



Estudio de Vectorización Mineral y Geoquímica.

MINA GUANACO
ALTA SULFURACIÓN AU – CU
CHILE

Alejandro Caballero
Mario Valdez
Luciano Bocanegra



www.mineralvector.com

Mina Guanaco, Norte de Chile



www.mineralvector.com

- Mina de Austral Gold, explotación tipo open-pit y subterránea.
- Sistema de Alta Sulfuración con mineralización Au – Cu, controlada por estructuras.
- Mineralización de Au libre, enargita, y complejos arseniuros en zona de óxidos.
- Múltiples pulsos hidrotermales.
- Alteración dentro de estructuras y como halo con zonación con alteración Vuggy Silica y Argílica Avanzada.
- Geoquímica disponible Au, Cu, Ag.

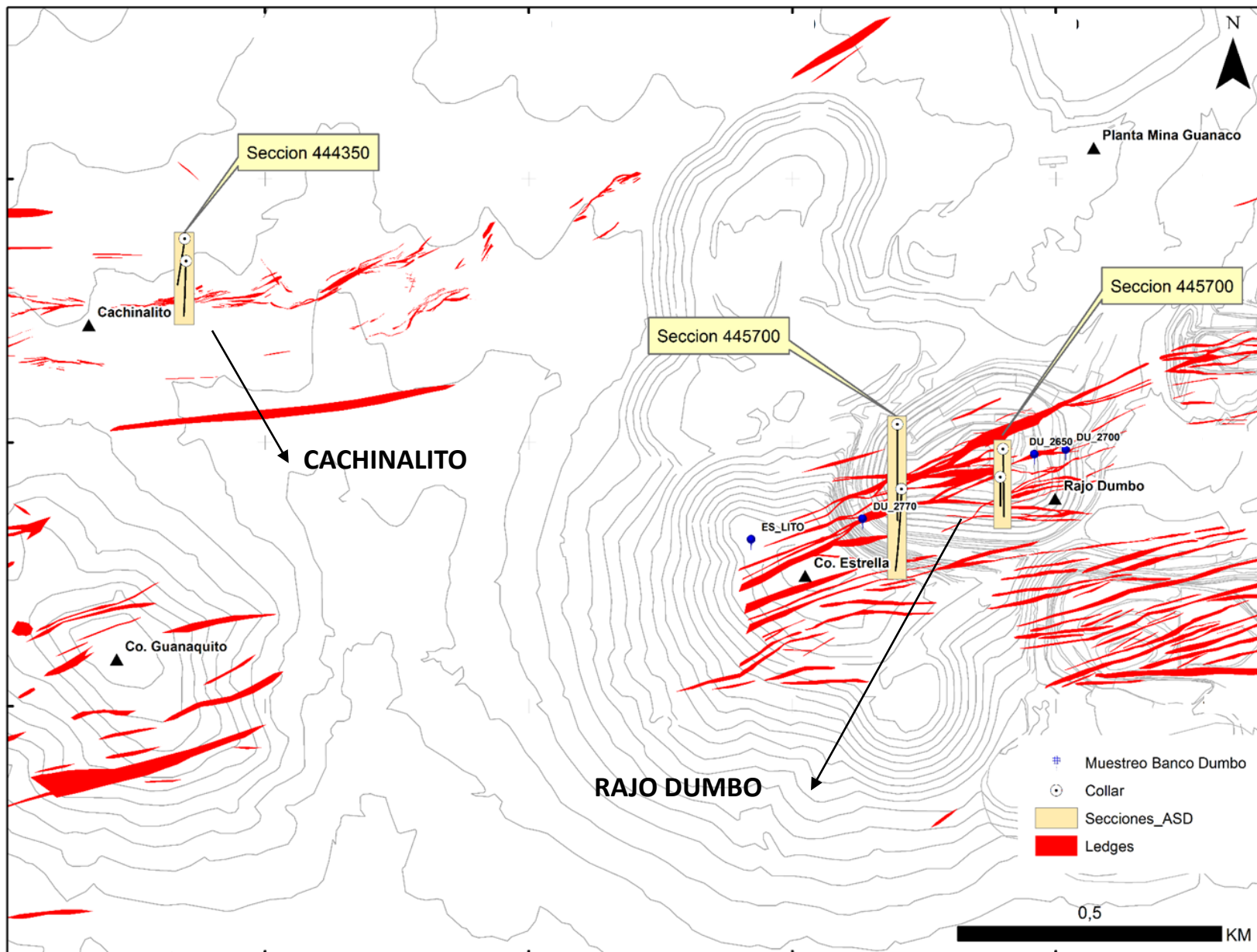
OBJETIVO DEL ESTUDIO

- Encontrar patrones en minerales de alteración con la alta ley de Au.
- Encontrar patrones de geoquímica vs minerales.
- Definir patrones de exploración a escala Mina y regional.

METODOLOGIA DEL ESTUDIO

- Medición con ASD TerraSpec (espectroscopía) de muestras tomadas en superficie, y chips de perforación aire reverso.
- Modelamiento de geoquímica de elementos Au - Ag - Cu (Zonación-Vectorización) con ioGas software.
- Procesamiento de Imágenes Aster destacando mineralogía de alteración y litología.
- Integración de mapeo de sondajes, Alteración definida con ASD TerraSpec, y geoquímica disponible.
- Definición de zonaciones y posibles herramientas de vectorización

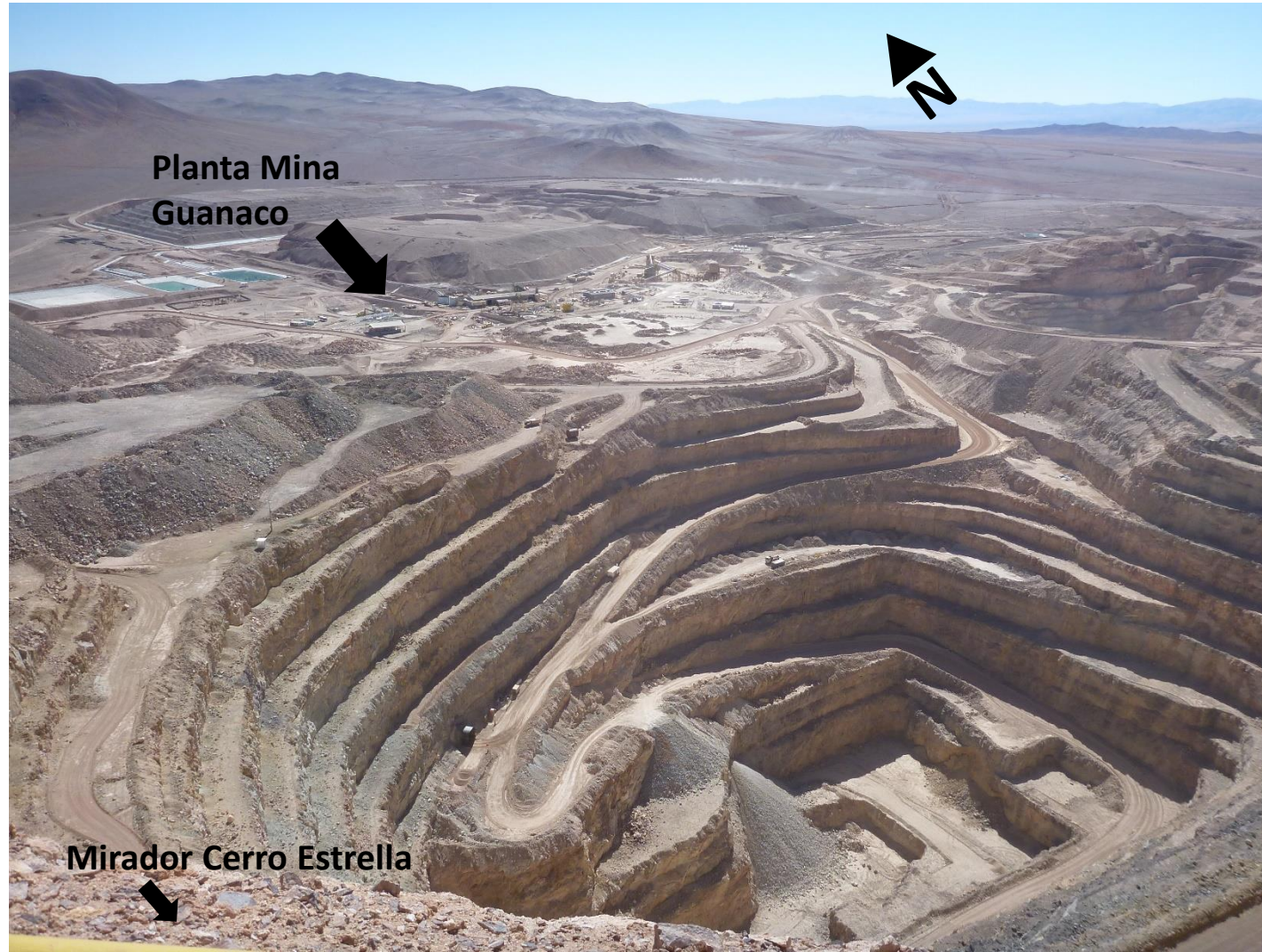
Agosto 2016



Rajo Dumbo y Mina Guanaco

RAJO DUMBO

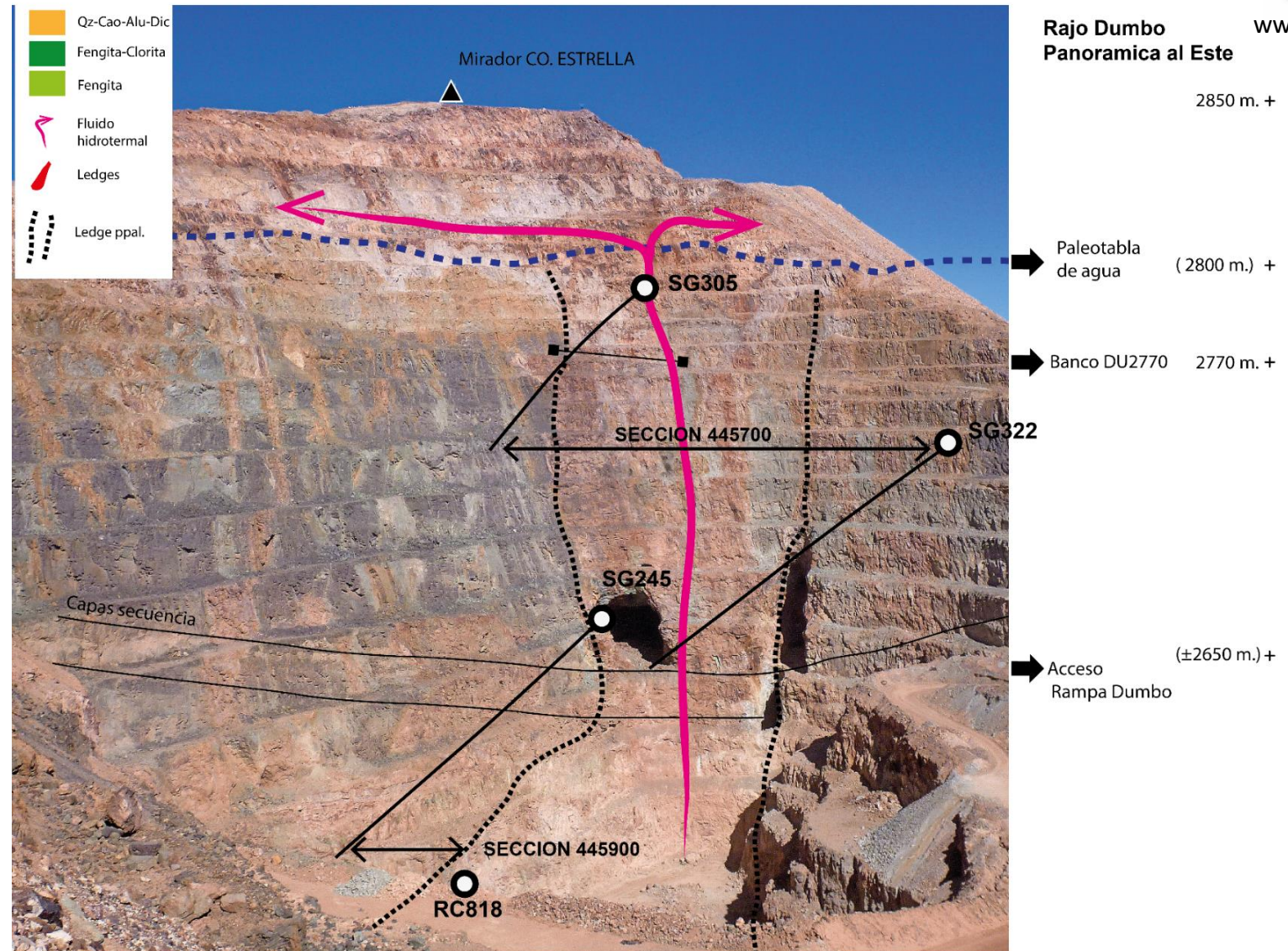
Panorámica al Norte



Panorámica Vista Oeste, Rajo Dumbo

RAJO DUMBO

Panorámica al Suroeste secciones de sondajes estudiadas y bancos muestreados.



Rajo Dumbo
Panoramica al Este

www.mineralvector.com

2850 m. +

(2800 m.) +

2770 m. +

(±2650 m.) +

Strip Logs, Alteración vs Geoquímica

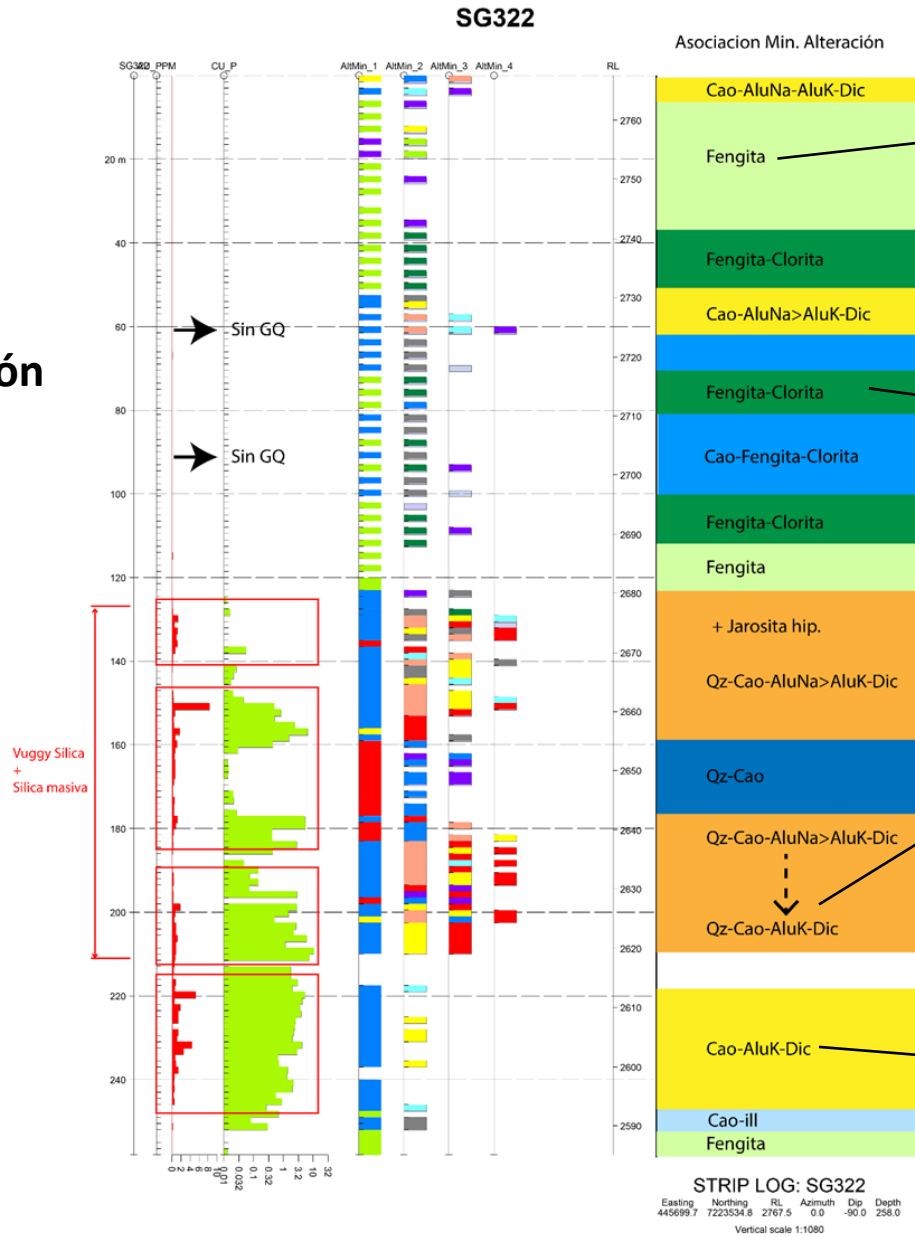


www.mineralvector.com

RAJO DUMBO

Pozo SG322

Geoquímica vs Alteración



Sección Interpretada, 445700 Dumbo

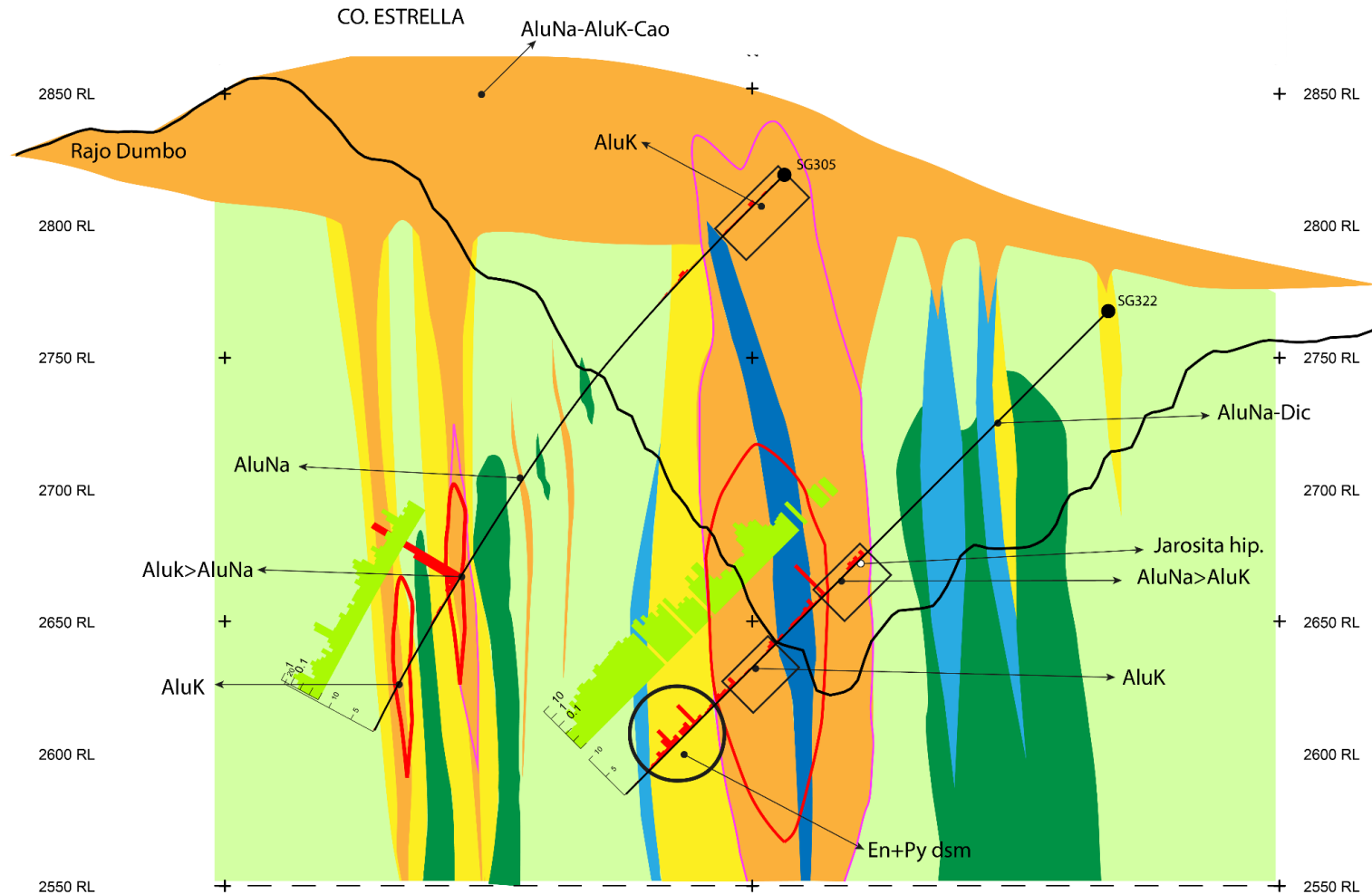


www.mineralvector.com

RAJO DUMBO

Interpretación

Sección 445700



LEYENDA SECCIONES

Alteración

- Vuggy Silica
- Silicificación masiva
- Qz-Alu±Cao±Nac±Dic
- Qz-Cao±Dic±Nac
- Cao-Alu±Dic±ill
- Cao±ill
- Fengita
- Fen-Clo

Abreviaturas Alu: alunita, Cao: caolinita, Nac: nacrita, Dic: dickita, ill: Illita, Fen:fengita, Clo: clorita, Qz: Silice

Sección Interpretada, 445900 Dumbo

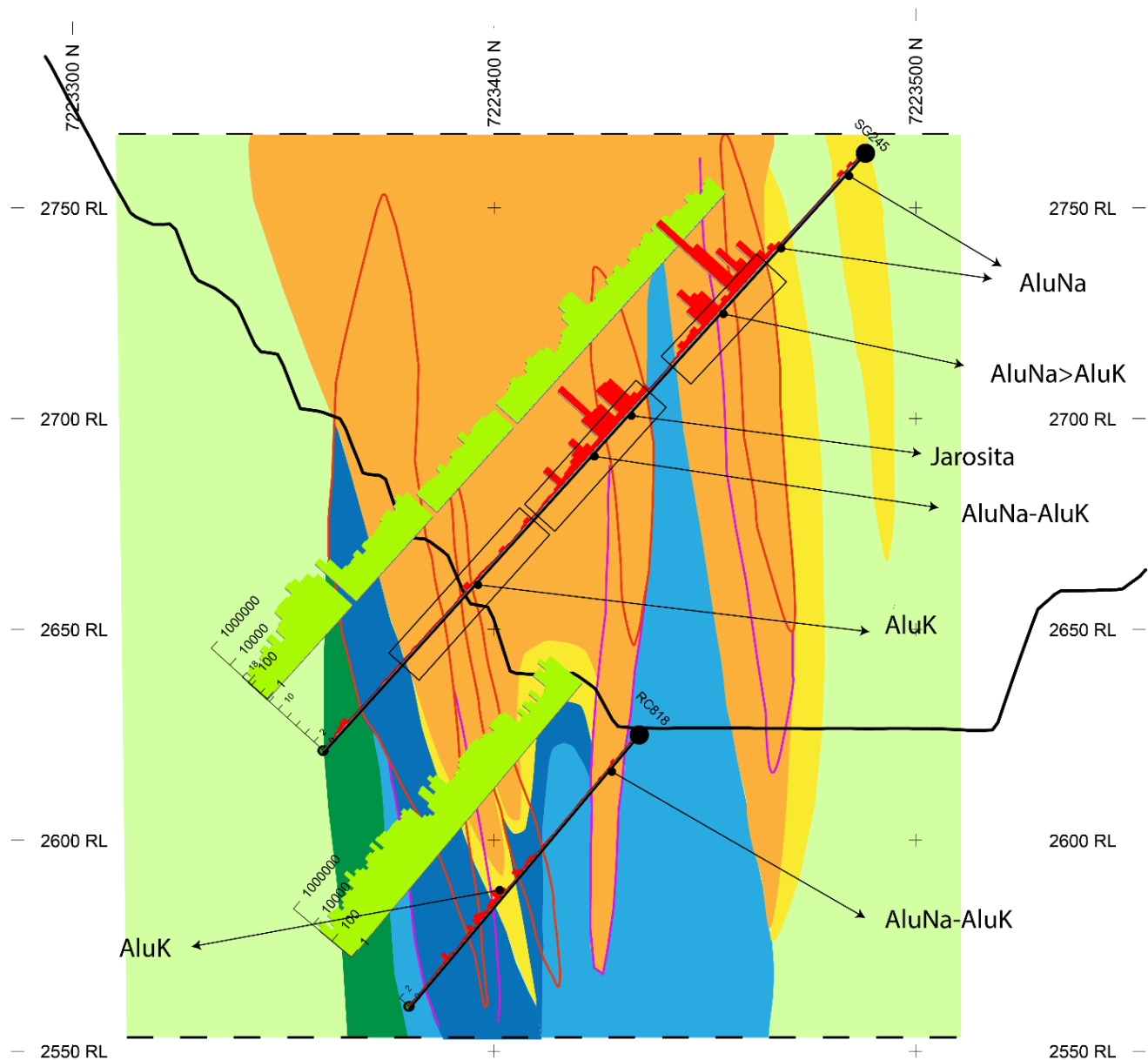


www.mineralvector.com

RAJO DUMBO

Interpretación

Sección 445900



LEYENDA SECCIONES

Alteración

Vuggy Silica

Silicificación masiva

Qz-Alu±Cao±Nac±Dic

Qz-Cao±Dic±Nac

Cao-Alu±Dic±ill

Cao±ill

Fengita

Fen-Clo

Abreviaturas Alu: alunita, Cao: caolinita, Nac: nacrita, Dic: dickita, ill: Illita, Fen:fengita, Clo: clorita, Qz: Silice

Estudio de Vectorización Mina Guanaco, Chile



www.mineralvector.com

CACHINALITO



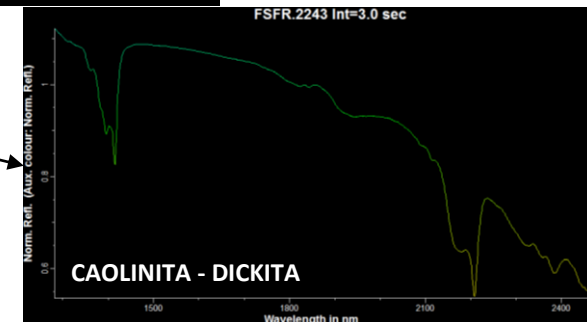
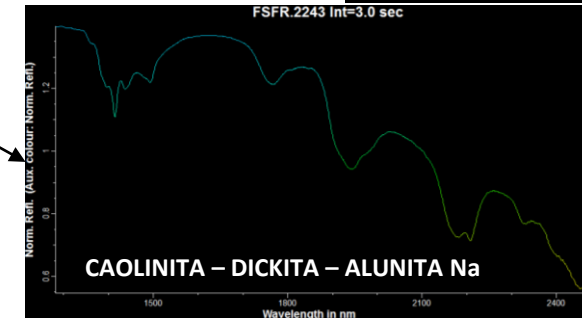
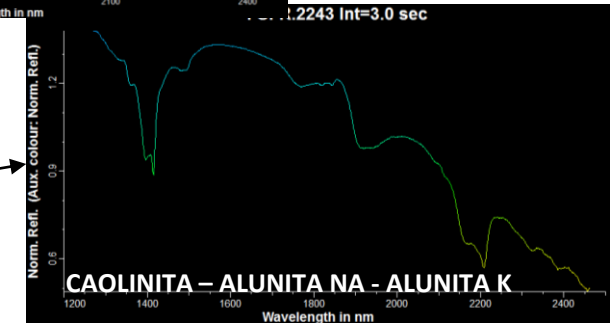
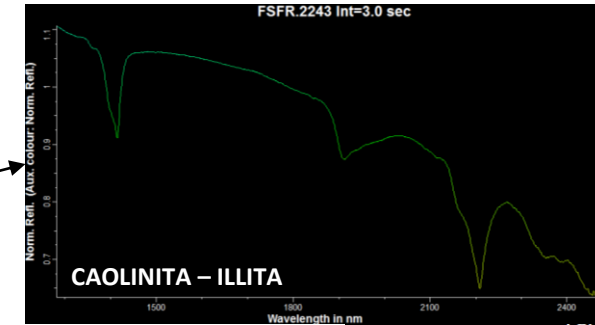
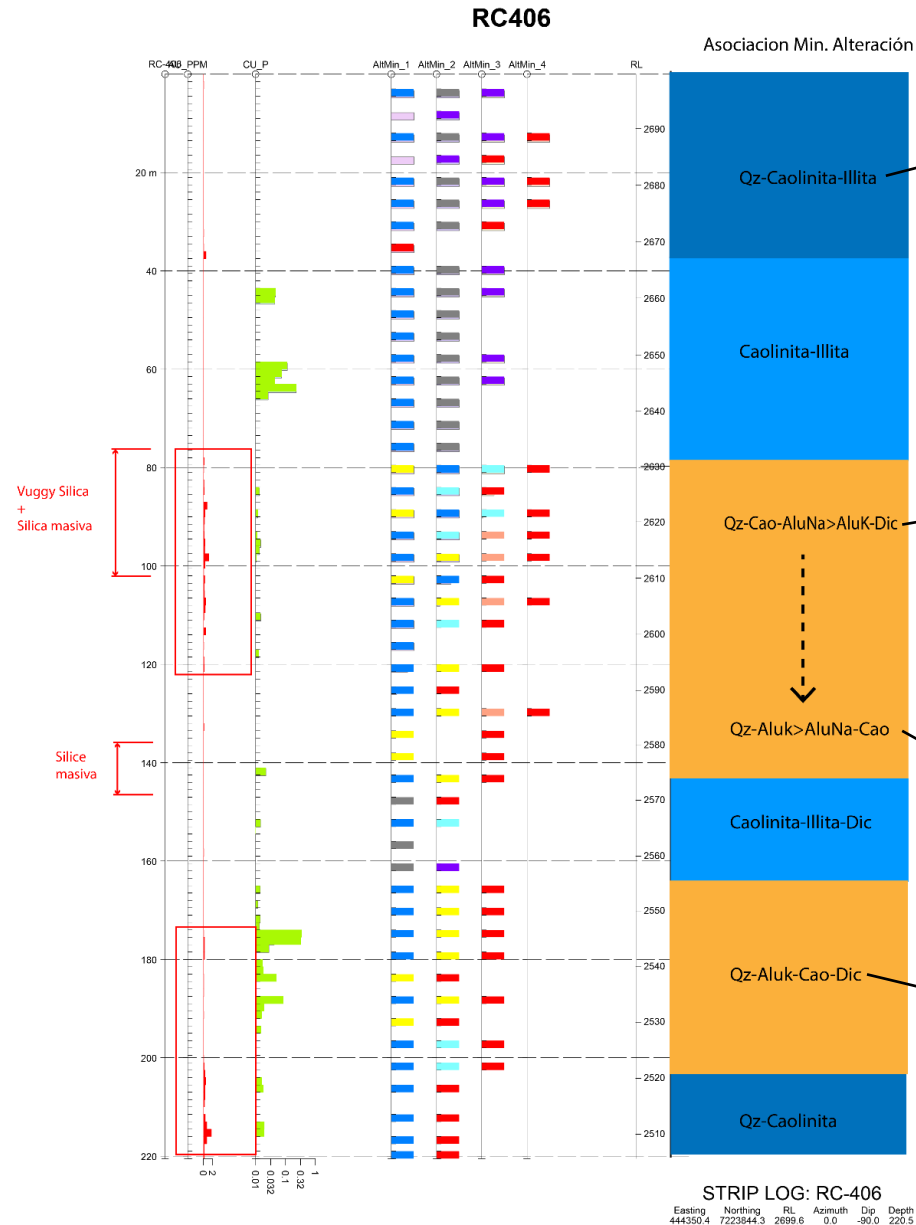
Agosto 2016

Strip Logs, Alteración vs Geoquímica

CACHINALITO

Pozo RC406

Geoquímica vs Alteración



Sección Interpretada, 444350 Cachinalito

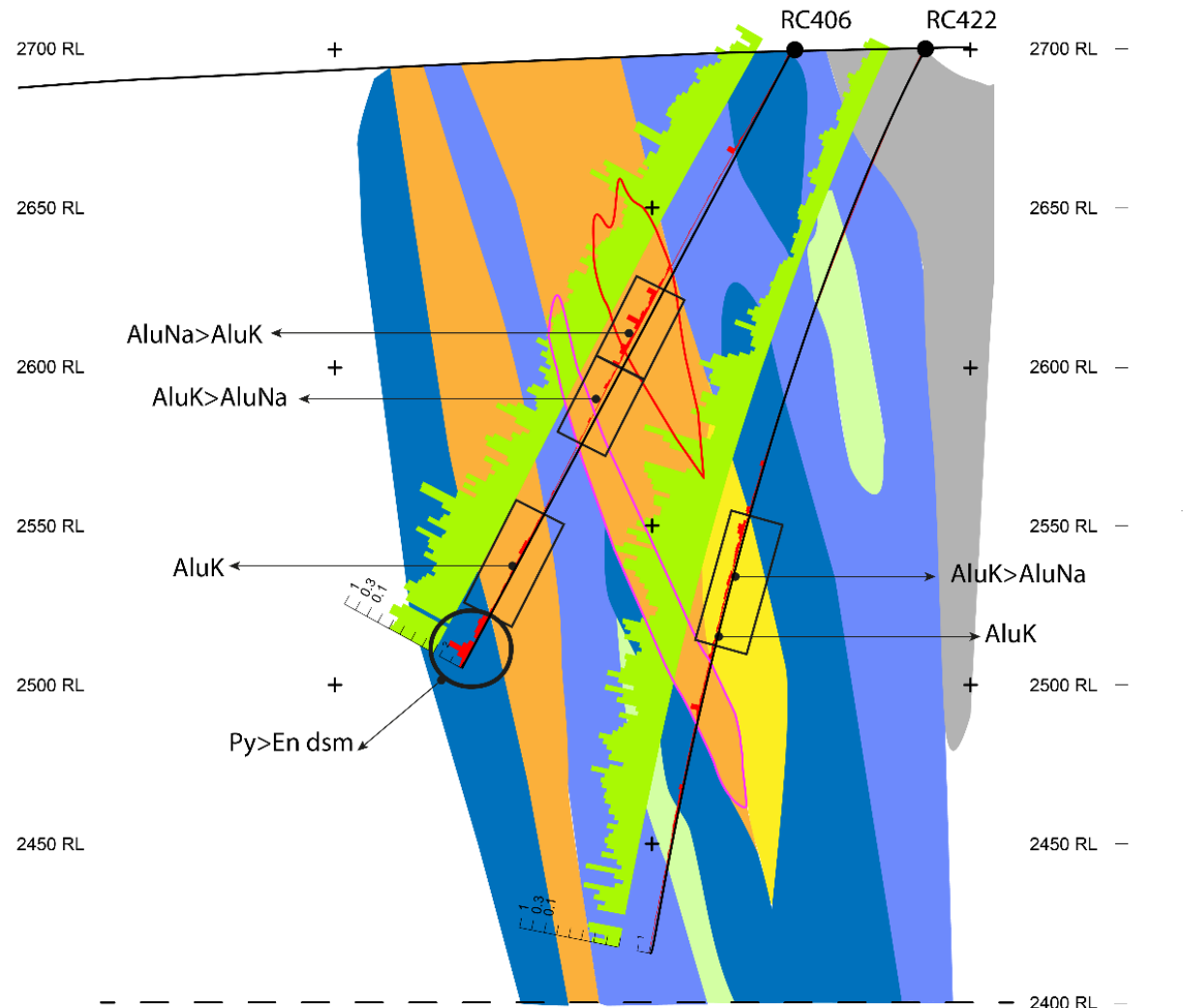


www.mineralvector.com

CACHINALITO

Interpretación

Sección 444350



LEYENDA SECCIONES	
Alteración	
	Vuggy Silica
	Silicificación masiva
	Qz-Alu±Cao±Nac±Dic
	Qz-Cao±Dic±Nac
	Cao-Alu±Dic±ill
	Cao±ill
	Fengita
	Fen-Clo

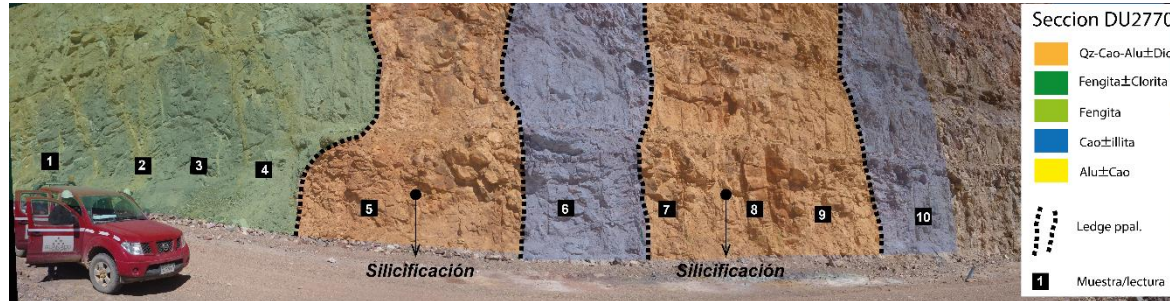
Abreviaturas Alu: alunita, Cao: caolinita, Nac: nacrita, Dic: dickita, ill: Illita, Fen:fengita, Clo: clorita, Qz: Silice

Maapeo y Muestreo de Bancos Rajo Dumbo

■ Banco DUMBO 2650

Asociación de alteración:

Cuarzo-AluK>AluNa-caolinita → caolinita-fengita



■ Banco DUMBO 2700

Asociación de alteración:

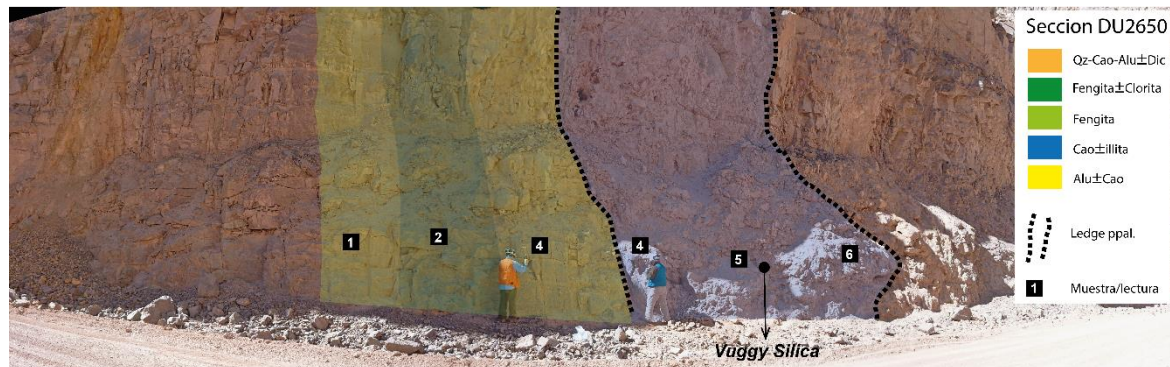
Vuggy Silica+Alu K-caolnita → AluNa-Dic±Cao → fengita-clorita



■ Banco DUMBO 2770

Asociación de alteración:

Vuggy Silica + Caolinita-illita → fengita-clorita

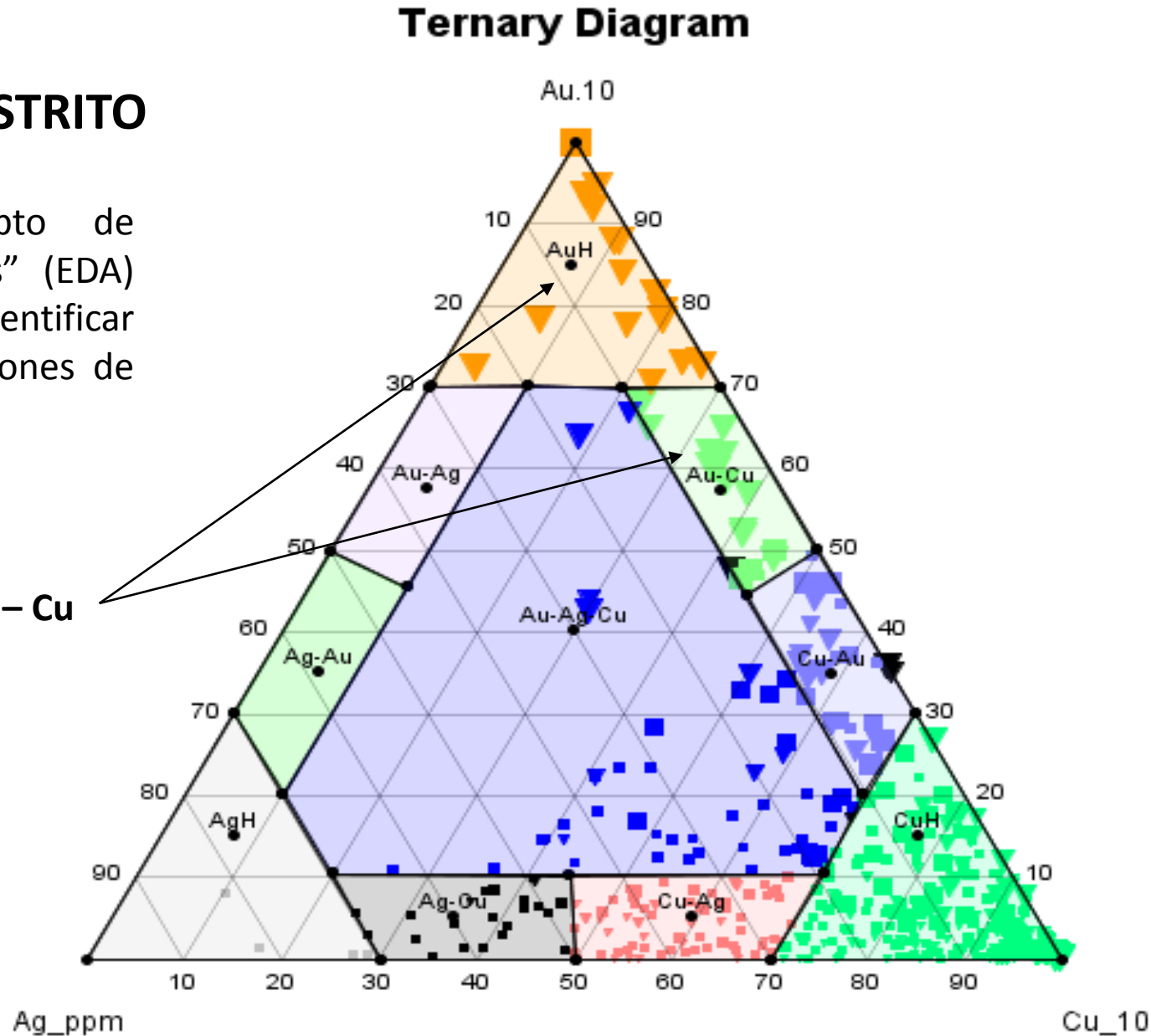


GEOQUIMICA del DISTRITO

Análisis con el concepto de “Exploratory Data Analysis” (EDA) con el objetivo de identificar posibles patrones, asociaciones de estos metales en 3D.

Diagrama Au – Cu – Ag

- Fuerte relación Au y Au – Cu con alunita Na



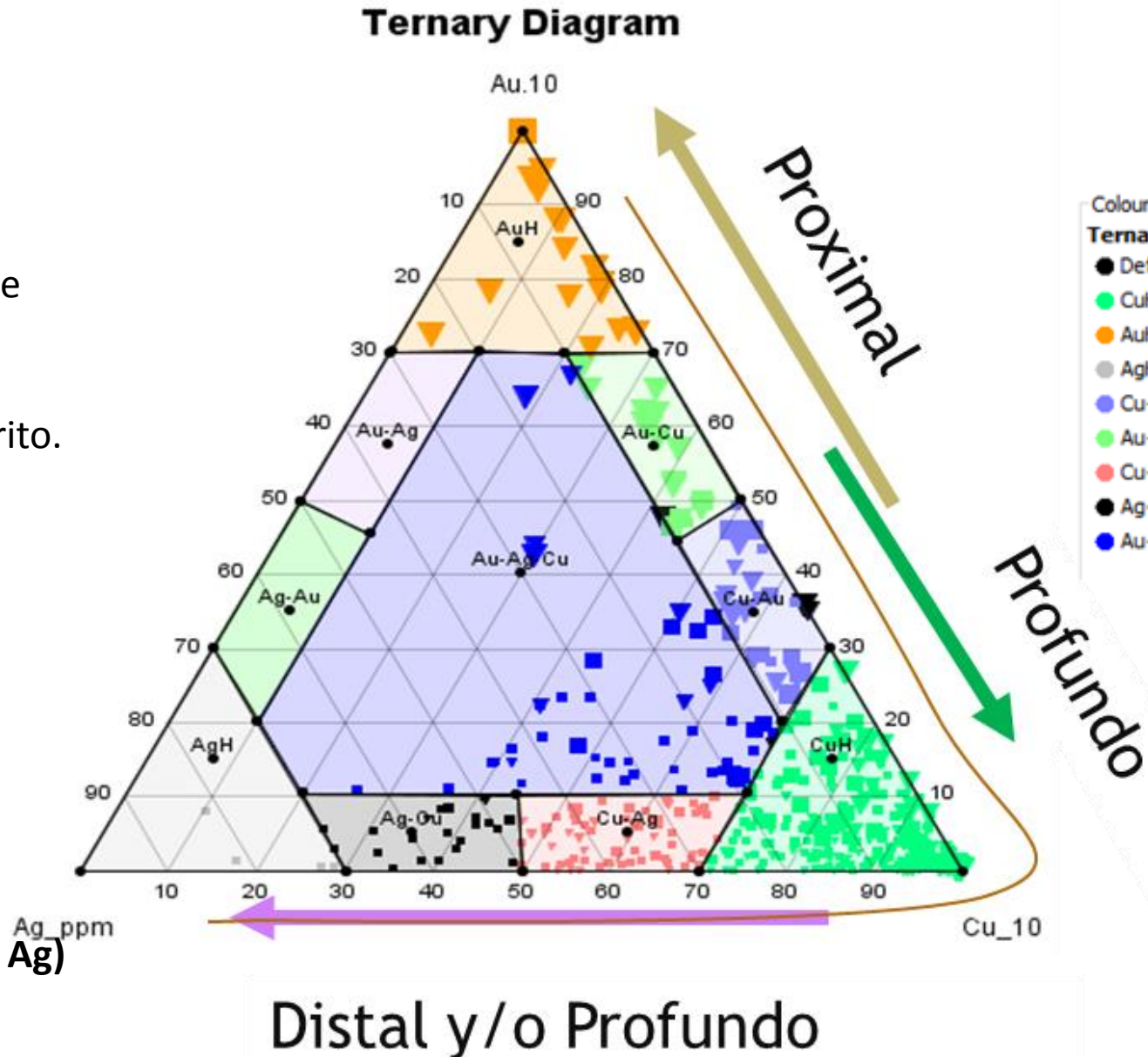
GEOQUIMICA del DISTRITO

Se puede aventurar interpretación de estas asociaciones de concentración de elementos integrándolo con las observaciones de alteración, mineralización y disposición en el distrito.

Diagrama Au – Cu – Ag

Muestra:

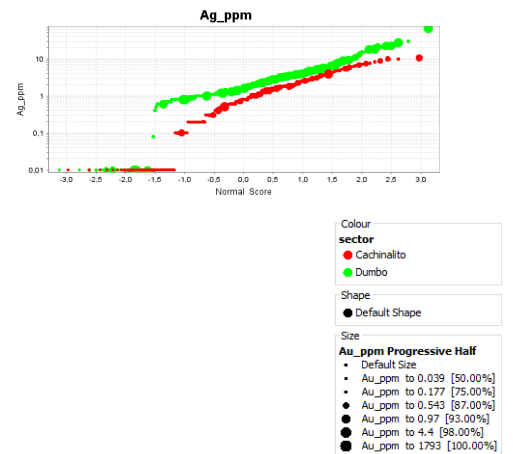
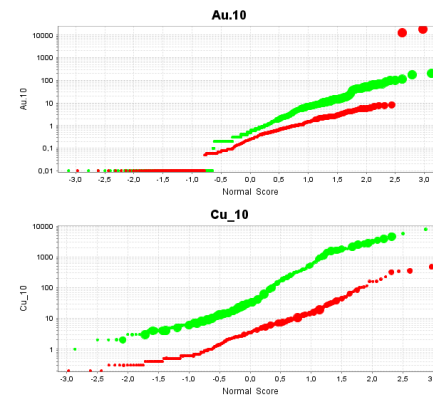
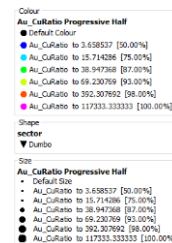
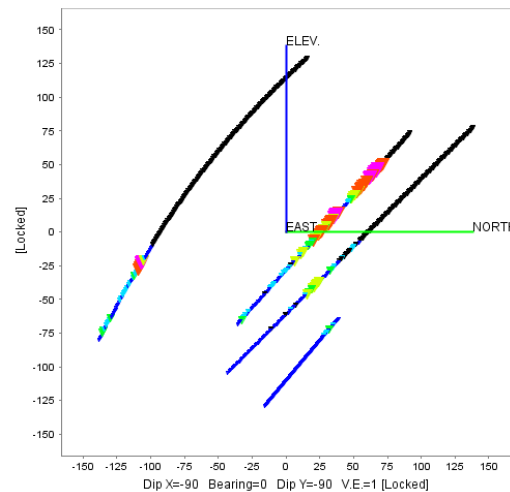
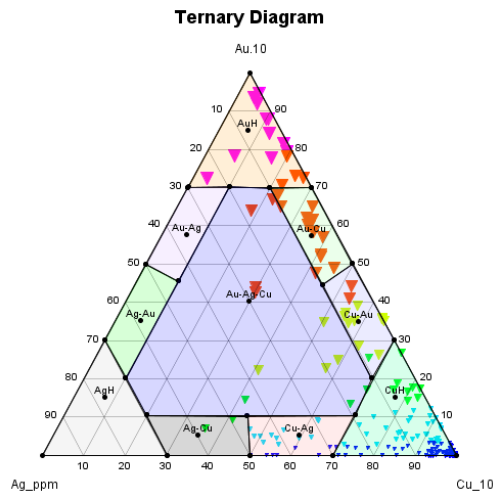
- Cobre y Plata presentes en profundidad.
- Oro libre presente en estructuras silicificadas. (Cuarzo – Au)
- Oro asociado a sulfuros (Au – Cu – Ag)



Colour	Shape
Ternary Diagram	AltMin_1
● Default Colour	● Default Shape
● CuH	■ Alunita K
● AuH	▼ Alunita Na
● AgH	▲ Aspectral
● Cu-Au	◆ Caolinita
● Au-Cu	● Caolinita PX
● Cu-Ag	● Caolinita WX
● Ag-Cu	■ Didita
● Au-Ag-Cu	■ Fenguita
	○ Illita
	□ IllitaF
	▽ IllitaP
	△ Nacrita
	◇ Silice
	◻ Yeso
	Size
	sector
	■ Cachinalito
	● Dumbo

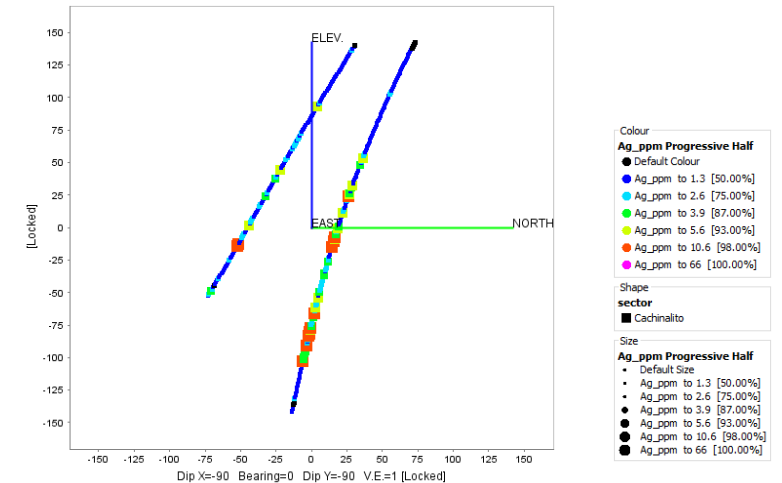
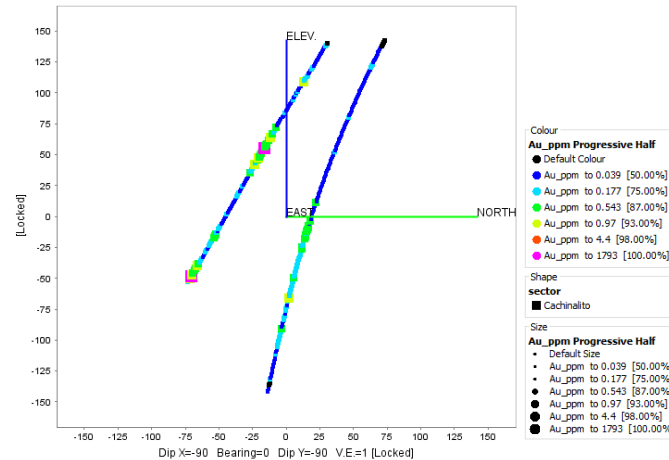
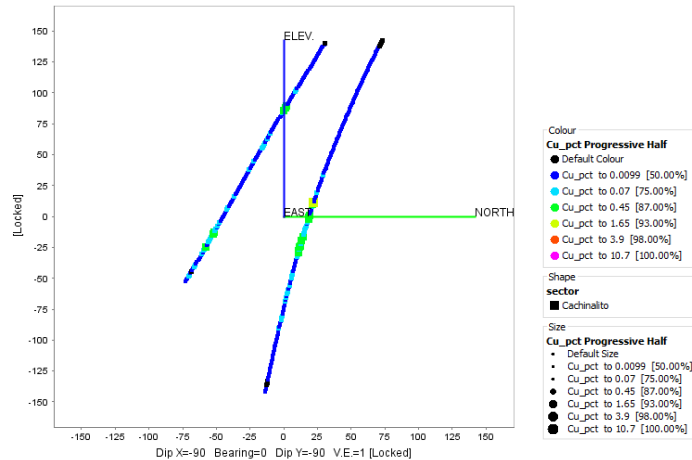
GEOQUIMICA DUMBO

- La relación Au/Cu resalta la presencia de Oro con respecto a la presencia de Cobre.
- Las leyes de Au-Cu-Ag son relativamente mas altas en Dumbo que en Cachinalito.
- En esta sección del distrito la Plata es menos abundante y no se observa la asociación Au-Ag. Esto se interpreta como zonación mineral la cual puede ser usada para vectorizar a las zonas de interés.
- En cuanto a la geometalurgia, el Cobre es consumidor de reactivo y la identificación de esta zona es importante en el minado. Además la Alunita es un controlador de pH y afectará el pH de las pilas de lixiviación. La integración con mineralogía es fundamental para optimizar procesamiento y beneficiación del mineral.



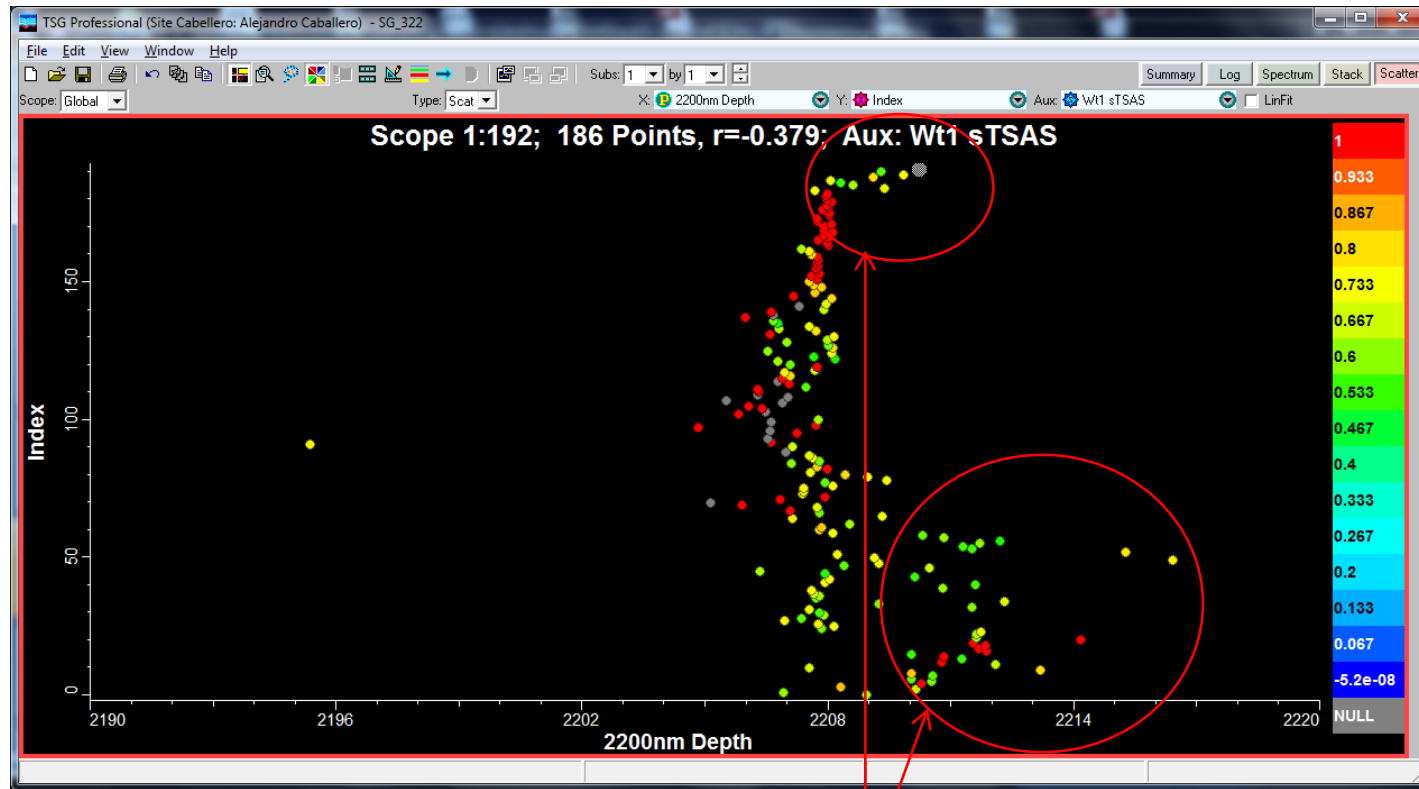
GEOQUIMICA CACHINALITO

- Los gráficos muestran zonación en las concentraciones de Au-Cu-Ag, lo que representa zonación en mineralogía. Estos parámetros pueden ser utilizados en la vectorización a zonas de interés.
- El Oro presenta leyes mas altas a cota mas alta que las leyes altas del Cobre y de Plata.



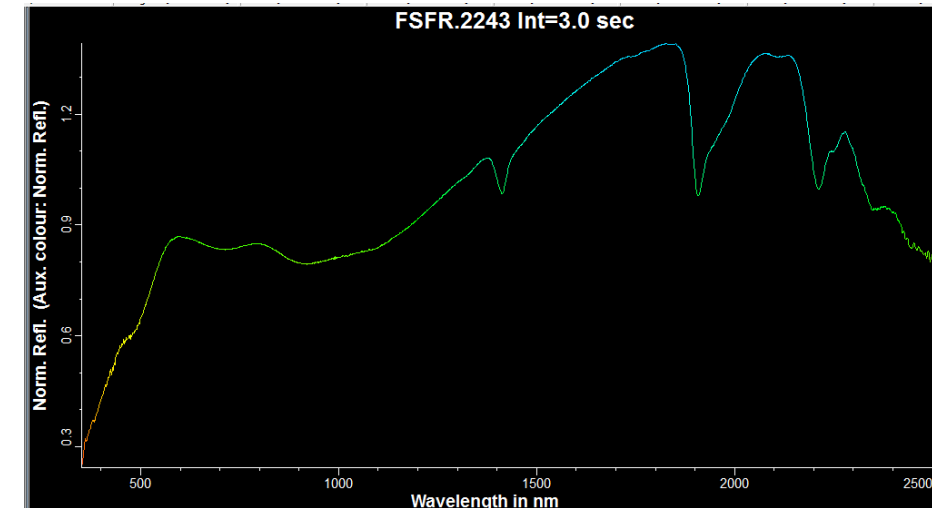
ANALISIS DE ILITAS

Se distinguen zonación de illitas (sericita) tipo fengita con diferente longitud de onda dentro de los sondajes fuera de la influencia de las estructuras mineralizadas.



Distribución de Illita tipo fengita (FeMg) según absorción característica en 2200 nm

Ejemplo de presencia de illita tipo fengita (FeMg), desde las primeras muestras y hasta los 146 metros con longitudes de onda mayores a 2208 nm). La situación se repite hacia fines del pozo, desde los 246 metros.

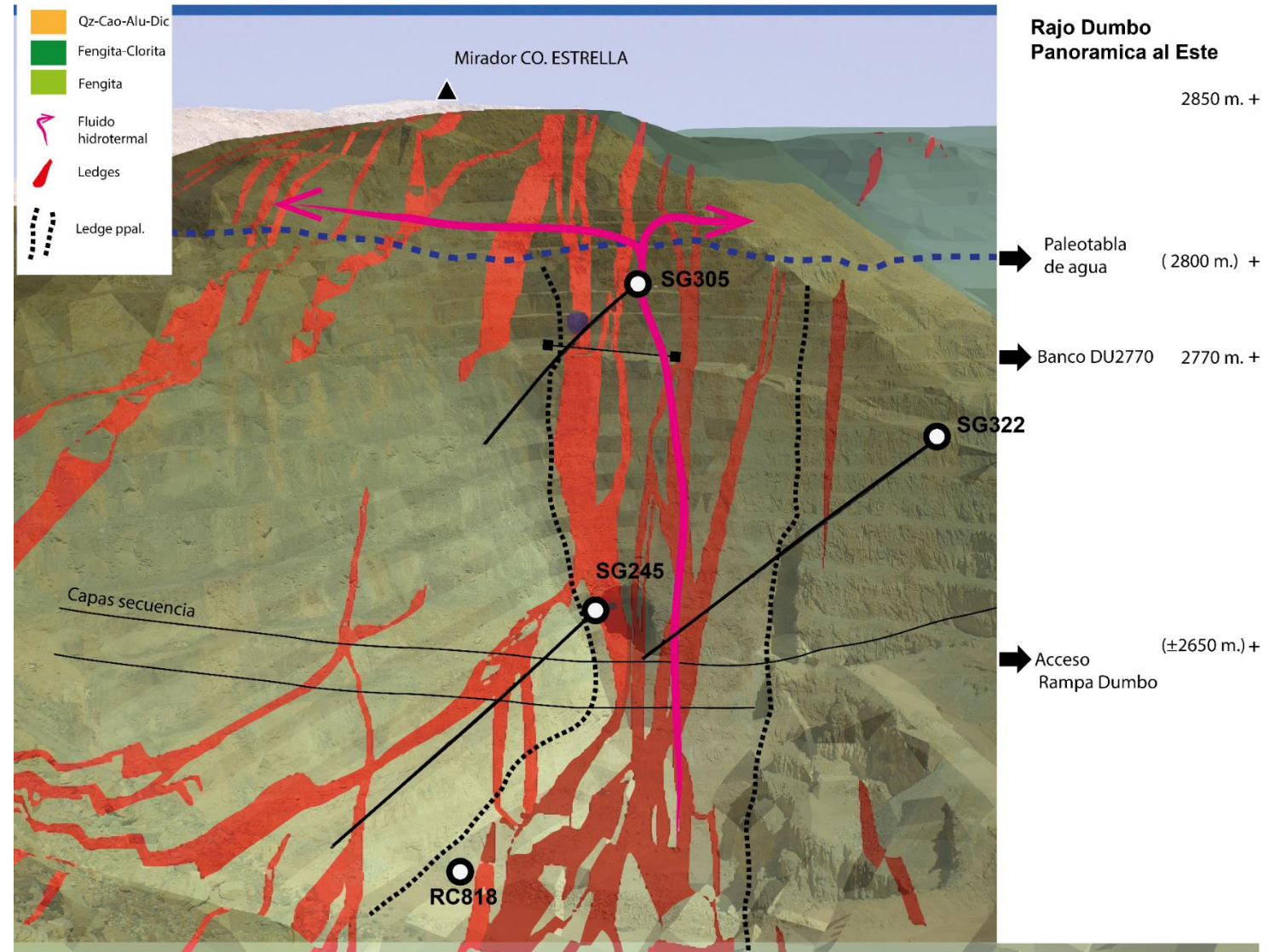


Espectro de típica illita tipo fengita (FeMg)

INTEGRACION 3D

RAJO DUMBO

- Panorámica Modelo de elevación y mapeo de estructuras Quartz-ledge.

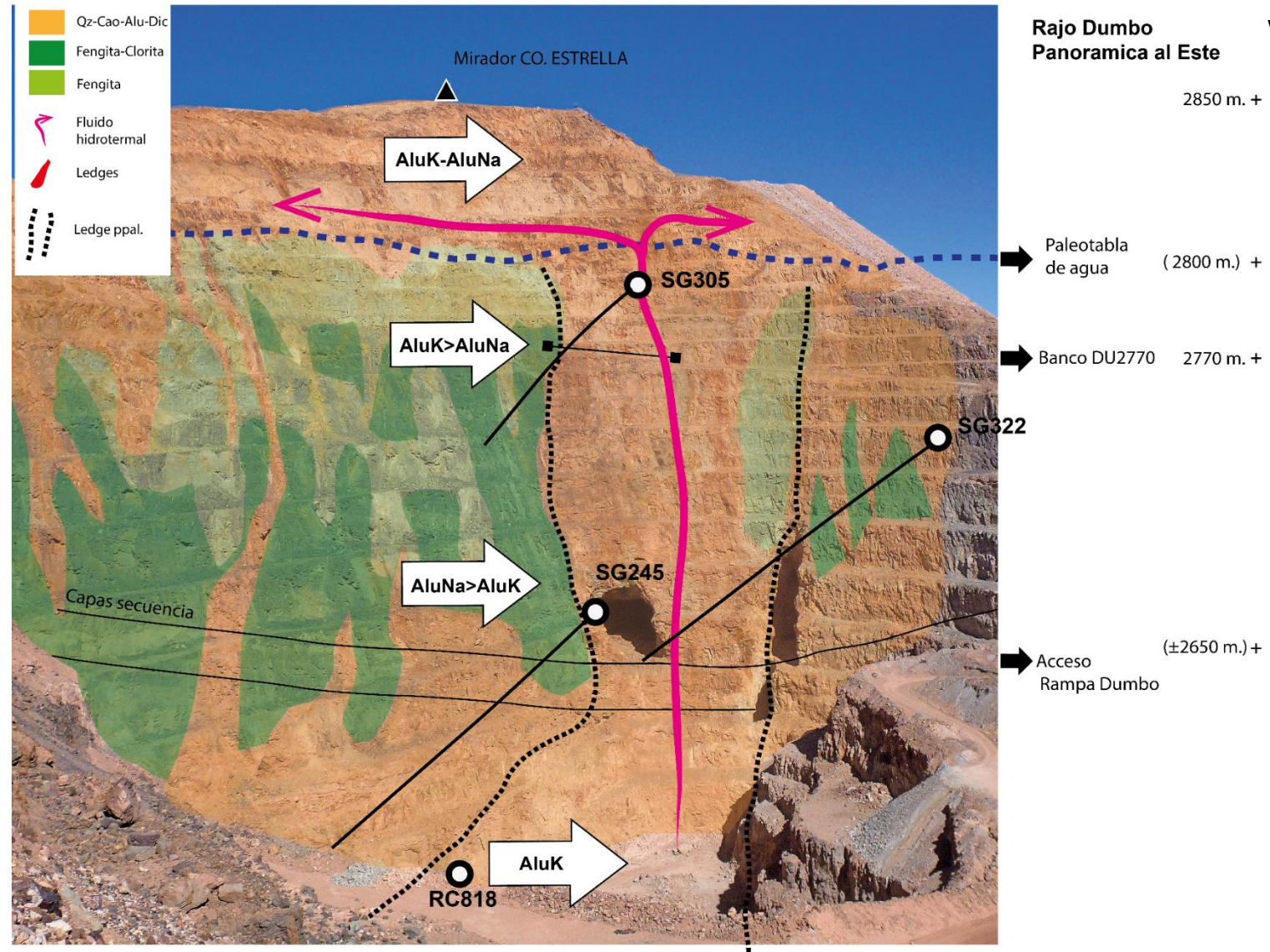


www.mineralvector.com

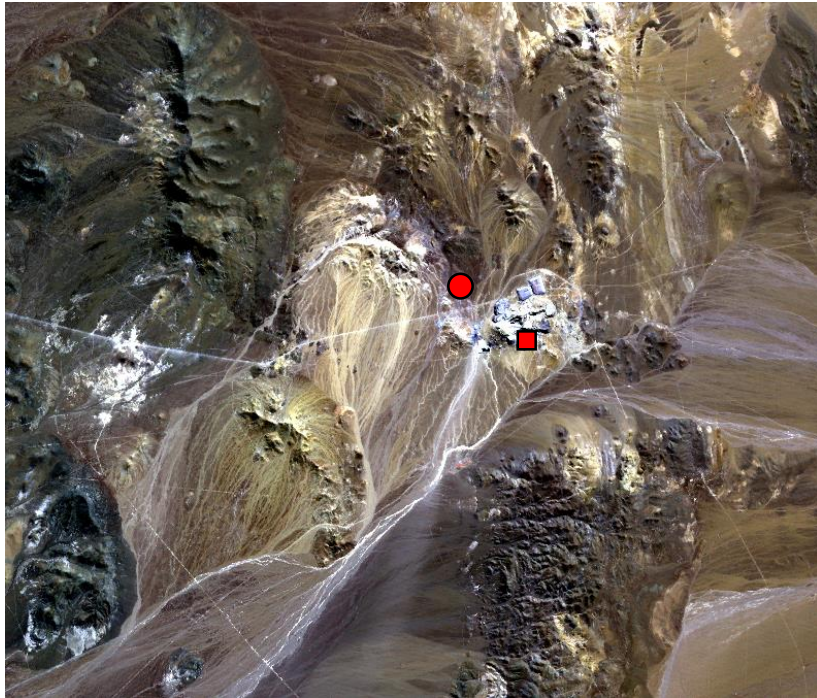
INTEGRACION 3D

RAJO DUMBO

- Panorámica alteración y zonación de alunita.



Litología



RGB-321 (bandas visible)



RGB-631 (litología - contraste)

■ RAJO DUMBO

● CACHINALITO

Imagen Aster Nivel: L1B.

Valores de radiancia con corrección radiométrica y geométrica registrada al sensor.

Fecha de toma: 14-07-2003

Bandas multiespectrales divididas en tres sensores:

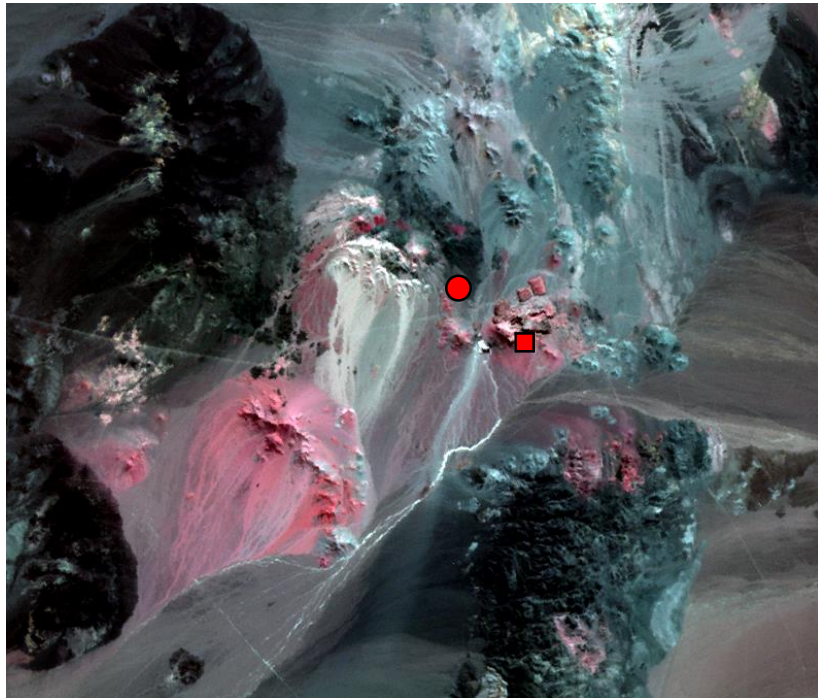
- Visible (Vis): 3 bandas

- Infrarrojo Onda Corta (SWIR): 6 bandas

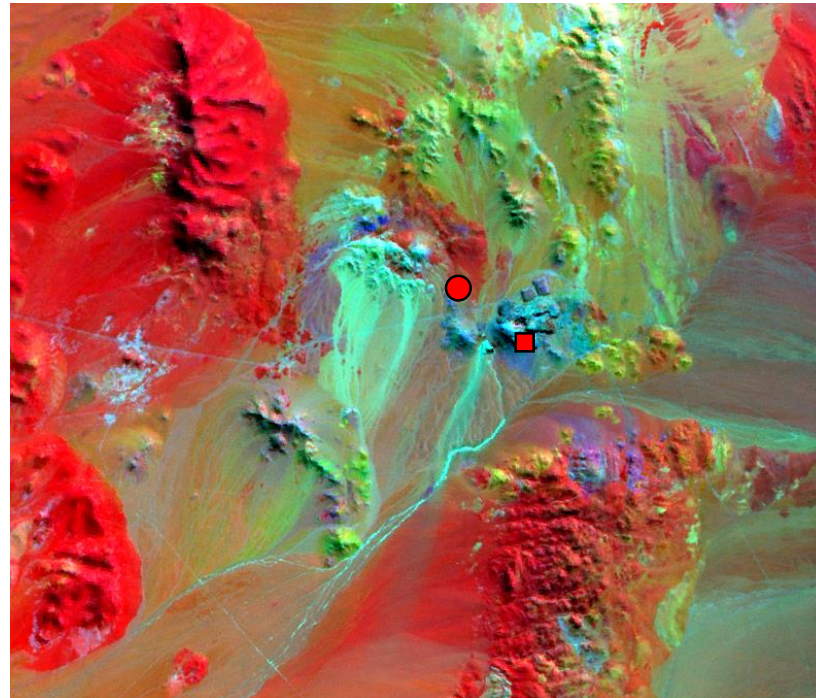
- Infrarrojo Termal (TIR): 5 bandas

Tamaño de pixel: 30 metros

Alteración - Litología



RGB-468 (IR-SWIR - alteraciones)



RGB-1063 (Vis-SWIR-TIR - litología)

■ RAJO DUMBO

● CACHINALITO

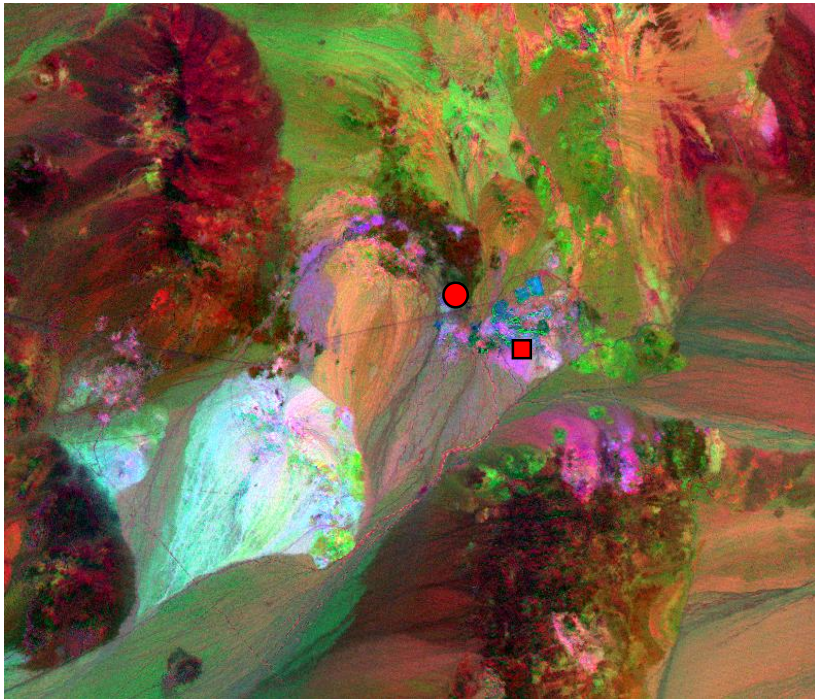
-RGB-468: muestra alteración argílica + óxidos férricos en tonos rosados.

-RGB-1063: contraste litológico.

NOTA: Desde Abril de 2008, el sensor Aster-SWIR (infrarrojo de onda corta), dejó de funcionar.

Imágenes utilizables de 14 bandas (Vis-SWIR-TIR) deberán ser previas a esa fecha.

Mapa de Anomalías



Mapa de Anomalías (radio de bandas)

■ RAJO DUMBO

● CACHINALITO

Combinación de radio de bandas mostrando contraste de los componentes:

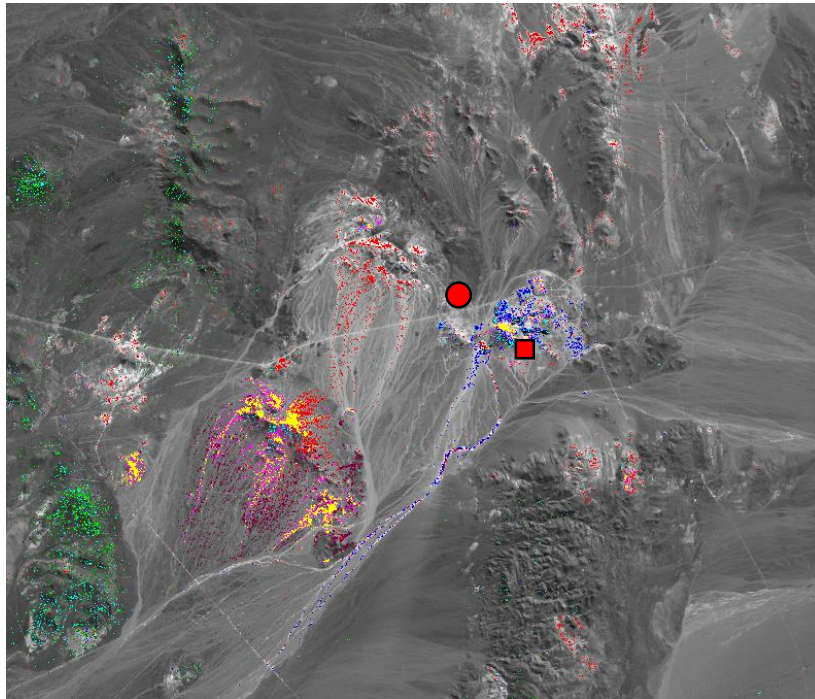
-Rojo: óxidos férricos (hematita, ghetita, limonitas).

-Verde: óxidos ferrosos (incluye magnetita).

-Azul: respuesta argílica/fílica (arcillas y filosilicatos)

Utilidad para identificar alteraciones y contrastes litológicos.
Herramienta de mapeo geológico.

Índices de Minerales



Índice de Minerales

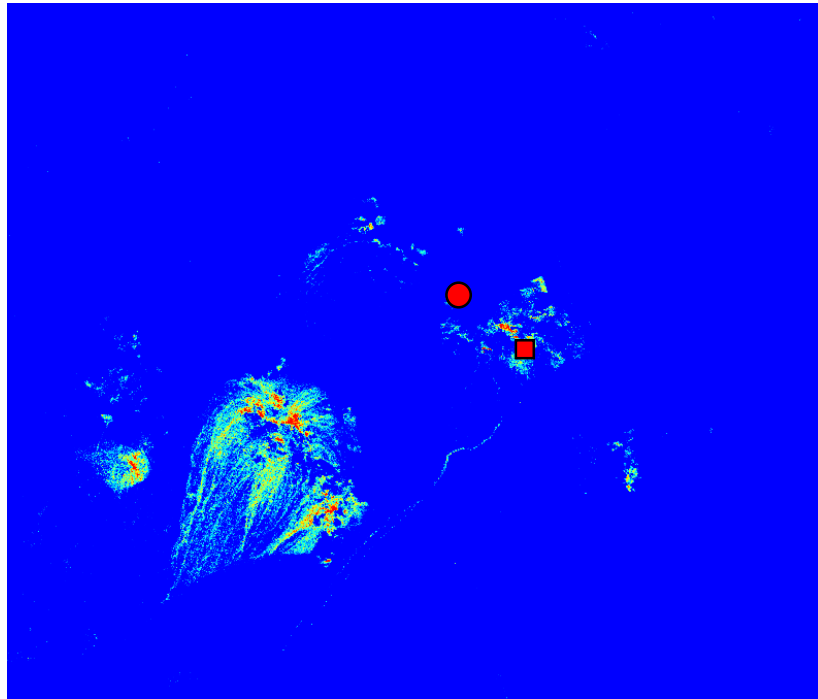
■ RAJO DUMBO

● CACHINALITO

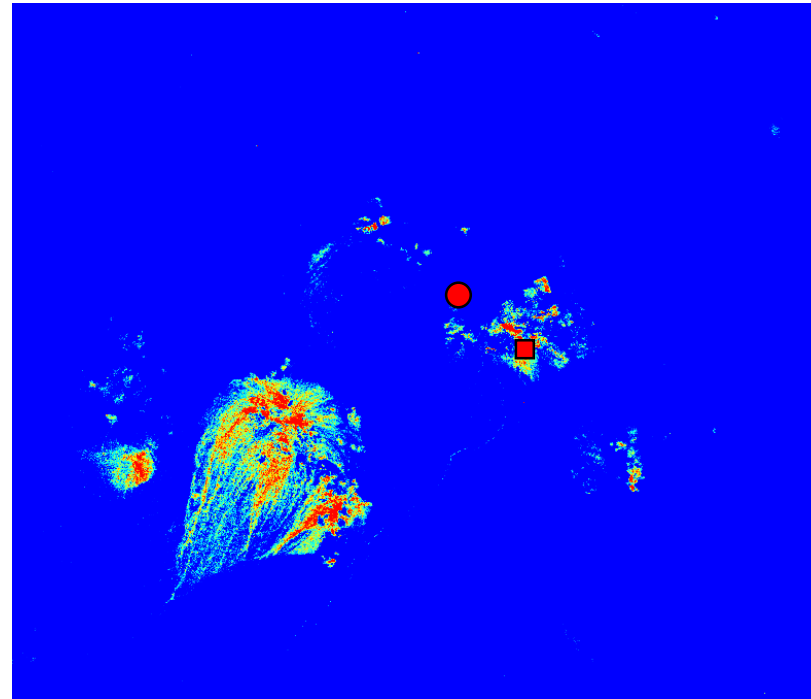
Requiere de procesamiento log residual (reflectancia relativa).
Componentes:

	Fe+3 oxide & hydroxide
	Fe+2 oxide (ferrous)
	advanced argillic (alunite/pyrophyllite)
	argillic (kaolinite/halloysite/smectite)
	phyllic (illite-sericite/muscovite/smectite)
	chlorite/dolomite (propylitic 1)
	calcite/epidote (propylitic 2)
	silica (quartz/opal/silicification)

Alteración Argílica y Argílica Avanzada



Alteración Argílica Avanzada



Alteración Argílica

■ RAJO DUMBO

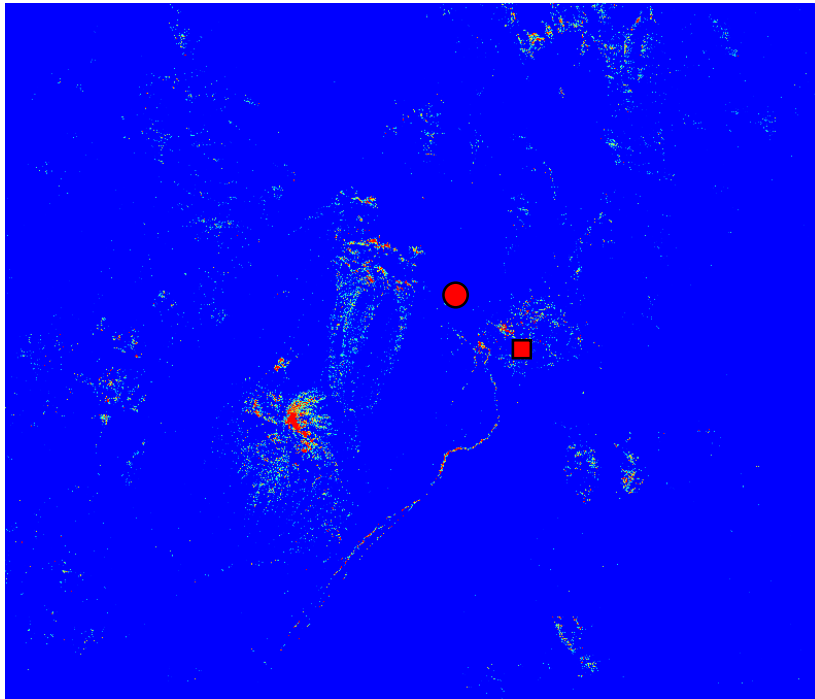
● CACHINALITO

Imágenes de distintos tipos de alteración, mostrando intensidad y abundancia relativa.

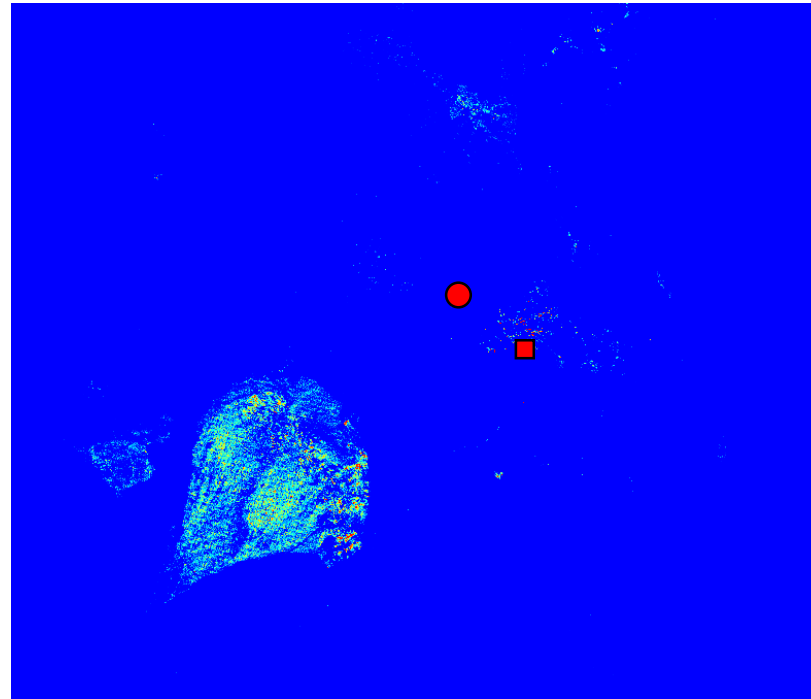
Argílica avanzada: alunite, diquita, pirofilita

Argílica: caolinita, halloisita, esmectita

Óxidos e hidróxidos de Fe



Oxido e hidróxido férrico



Oxido ferroso/férrico (magnetita)

■ RAJO DUMBO

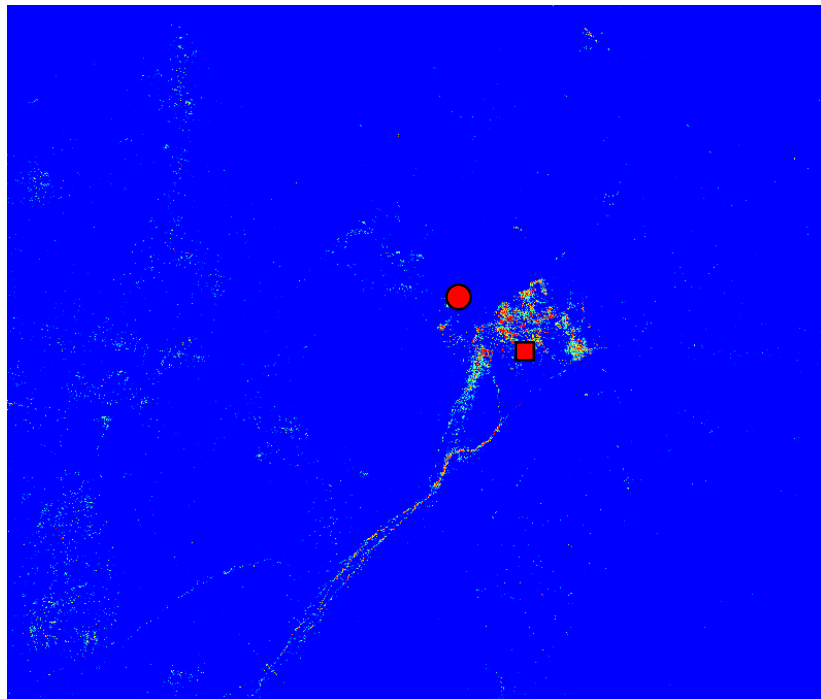
● CACHINALITO

Imágenes de distintos tipos de alteración, mostrando intensidad y abundancia relativa.

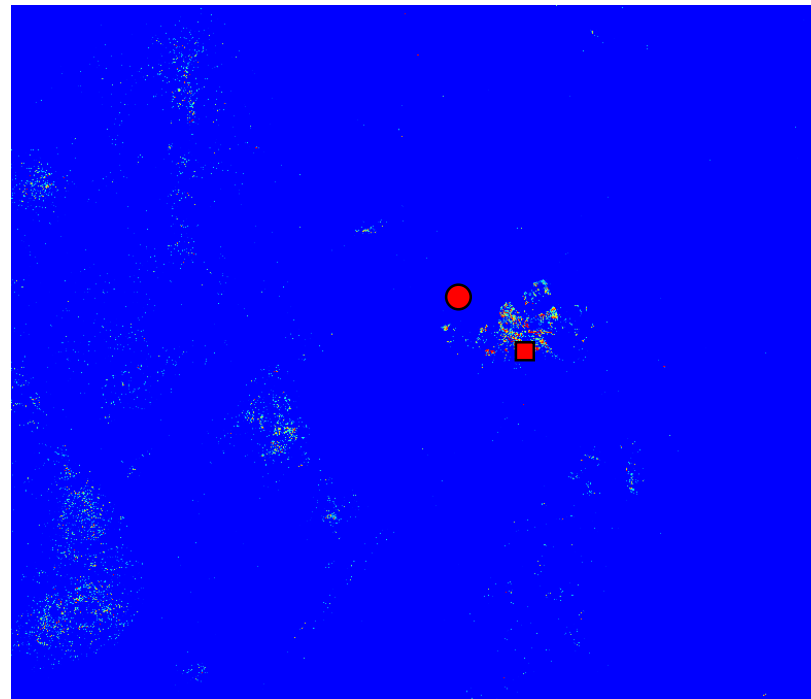
Oxido e hidróxido férrico:
hematita, ghetita, jarosita,
limonitas.

Oxido ferroso/férrico: magnetita,
otros.

Sílice y alteración Fílica



Sílice: silicificación, cuarzo



Fílica: grupo de las ilitas ("sericita")

■ RAJO DUMBO

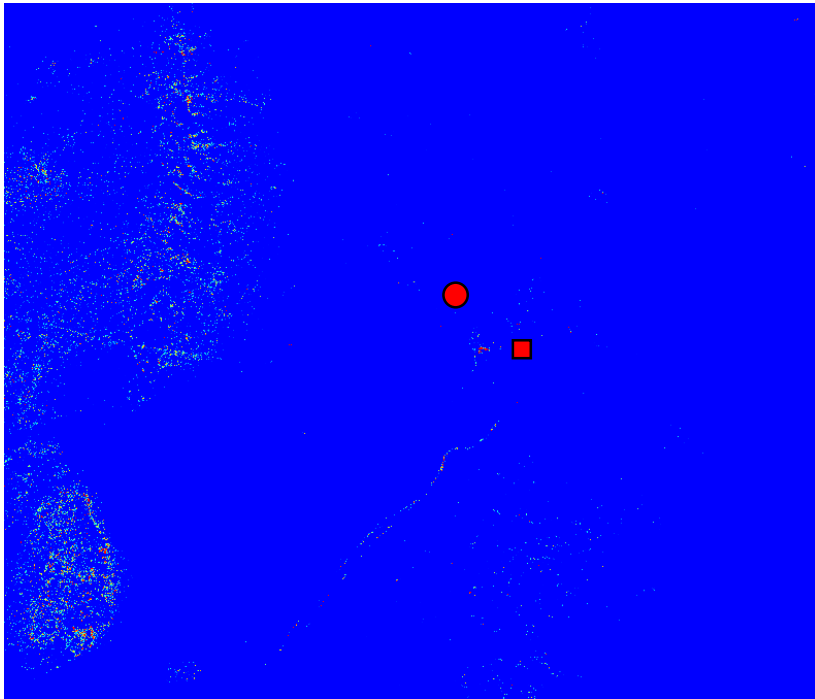
● CACHINALITO

Imágenes de distintos tipos de alteración, mostrando intensidad y abundancia relativa.

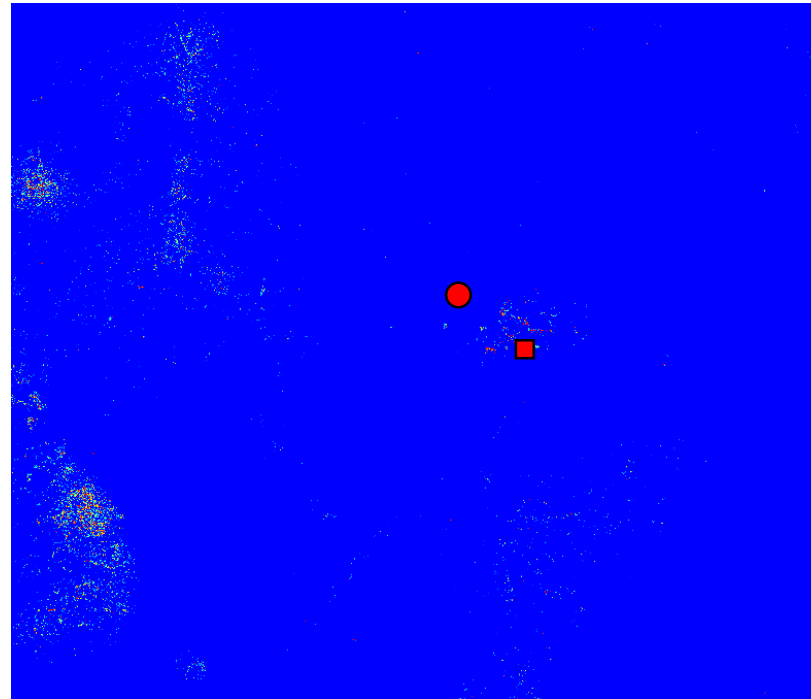
Sílice, silicificación, cuarzo, ópalo, calcedonia.

Fílica: ilita normal o muscovítica (K), ilita fengítica/fengita (FeMg), ilita paragonítica/paragonita (Na)

Propilítica (Cloritas y Epidoto)



Propilítico 1: cloritas



Propilítico 2: calcita, epidota

Imágenes de distintos tipos de alteración, mostrando intensidad y abundancia relativa.

Propilítico 1: cloritas (Fe y FeMg), dolomita

Propilítico 2: calcita, epidota.

■ RAJO DUMBO

● CACHINALITO

CUADRO RESUMEN CONCLUSIONES

PARÁMETROS	DUMBO	CACHINALITO
ALTERACION		
Ledges	Vuggy silica - silice masiva	Silice masiva>>>vuggy silica
Alteración Roca de Caja	Fengita y fengita-clorita	Caolinita-illita
Alunitas	AluNa>AluK	AluNa>AluK
	AluK a mas profundidad (~2580m)	AluK a mas profundidad (~2525m)
	Altas leyes en correlación con asociacion AluNa-Aluk	Altas leyes en correlación con asociacion AluNa-Aluk
Otros minerales	Jarosita hipógena en sectores de alta ley	Jarosita no reconocida
MINERALIZACIÓN		
Estructuras	Estrecha relación con ledge de vuggy Silica y silice masiva	Estrecha relación con ledge de vuggy Silica y silice masiva
Diseminada	Mineralización diseminada Au-Cu en piso de ledge (Pirita-Enargita)	Mineralización diseminada Au-Cu en piso de ledge (Pirita-Enargita)
GEOQUIMICA		
Ley Au	Hasta 20 g/t. Altas leyes de Oro (libre) asociado a estructura silicificada. Otra población de oro relacionada a sulfuros diseminados con leyes mas bajas.	Hasta 2 g/t. Leyes de oro relativamente más bajas que en Dumbo.
Ley Cu	Cobre aumente en profundidad, leyes más altas que en Cachinalito	Cobre presente en la mayoría de las muestras
Ley Ag	Plata aparece en profundidad	Plata presente en todas las muestras

RECOMENDACIONES DE EXPLORACIÓN

General

- Se recomienda analizar con geoquímica multielementos (disolución con cuatro ácidos y determinación ICP-MS), de esta manera poder mejorar la vectorización geoquímica y poder realizar análisis de litogeoquímica, y determinar si se refleja zonación de alteración, tipos litológicos, y elementos de Geometalurgia que puedan ser considerados en el procesamiento de mena.

Sector Mina

- Densificar las mediciones de minerales de alteración con ASD TerraSpec en secciones conocidas con mineralización de alta ley, para poder:
 - Utilizar la relación alunita sódica vs potásica para vectorizar en exploración brownfield.
 - Mejorar conocimiento de la paragénesis en otras estructuras de la mina.
 - Hallar nuevos patrones de vectorización de alteración/mineralización favorables.
 - Definir mejor la intensidad y extensión de halos de alteración.

Distrito

- Aplicar los patrones de vectorización encontrados para exploración en sectores con cobertura, regolito o más someros en el sistema hidrotermal.
- Calibrar imágenes de alteración para la exploración de nuevos blancos.
- Definir con mayor precisión halos de alteración fílico (cuarzo-sericita-pirita), y halo propilitico para vectorización aplicada a un blanco más profundo tipo pórfido.