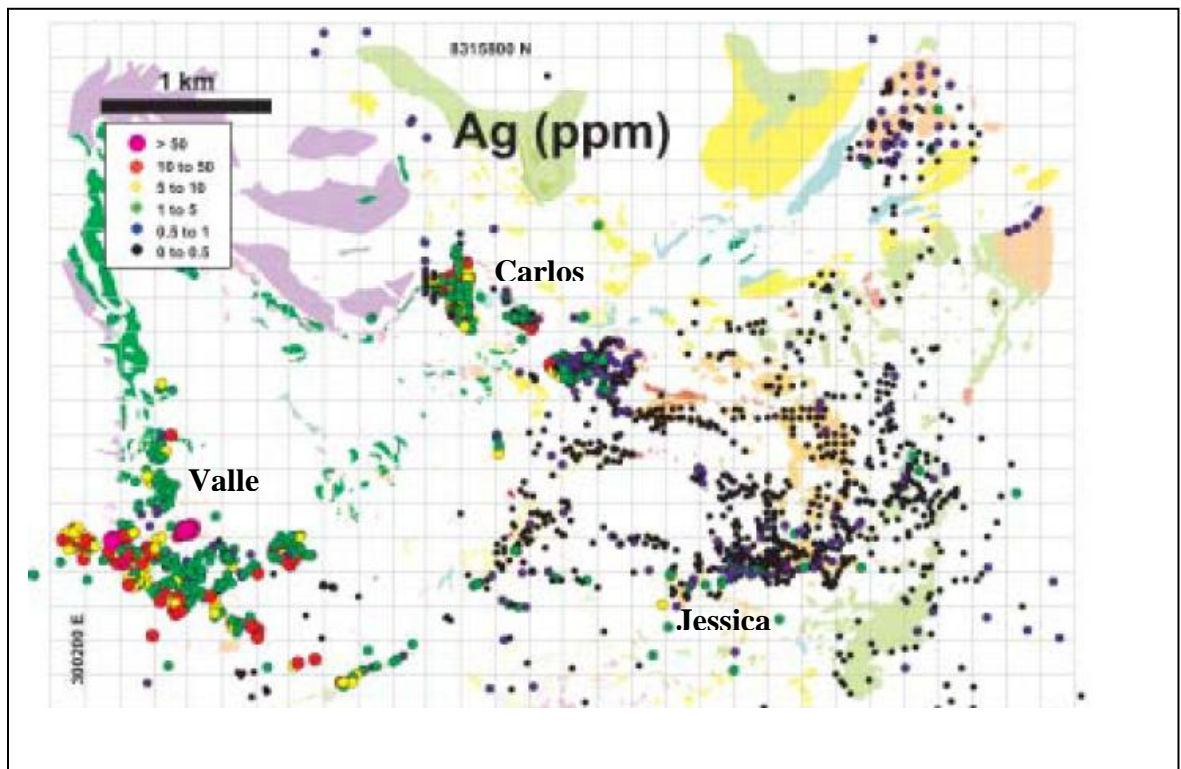


Figura 10: Plano de distribución geoquímica de Ag

Se observa buena distribución de Ag en la zona de Valle.

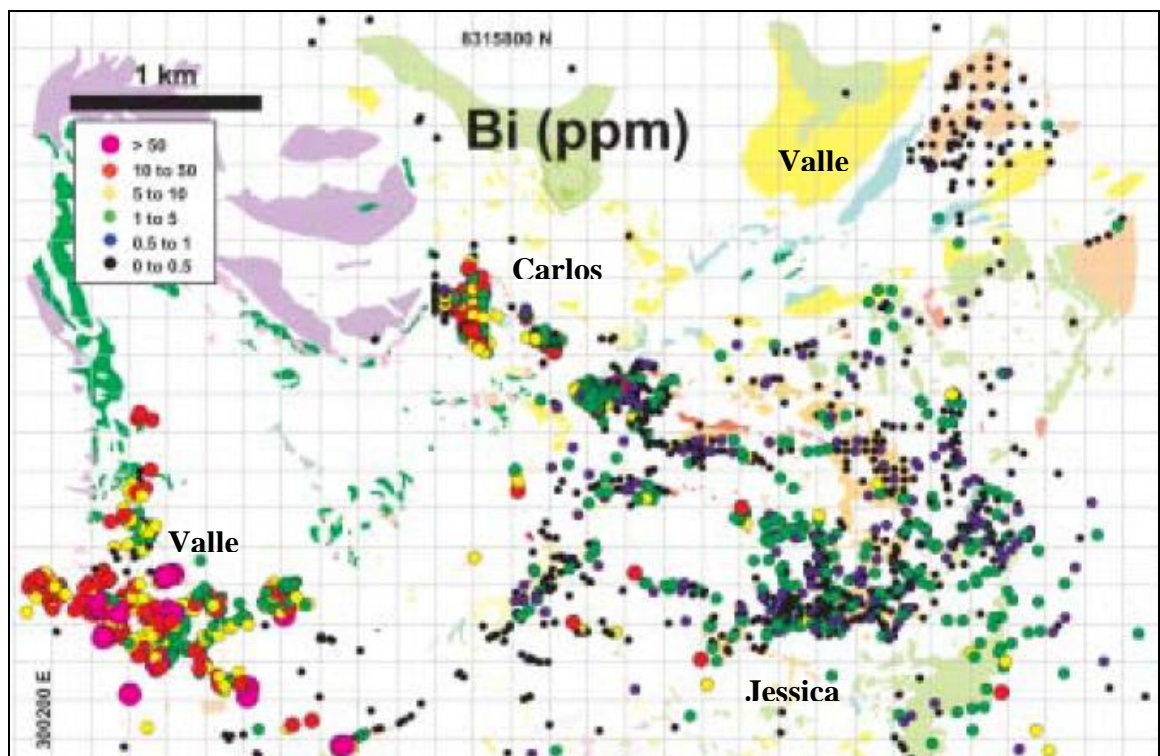


Figura 11 : Plano de distribución geoquímica de Bi

El Bi se expone en superficie en las zonas de Valle y Carlos.

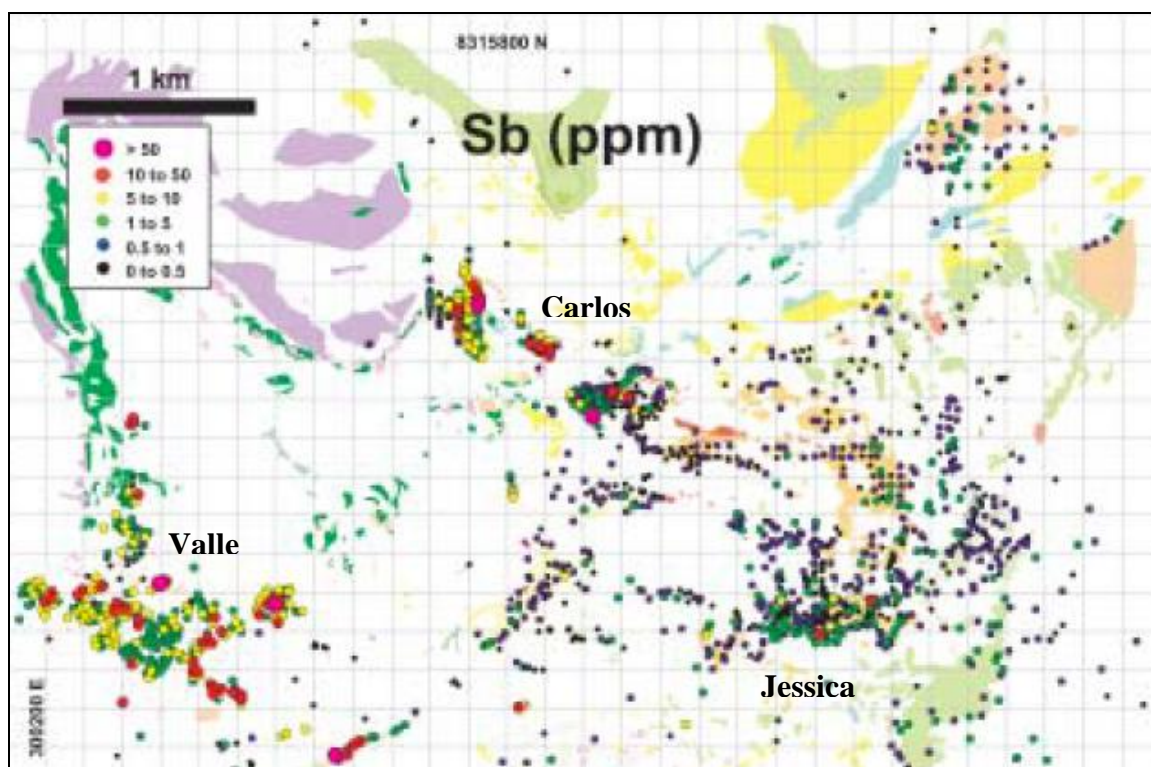


Figura 12 : Plano de distribución geoquímica de Sb

Moderada distribución de Sb en Valle y Carlos.

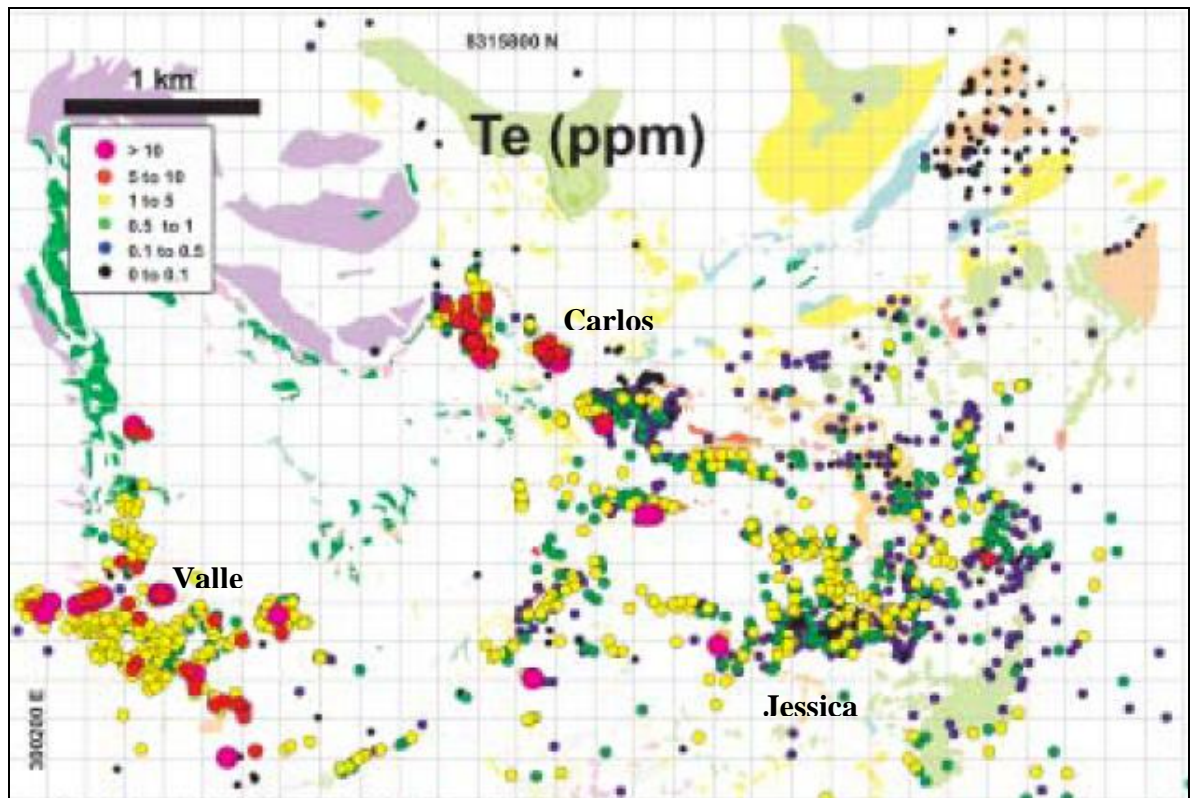


Figura 13 : Plano de distribución geoquímica de Te

Buena distribución de Te en superficie en las zonas de Valle y Carlos.

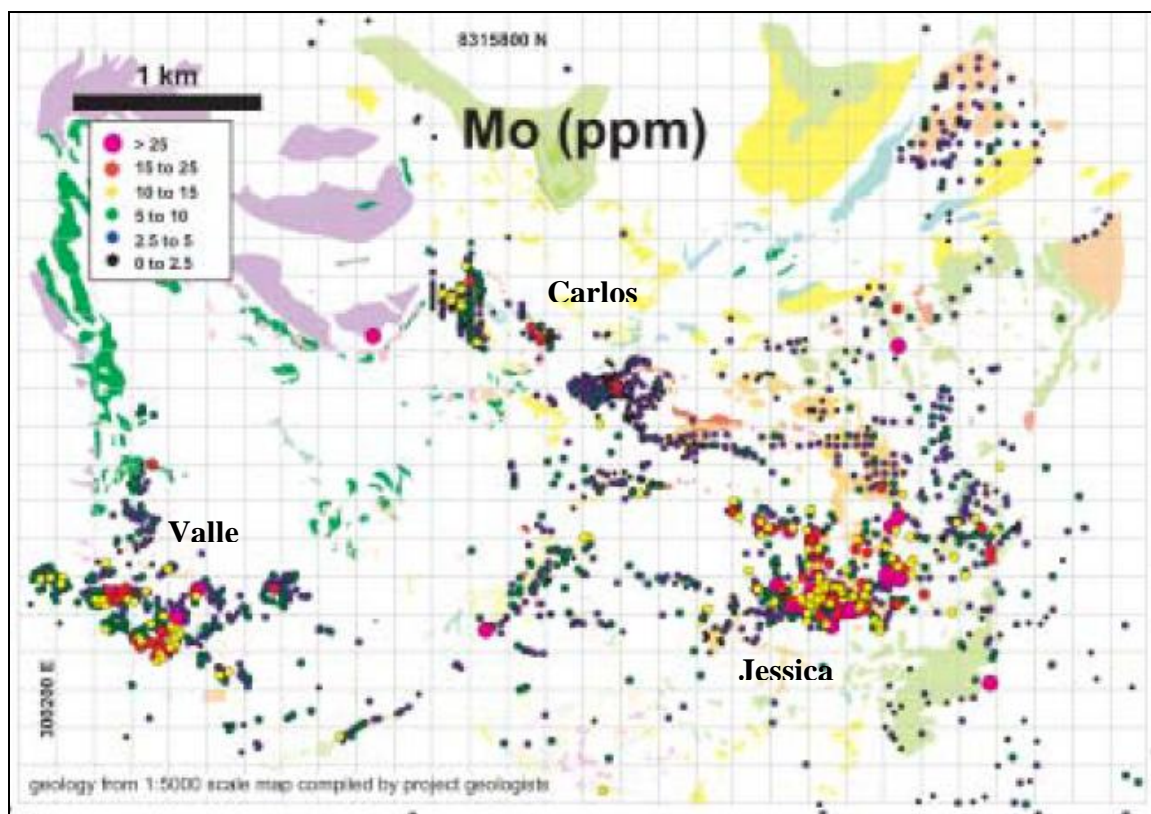


Figura 14 : Plano de distribución geoquímica de Mo

Buena distribución de Mo en las zonas de Valle y Jessica

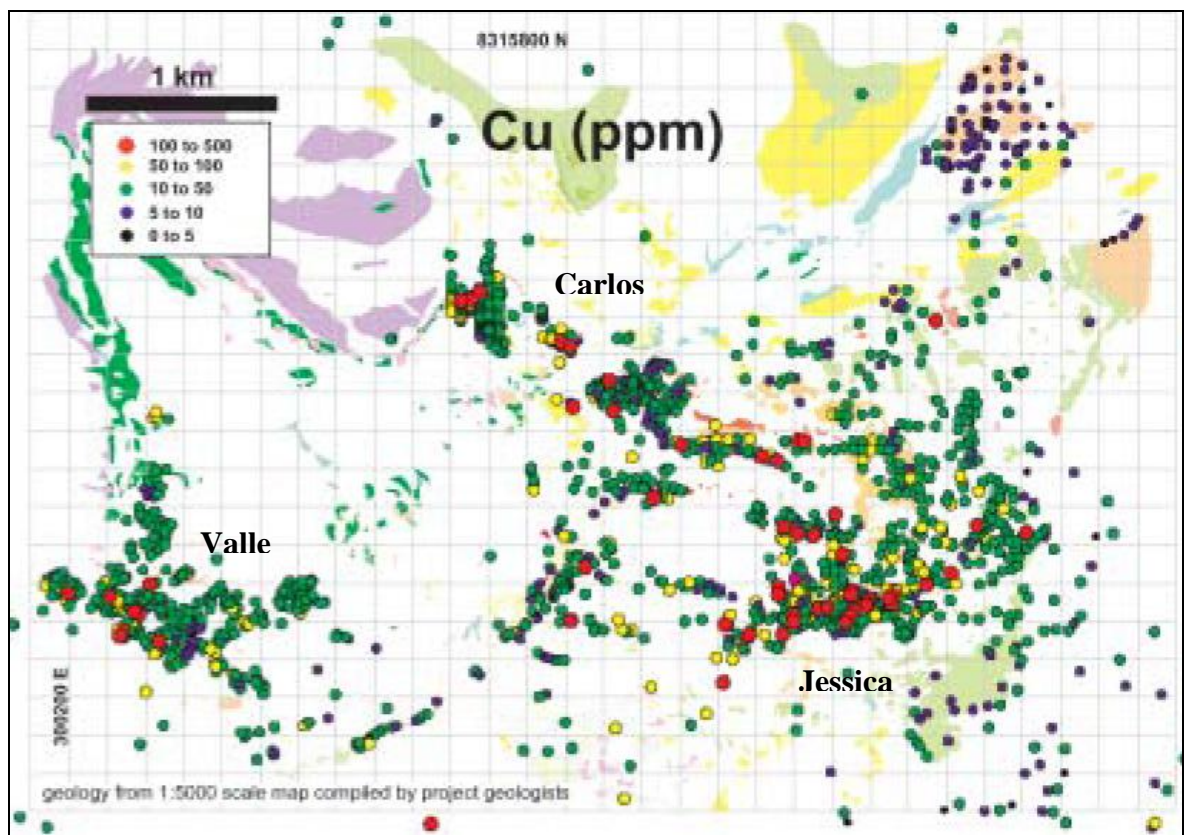


Figura 15 : Plano de distribución geoquímica de Cu

Moderada distribución de Cu en La Rescatada.

Analizando el comportamiento de los elementos traza en y alrededor de zonas con mineralización, se concluye que el área de Jessica presenta anomalías moderadas de Cu, Sb en superficie y anomalía pobre en Te. Como se sabe, se observa muy buena correlación entre Au y Te en la zona de Valle, dado por el muestreo de superficie.

3.4 GEOFÍSICA

En el proyecto se realizó trabajos geofísicos de resistividad: Controlled-Source Audio-Frequency Magnetotelluric Survey (CSAMT) y magnetometría en el 2002. En total se realizaron 35 km de líneas de CSAMT y 558 km de magnetometría. La interpretación de estos sondeos fueron utilizados para definir mejor los blancos de perforación para la campaña de perforación del 2003.

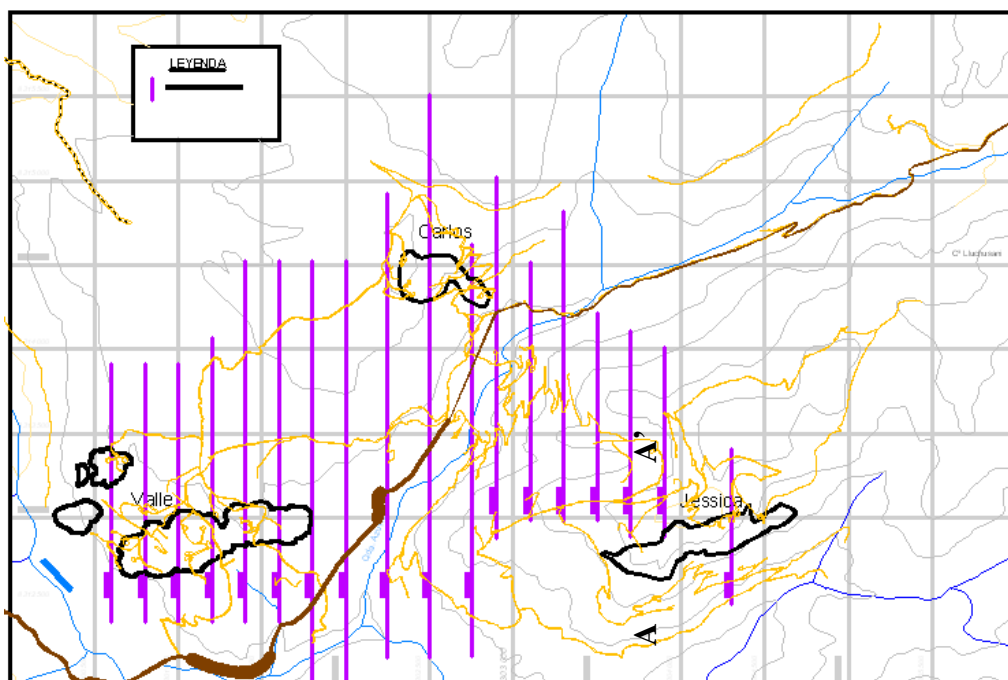


Figura 16. Ubicación de líneas geofísicas.

En la zona de Valle existen 7 líneas geofísicas (Fig. 14) y se tiene una muy buena correlación entre resistividad y cuerpo silicificado. En el cuerpo silicificado se obtuvieron concentraciones de oro diseminado con leyes entre 0.5 y 1 g/t Au. (Fig. 20). El mineral se encontró entre los rangos de 200 y 1000 ohm-m.

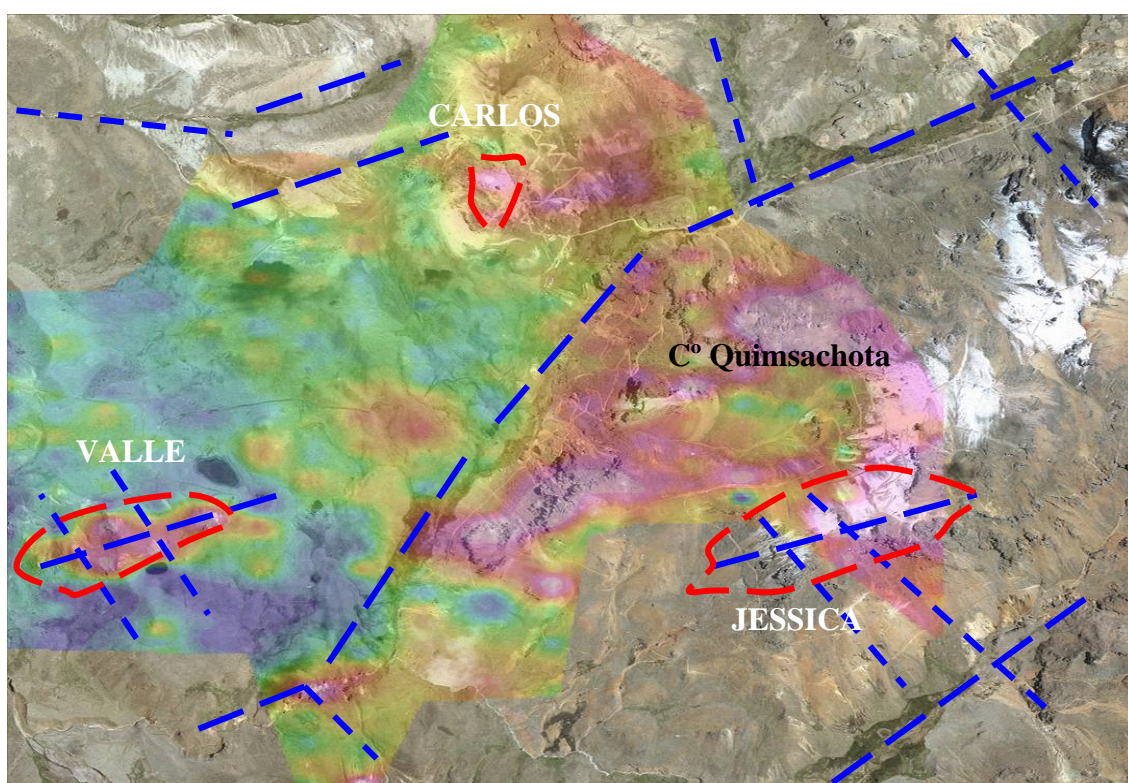


Figura 17: Vista de planta de la geofísica en La Rescatada. Tonalidades rosadas representan zonas anómalas resistivas.

Cabe mencionar que los controles de mineralización en Valle son litológico y estructural.

En el prospecto Jessica se realizó solo una línea geofísica, por ello, la información de la resistividad en la zona es escasa.

Los taladros DDH-50 y DDH-47 (zona Jessica), se realizaron con el objetivo de sondear el cuerpo resistivo detectado por la geofísica, pero resultaron estériles (obsérvese en la Figura 16 la sección A-A', que se desarrolla en la Figura 18). La altitud en que se ubicaron los collares de los taladros fue de 4800 msnm. Posteriormente se confirmó que los taladros estaban por debajo del cuerpo mineralizado. En la figura 18 se observa además en color rosado los valores de resistividad mayores a 700 ohm-m y posteriormente se concluye en que los valores de oro se encuentran en valores de resistividad alrededor de 1,000 ohm-m.

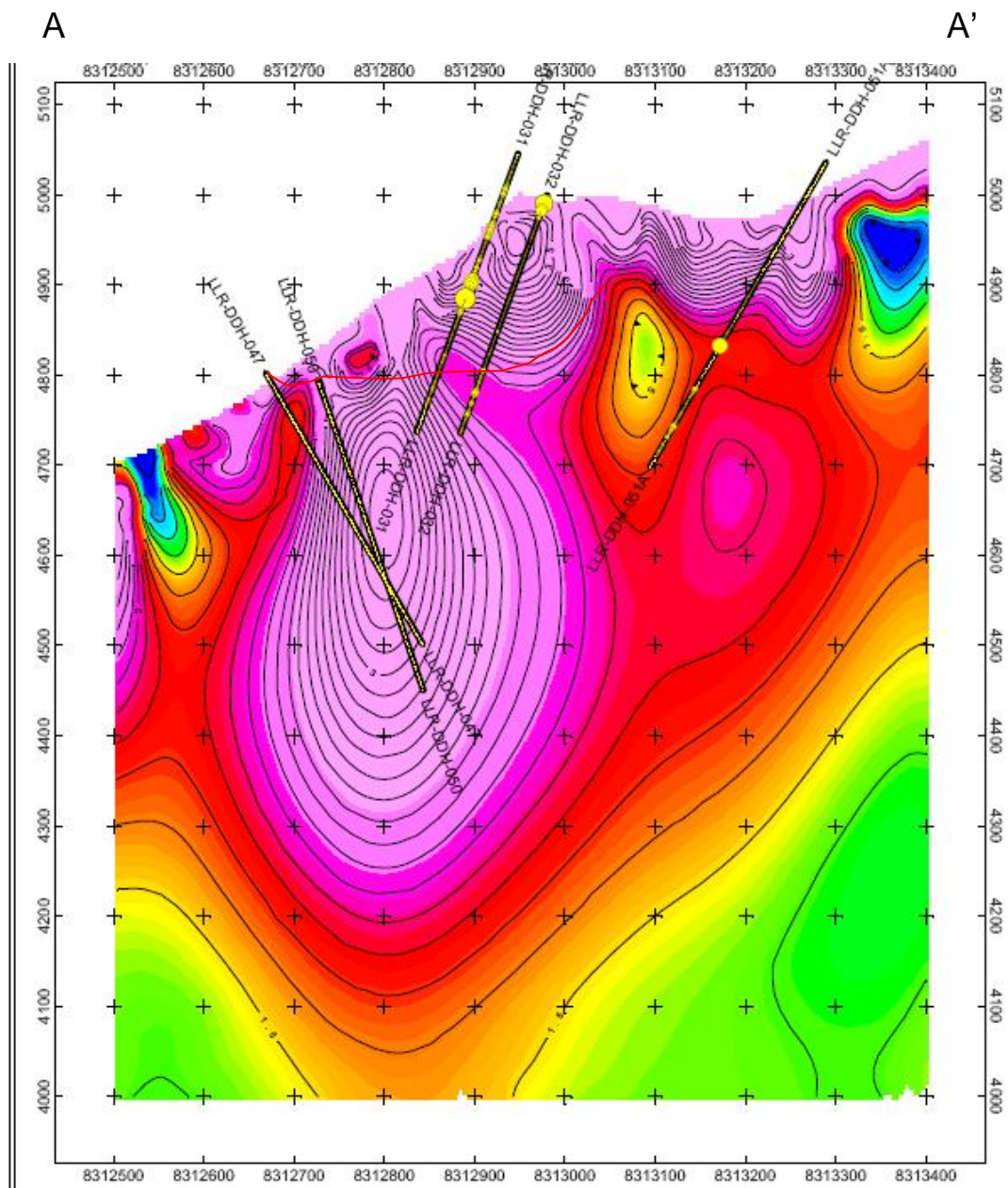


Figura 18: Sección Geofísica A-A' – Jessica.

3.5 PERFORACIÓN

En el Proyecto La Rescatada desde el 2000 hasta el 2003, se totalizaron 68 perforaciones diamantinas (10,000 m) y 15 taladros RC (1,500 m), en base a la interpretación litológica, de alteración geoquímica, geofísica.



Foto 11: Perforando el taladro DDH-17 en Carlos. Al fondo el Nevado Lamparasi

Con la información obtenida de las campañas de perforación, se descubrió mineral en la zona de **Valle**, llegándose a cubicar 500,000 oz de oro diseminado de baja ley en óxidos.

Las otras zonas perforadas correspondieron a cuerpos mineralizados de oro en sulfuros, con pocas reservas.

En la zona Jessica se perforaron 7 taladros, que no cortaron interceptos importantes de oro y finalmente esta zona se descartó.

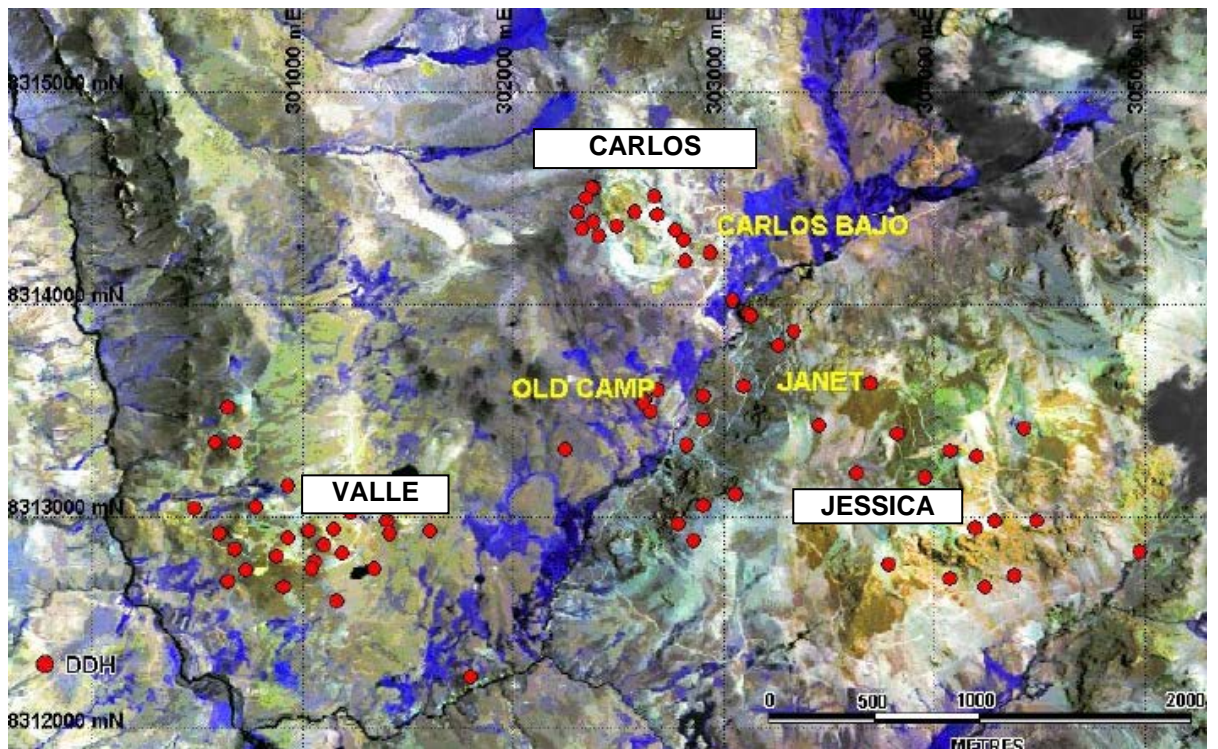


Figura 19: Ubicación de los taladros ejecutados hasta el año 2003, La Rescatada

CAPÍTULO IV
PROSPECTO JESSICA



Foto 12. Vista Panorámica del prospecto Jessica.

4.1 INTRODUCCIÓN

Se inician los trabajos de exploración en la zona de Jessica en el mes de febrero del 2006. Se procede a realizar un mapeo a escala 1/2,000 identificándose zonas de brecha hidrotermal en lavas andesíticas grises con alteraciones de sílice masiva, sílice granular y sílice alunita, a la vez que se realizaba un programa de muestreo de rocas, definiéndose zonas anómalas en Au. Se reinterpretó la línea geofísica que pasaba por Jessica y se elaboró un programa de perforación inicial de 10 taladros dirigidos principalmente a zonas anómalas con oro y alteración. Los primeros taladros ya mostraban interceptos importantes de oro, principalmente en los tramos brechados (Foto 12).



Foto 13: Flujo de Brecha Hidrotermal (3.6 g/t Au).

4.2 CARTOGRAFIADO

Se realizaron los trabajos de mapeo en los primeros meses del 2006, cubriéndose un área de 100 Has.

El protolito corresponde a una secuencia de andesitas grises pertenecientes a la Formación Sillapaca (14 Ma), sub unidad Andesita Lamparasi. Se ubicaron sectores de brechas hidrotermales cortando la secuencia lávica mencionada, consistente de clastos alterados a sílice masiva con matriz rellena de goethita, jarosita e inclusiones de baritina cristalizada. Cabe mencionar la buena correlación de baritina cristalizada con altas leyes de Au.

Se definieron afloramientos dacíticos a manera de subvolcánicos en el lado Este y andesitas púrpuras presentando bandeamiento de flujo (flow banding) al lado Sur del Proyecto.

La zona de Jessica se ubica en el flanco Sur del C^o Quimsachota, que corresponde a un antiguo estratovolcán con el flanco Este dominado por una cadena de domos de orientación andina.

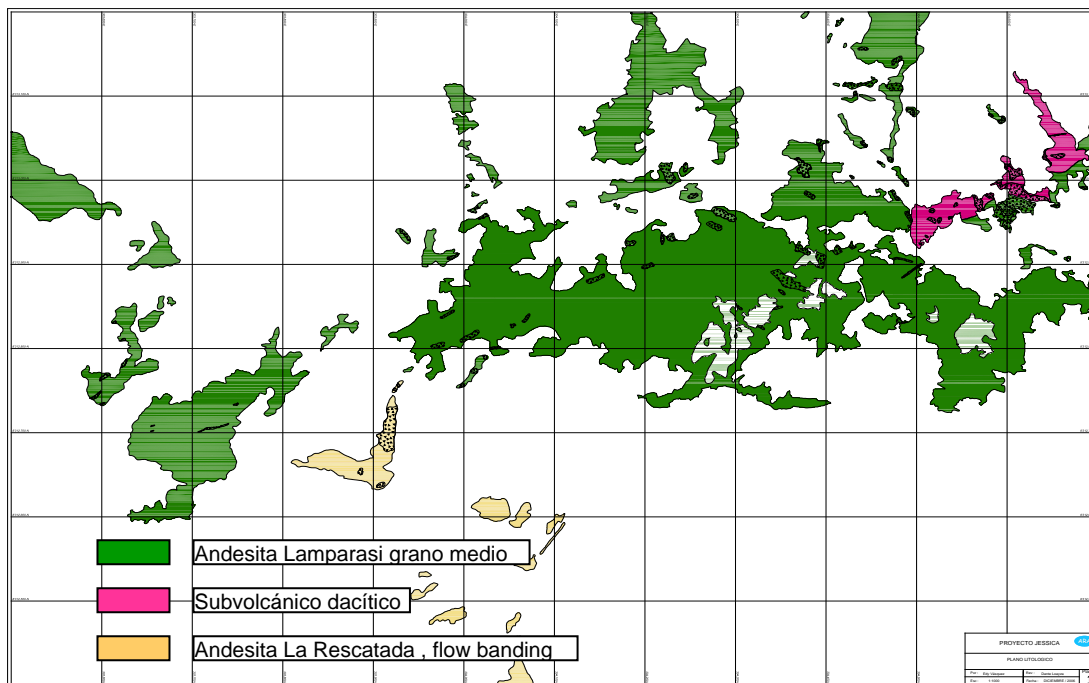


Figura 20: Plano Litológico de Jessica.

La parte central de la zona de Jessica está dominada por la alteración sílice masiva, la silicificación es intensa, al igual que en los clastos de la brecha hidrotermal. En el lado oeste de Jessica se observa sílice granular, sílice sacaroidal tapizada por óxidos de Fe tales como jarosita, goethita y hematita. Bordeando a la sílice masiva y en las partes altas, se tiene un halo de alteración sílice alunita, que se evidencia por la alunita rosada reemplazando fenos, rellenando microfracturas y en parches. Finalmente se tiene un halo de sílice arcillas, gradando a propilítico y llegar finalmente a roca fresca. (Figura 21).

La zona escarpada del cerro, corresponde a afloramientos de sílice masiva, que permitió resistir la erosión. El afloramiento se encuentra cortado por canales de brecha hidrotermal presentando clastos alterados a sílice masiva y rellenos con jarosita, hematita y goethita.

Estas brechas por lo general tienen dos direcciones: N70°E y N30°W, que coinciden con los controles estructurales principales en el distrito.

En el lado Este del proyecto se puede observar presencia de dacitas porfíricas subvolcánicas que están alteradas a sílice alunita. La alunita es de color rosado generalmente y se le encuentra pulverulenta reemplazando fenos, en fracturas y con textura tipo gusano “wormy”, que podría indicar el borde del sistema principal, y además contiene valores moderados de oro.

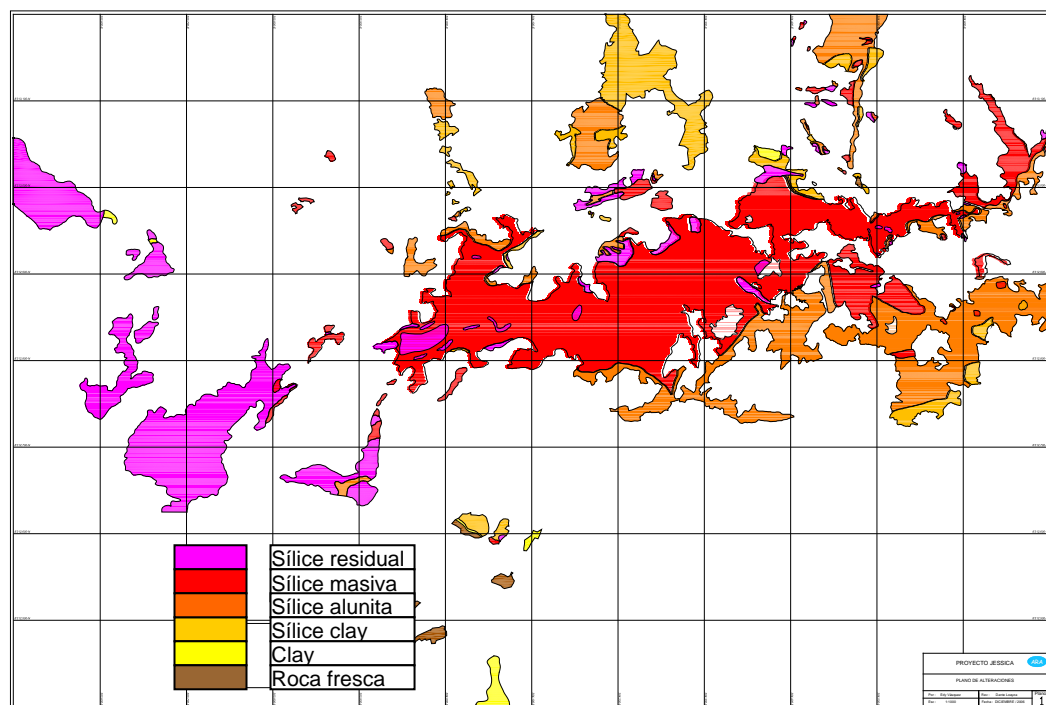


Figura 21: Plano de Alteraciones en la zona de Jessica.

4.3 MUESTREO

Se tomaron un total de 787 muestras (remuestreo) de roca superficial en la zona de Jessica, que fueron analizadas por multielementos para observar el comportamiento de los elementos traza en superficie. Se concluye que el oro tiene correspondencia con Cu, Mo y As.

La fase inicial del muestreo se realizó en forma selectiva, realizando canales de 1.5 a 2 m de largo perpendiculares al fracturamiento y en otros casos se obtuvieron “chips” de roca en un radio de 2 m. Las zonas escarpadas también fueron muestreadas obteniéndose importante información de brechas hidrotermales asociadas a cristales de baritina, que reportaron valores por encima de 2 g/t Au.

Las curvas isovalóricas por encima de 1 g/t Au (naranja), generaron blancos de perforación que no habían aparecido anteriormente. (Figura 22).

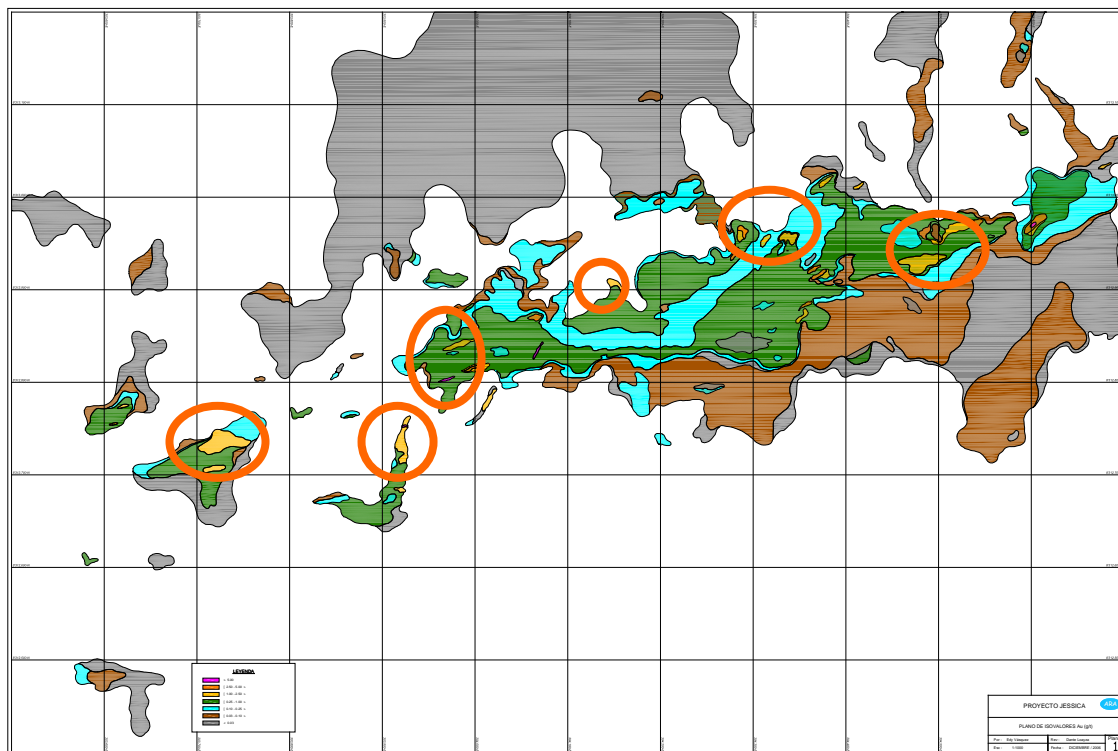


Figura 22: Plano de Isovalores de Au de la zona de Jessica (campana 2006), en círculo naranja se encuentran los targets de perforación.

Con esta información se elaboró un “modelo geológico” que se describe a continuación. Se considera al cerro Quimsachota como el centro principal de alteración hidrotermal del Distrito, tomando en cuenta que tiene buenas exposiciones de sílice alunita, presencia de cristobalita en las partes altas, presencia de minerales de cobre debajo de la cota de 4,800 m. en taladros antiguos y sobre todo la presencia de brechas hidrotermales. Estas características no se observan en las zonas de Valle y Carlos donde el control de mineralización es litológico y estructural.

Especialmente, el proyecto Jessica se encuentra en el flanco Sur del Cerro Quimsachota, que correspondería al borde Sur del centro principal de alteración hidrotermal del distrito, asociado al borde oeste de una cadena de domos de composición dacítica.

4.4 PERFORACIÓN

Se realizó un programa de perforación de 10 taladros en base a la litología (brechas), alteraciones, controles estructurales, geoquímica y geofísica. La perforación se inició en mayo del 2006, el primer taladro de la campaña fue el **JES-1**, que interceptó **80 m con 1 g/t Au** en promedio y en óxidos.

El taladro cortó roca andesítica alterada a sílice granular tapizada por óxidos de Fe, fue interceptada repetidas veces por conductos de brechas hidrotermales. En la brecha se ubicaron leyes por encima de 2 g/t Au. Luego de los 81 m de profundidad, la secuencia andesítica cambiaba bruscamente a un material argílico gris con presencia de pirita diseminada generalmente estéril. La zona de sílice granular y sílice masiva arrojaban valores en oro de 0.5 g/t en promedio.

Los siguientes taladros fueron direccionados a blancos originados por anomalías de oro detectadas por la geoquímica de superficie. Se realizó con un promedio de espaciamiento de 100 metros entre taladros.

El taladro **JES-2** interceptó una brecha potente de 30 metros que obtuvo un promedio de **2 g/t Au**.

Al completarse el décimo taladro se confirmaba un nuevo descubrimiento de oro diseminado de baja ley, todos los taladros resultaron exitosos a excepción del octavo taladro que resultó estéril.

Se continuó con una segunda campaña de perforación que tenía como objetivo acortar la malla de perforación a espaciamientos entre secciones de 50 m, se generaron 21 secciones N-S que fueron completando la información. Se confirmó la continuidad del cuerpo mineralizado encontrado en la primera campaña. (Figura 23).

La segunda campaña de perforación concluyó en diciembre del 2006 habiéndose realizado en total 33 taladros diamantinos.

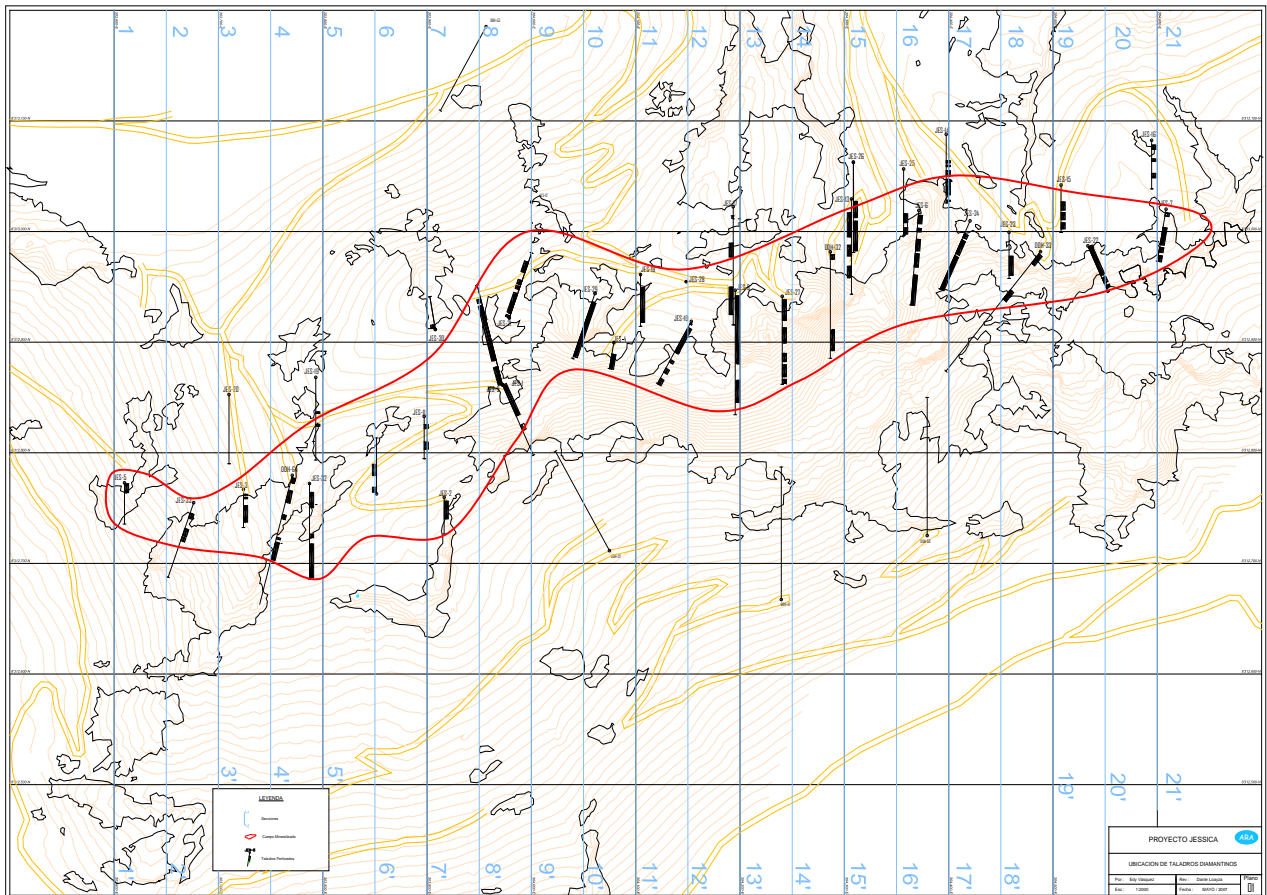


Figura 23: Plano de Ubicación de los taladros y Secciones S-N

4.5 RESULTADOS

Se realizaron 21 secciones separadas cada 50 m, se elaboró un folio respectivo para cada sección que incluía:

1. Hoja de Litología
2. Hoja de Alteración
3. Hoja de Taladros Ejecutados
4. Hoja Cuerpo Mineralizado
5. Hoja Taladros Propuestos

A partir de los logueos realizados en cada taladro se lleno la información geológica en las respectivas secciones. Este trabajo se realizaba diariamente, contorneándose en concordancia con la sección anterior y la siguiente.

Finalmente se obtuvo el juego de 21 secciones, que permitieron elaborar un cálculo de reservas. A continuación se presenta algunas secciones completadas utilizando el software Mine Sight.

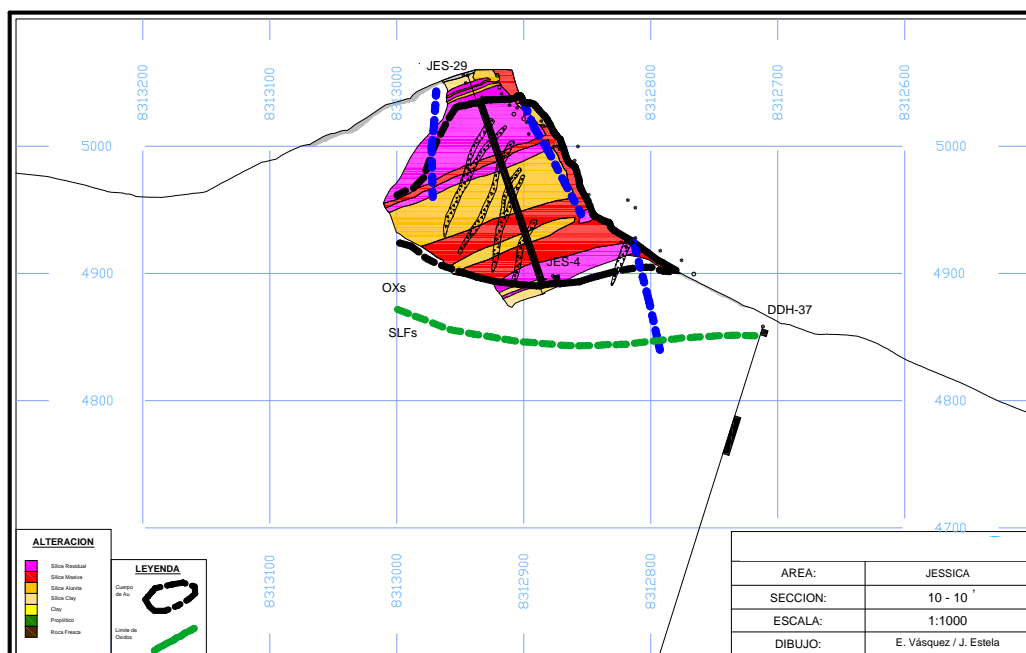


Figura 24: Sección 10-10'

Sección 10-10': Se muestra el taladro JES-29, corta 150 m de mineral y forma un cuerpo mineralizado que está limitado en la cota 4,900. El cuerpo mineralizado (contorneo negro) está en alteraciones de sílice granular, sílice alunita y sílice masiva (SG, SA y SM), asociado a brechas hidrotermales que arrojan valores altos de oro. El límite de óxidos/sulfuros (OXs/SLFs), representado con línea verde, se encuentra en la cota 4,850. El collar del taladro antiguo DDH-37, se encuentra en cota 4,860 y corta secuencias argílicas debajo del cuerpo mineralizado. (Figura 24).

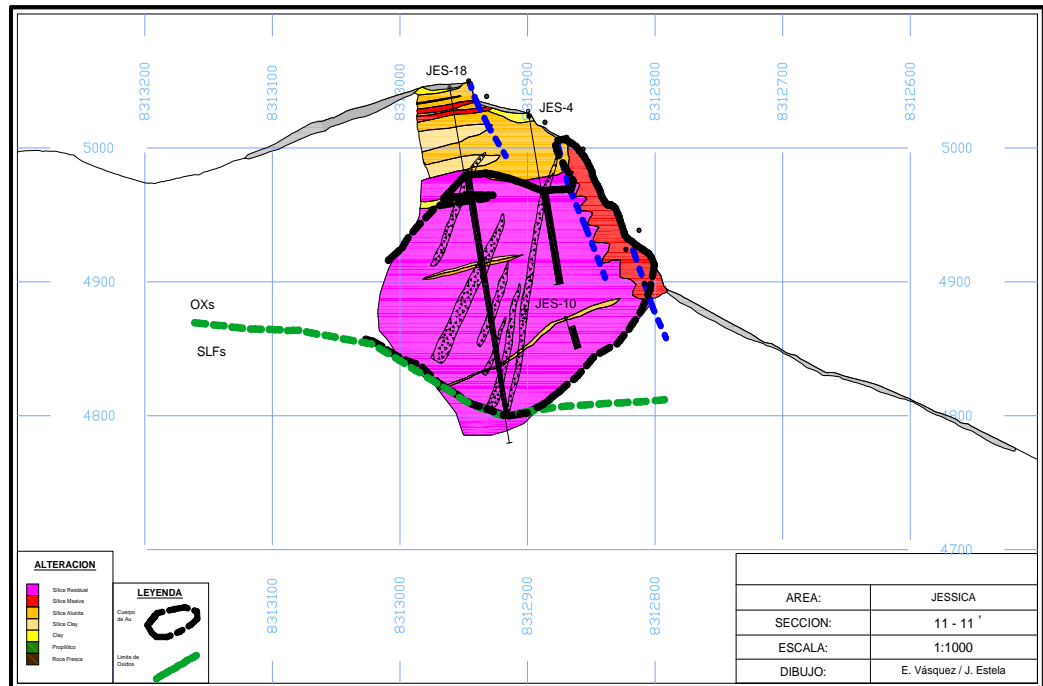


Figura 25: Sección 11-11'

Sección 11-11': Se observan los taladros JES-16 y JES-4 que cortan mineralización debajo de 60 m de un paquete de SA y SC estéril. El taladro ingresa a una zona dominada por alteración SG cortada por bechas hidrotermales. El límite de mineralización llega hasta la cota 4,800 (Figura 25).

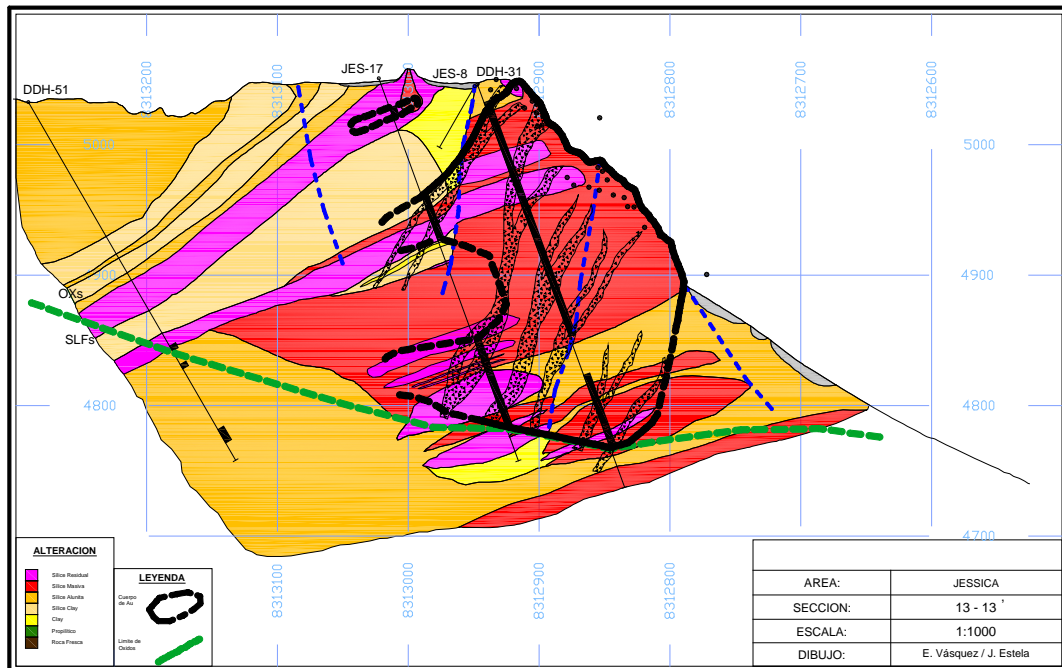


Figura 26: Sección 13-13'

Sección 13-13': El límite de la mineralización casi coincidente con el límite de OXs/SLFs en la cota 4,780. El cuerpo mineralizado principalmente en SM, cortado por brechas. Se observa el taladro antiguo DDH-51 que corta secuencias de SA, SC y estéril. (Figura 26).

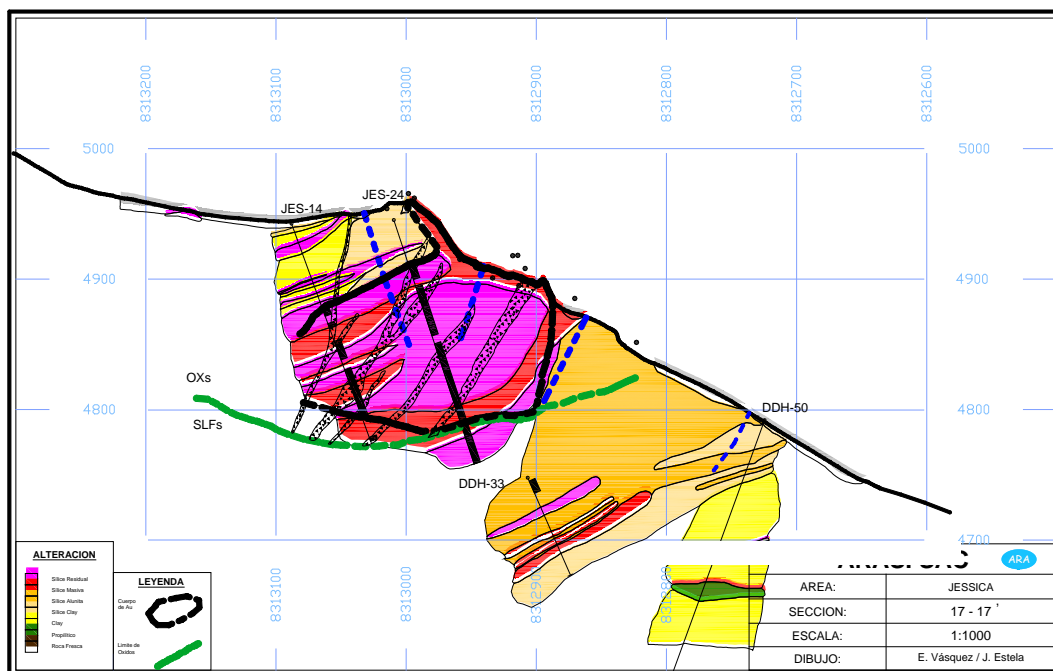


Figura 27: Sección 17-17'

Sección 17-17': El cuerpo mineralizado se encuentra debajo de un nivel argílico y estéril, de 60 m de potencia, caracterizado por presentar alteraciones SG y SM. Se observa también el antiguo taladro DDH-40, cuyo collar se encuentra en la cota 4,790, a un costado del cuerpo mineralizado y solo corta material argílico estéril. (Figura 27).

Posteriormente se realizó una cubicación de mineral por secciones obteniéndose **800,000 oz Au** con un promedio de **0.65 g/t Au** para un cut off de 0.25 g/t. El cuerpo mineralizado resultó tener una longitud de 1,100 m de largo x 200 m de ancho y 250 m en la vertical.

RECURSO	TONELAJE (TM)	LEY PROMEDIO	ONZAS Au
TOTAL	40'000,000	0.65 g/t Au	800,000

A continuación se presentan algunas fotografías de muestras de core.



Foto 14. "Brecha craquel" en alteración SM, (3.1 g/t Au).



Foto 15. "Brecha craquel" con matriz rellena por alunita rosada, (3.4 g/t Au).



Foto 16: "Brecha Hidrotermal" tapizada por goethita y hematita, (2.7 g/t Au).

CONCLUSIONES

- El Proyecto La Rescatada es un yacimiento de alta sulfuración con oro diseminado de baja ley.
- Se definió como depósito económico al Prospecto Valle, cuya mineralización está controlada por litología y control estructural.
- Se descartó el área de Jessica con 6 taladros ya que 3 de ellos resultaron totalmente estériles.
- Luego de trabajos de remapeo y reinterpretación, se ubicaron nuevos blancos de perforación en base a anomalías de superficie en zonas escarpadas.
- Se realizó un programa inicial de 10 taladros en el Prospecto Jessica, el primer taladro interceptó un tramo de 80 m con un promedio de 1 g/t Au.
- En el 2006 se cubicó como recursos 800,000 oz Au con un promedio de 0.65 g/t Au en óxidos.
- El Prospecto Jessica corresponde a un yacimiento epitermal de alta sulfuración, controlado por estructuras brechadas y flujos

hidrotermales que cortan secuencias andesíticas correspondientes a la Fm Sillapaca.

- La geofísica en la zona de Jessica, identificó cuerpos resistivos de valores moderados. El cuerpo de Jessica se ubica entre los 800 y 1100 ohm-m.

RECOMENDACIONES

- Continuar con los trabajos de exploración en prospectos que tenga condiciones de alojar un depósito económico. No descartar frente a resultados negativos.
- La revisión de planos de trabajos anteriores ayuda a tener un entendimiento rápido del área de trabajo, pero es necesario revisar nuevamente en campo tales planos y comprobar los datos obtenidos.
- Es importante considerar los modelos conceptuales en la búsqueda de yacimientos económicos.
- Trabajar en zonas escarpadas o hasta inaccesibles es de gran riesgo, pero utilizando medidas de seguridad (sogas, arnés), se logra obtener muestras importantes que ofrecen información clave en la exploración.

BIBLIOGRAFÍA

- Corbett, G. J., (2002): Epithermal Gold for Explorationists, p. 1-5.
- Hedenquist, J. (1994): Flux of ore-forming metals from arc volcanoes, and the formation of high-sulfidation ore deposits. 7mo Congreso Geológico Chileno, Concepción.
- McPhie, J., Doyle, M., y Allen, R., (1995): Volcanic Textures, p. 1-33.
- Morche, W. E., (2002): Volcano-stratigraphic setting and implications for further exploration, La Rescatada Epithermal Gold Prospect Area, p. 6-12.
- Sillitoe, R.H., (2001): Geology and Exploration of La Rescatada Epithermal Gold Prospect, Southern Peru, p. 4-12.
- Trabert, D., Schroer, G., Ganoza, A., DenBoer, D., Jensen, E., Davies, A., (2003): La Rescatada Project Stage Report, p 20-33.
- Vásquez, E., Durán, G., Estela, J., (2006): Informe Interno Arasi Diciembre 2006, Proyecto Jessica, p.2-11.