

22 de agosto
2023

Aerogeofísica Para la Exploración de Minerales Requeridos Para la Transición Energética

Marco Nieto
SEG - LARAC



ELEMENTS

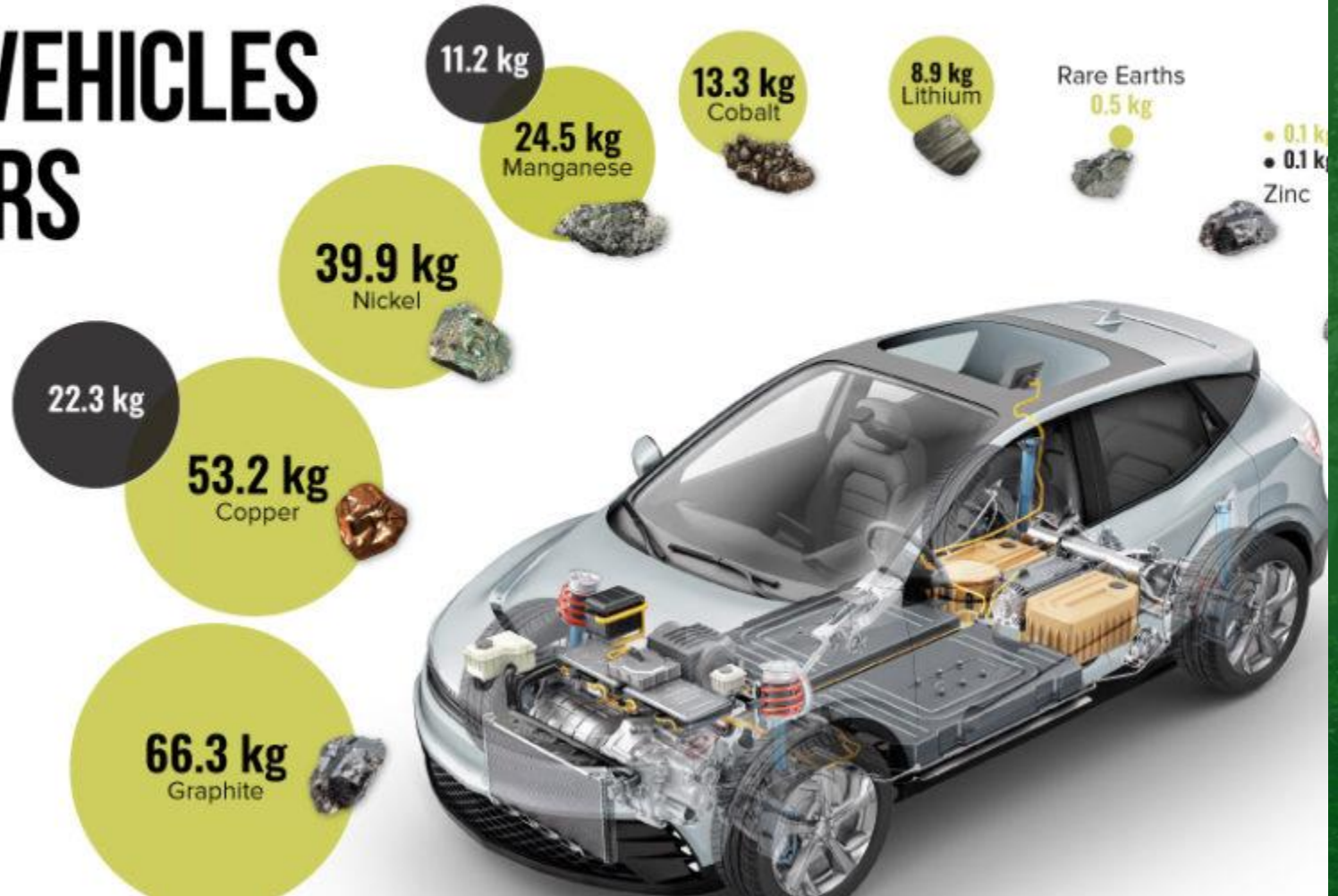
Minerals in

ELECTRIC VEHICLES VS GAS CARS

Mineral content kg/vehicle
Steel and aluminum not included.

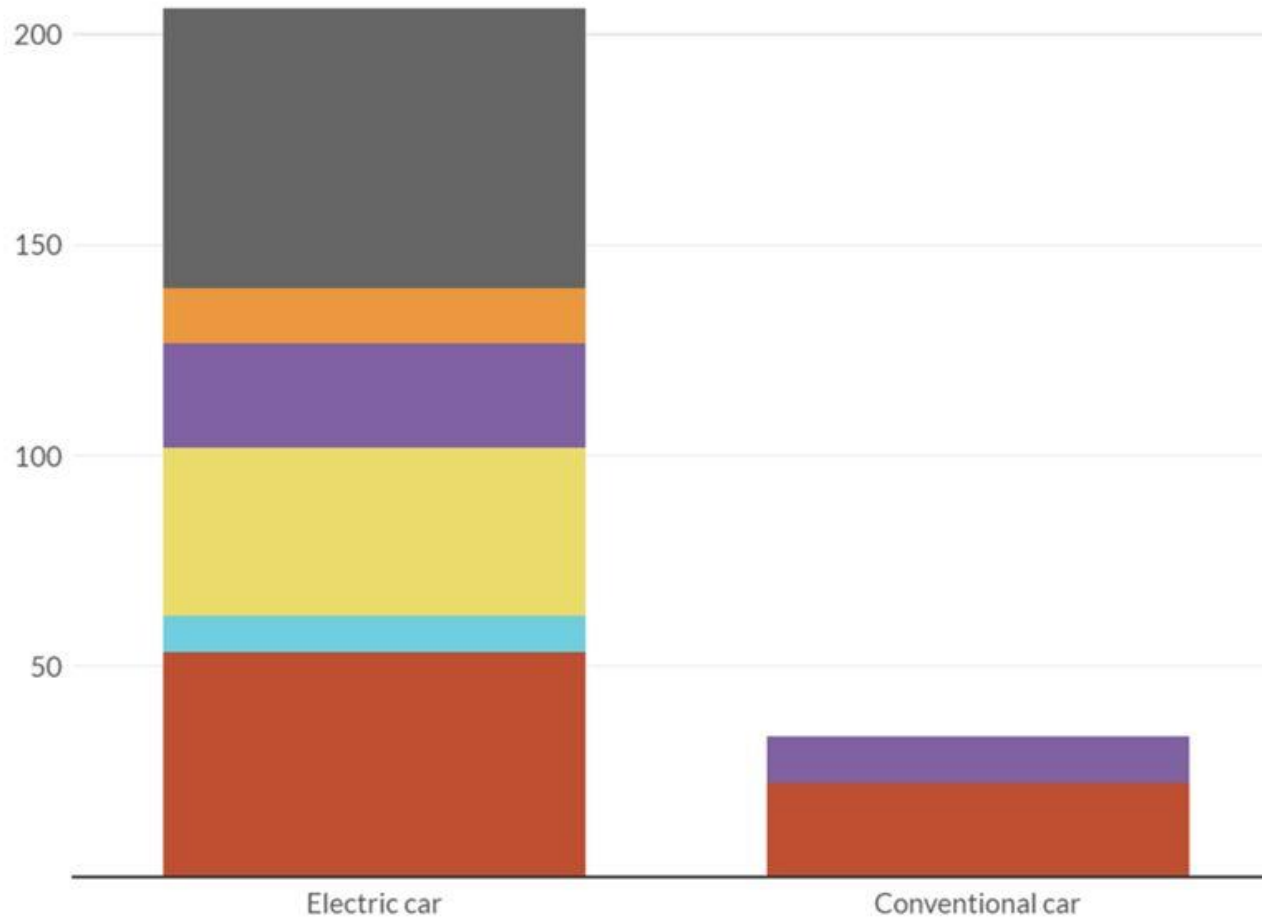
 Electric Vehicle  Gas Car

The engine in gas cars is heavier compared to EVs. A Civic's engine weighs around 184 kg while a Chevy Bolt's motor only weighs 76 kg.



Minerals used in electric cars compared to conventional cars (kg/vehicle)

Copper Lithium Nickel Manganese Cobalt Graphite Rare earths

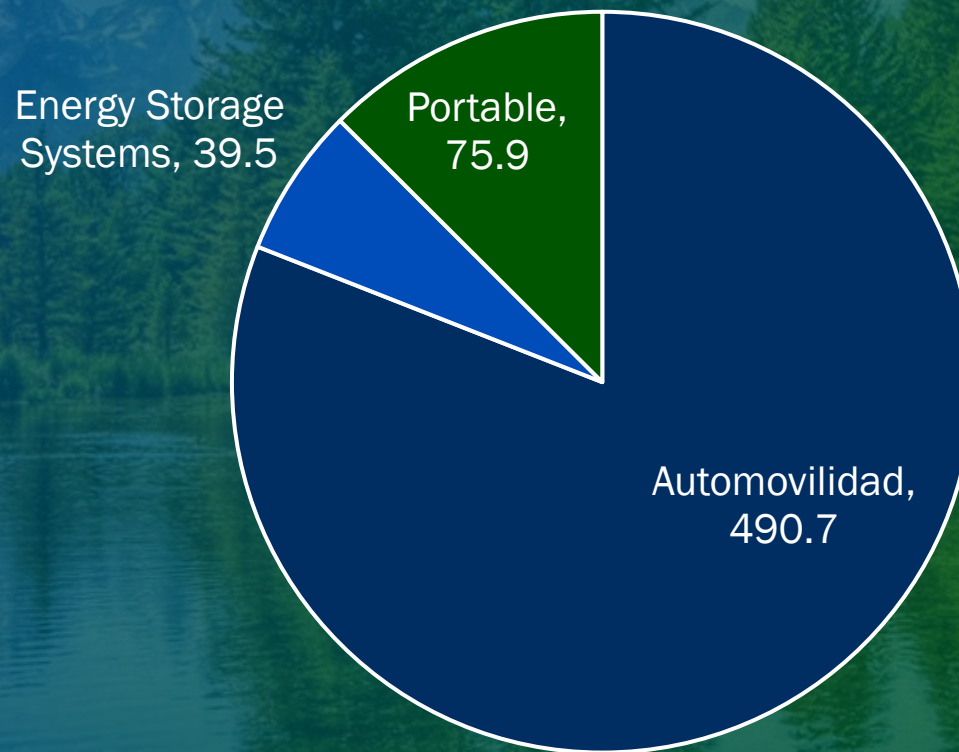


Low-carbon technologies and green infrastructure rely on different materials than the currently dominant hardware.

Source: IEA

2022 – Consumo del mercado de Li-ion por sector

- Automovilidad
- Energy Storage Systems
- Portable



Temas

- Aerogeofísica – Conceptos Principales
- Minerales Críticos y tipos de depósitos
 - Litio
 - Cobre
 - REE
- Conclusiones

Aerogeofísica Minerales Transición
Energética

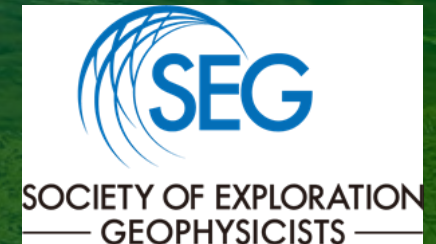
I. ELECCIÓN MÉTODOS GEOFÍSICOS

Aerogeofísica Minerales Transición
Energética



CONCEPTOS BÁSICOS

6



ELECCIÓN

- ¿Cuál es el método más adecuado?
- ¿Cuál es la propiedad que permite diferenciar?



PROPIEDADES DE LOS MINERALES

	Iónico	Covalente	Metálico	Van der Waals
Intensidad	Fuerte	Muy fuerte	Moderado	Débil
Dureza	Moderada-Alta	Alta	Baja-Moderada	Baja
Conductividad	Mala	Aislantes	Buena	Aislantes
Punto de fusión	Moderado-Alto	Aislantes	Variable	Bajo
Estructura	No direccional	Direccional	No direccional	No direccional
Ejemplos	Halita Calcita Fluorita ...	Diamante Blenda Grafito	Cobre Plata Oro ...	lodo

PROPIEDADES DE LOS MINERALES

Mineral	Fórmula Química	Resistividad Eléctrica Esp. (Ohm-m)	Susceptibilidad Magnética (cgs)	Densidad (gr/cm)	Radioactividad
Oro (nativo)	Au	0.013 - 0.055	100	19.3	Baja
Cobre (nativo)	Cu	0.0173 - 0.031	300	8.7	Baja
Magnetita	Fe ₃ O ₄	1 a 10 ⁵	300.000 - 800.000	5.1	Baja
Pirita	Fe ₂ S	100	20	4.95 - 5	Baja
Calcopirita	CuFe ₂ S	1x10 ⁻⁵	30	4.1 - 4.3	Baja
Pitchblenda	UO ₂	ND	30	6.5 - 8.5	Alta
Cuarzo	SiO ₂	10 ⁶ - 10 ⁸	0	2.65	Baja
Ortoclasa	KAlSi ₃ O ₈	10 ¹⁰ - 2 x 10 ¹⁴	0	2.55	Baja - Media
Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	1 - 10	0	2.56	Baja - Media

Métodos Geofísicos



¿Conocemos el depósito a estudiar?

¿Cuáles son las propiedades físicas más contrastantes?

¿Reconocemos las características de las litologías?

DEPÓSITOS MINERALES METÁLICOS

AMBIENTE GEOLÓGICO

TEMPERATURA DE MAYOR A
MENOR

EH – PH

CONTROLES GEOQUÍMICOS Y
ESTRUCTURALES

¿QUÉ PROCESOS PUEDEN AFECTAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS?



CAMBIO QUÍMICO



INTERACCIÓN ENTRE LOS MINERALES



LOCALIZACIÓN DE LOS MINERALES EN EL DEPÓSITO



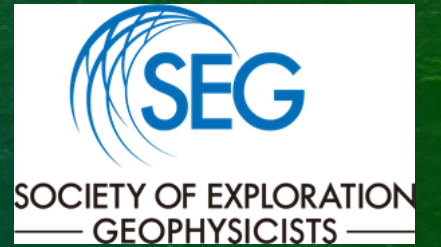
FALLAMIENTO – GENERACIÓN DE MINERALES SECUNDARIOS Y EFECTO DE OXIDACIÓN



INGRESO DE AGUA METEÓRICA



Aerogeofísica Minerales
Transición Energética



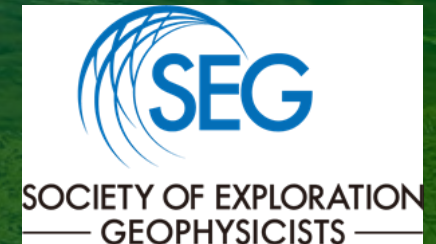
2. MÉTODOS GEOFÍSICOS AEROTRANSPORTADOS

CONCEPTOS BÁSICOS



Aerogeofísica Minerales Transición
Energética

14



Métodos Aerogeofísicos

Métodos Aerogeofísicos

- Conceptos Básicos elección métodos
- Métodos Geofísicos Aerotransportados
- Aeronaves Acondicionadas
- Soporte de Carga
- Vuelo Estable con el menor efecto.



Aerogeofísica Minerales Transición
Energética



Tipos de Aeronaves

Ala Rotaria

Ala Fija

UAV
Unmanned Aerial Vehicle



Aerogeofísica Minerales Transición
Energética

Posición del Sensor



Línea Larga



Brazo Fijo



Interno

Ventajas y Desventajas

VENTAJAS

- Rápida adquisición
- En algunos métodos ventajoso en costo beneficio.
- Cantidad de muestras

DESVENTAJAS

- Costoso con respecto a otros métodos
- Limitaciones meteorológicas
- Adecuación de zonas remotas
- Pilotos aptos para la adquisición
- Obstáculos no visibles
- Lejanía de la fuente

Pasos de la adquisición de Geofísica aérea

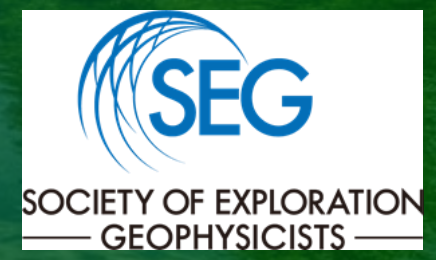
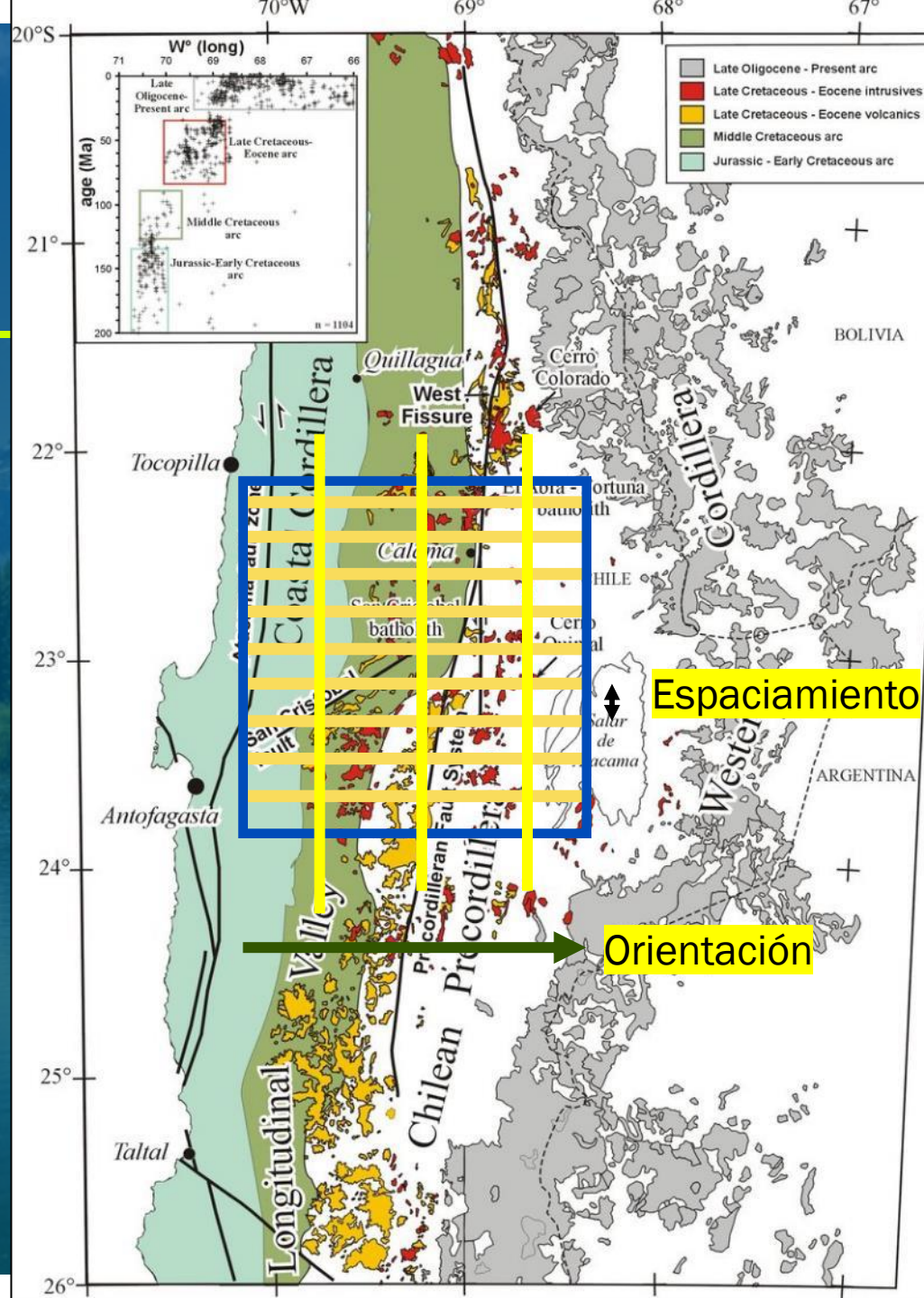
- Identificar Geología y Estructuras.
- Topografía.
- Identificación de sitio de abastecimiento.
- Ubicación de bases terrestres (Punto de comparación o “amarre”).
- Logística
- QA/QC
- Envío Información
- Procesamiento
- Interpretación

¿Qué tienen en común los métodos geofísicos aerotransportados?

- Alta tasa de toma de muestras (10 a 100 muestras por segundo)
- Datos adquiridos de manera confiable (automática)
- Puntos georreferenciados con GPS de alta precisión y altímetros.
- Sistemas automáticos a Semiautomáticos.
- Aditamentos aerodinámicos en el caso de estar fuera de la estructura de la aeronave.

Mod. Scheuber et al., 1994

Aerogeofísica Minerales Transición Energética



Clearance (Despeje)

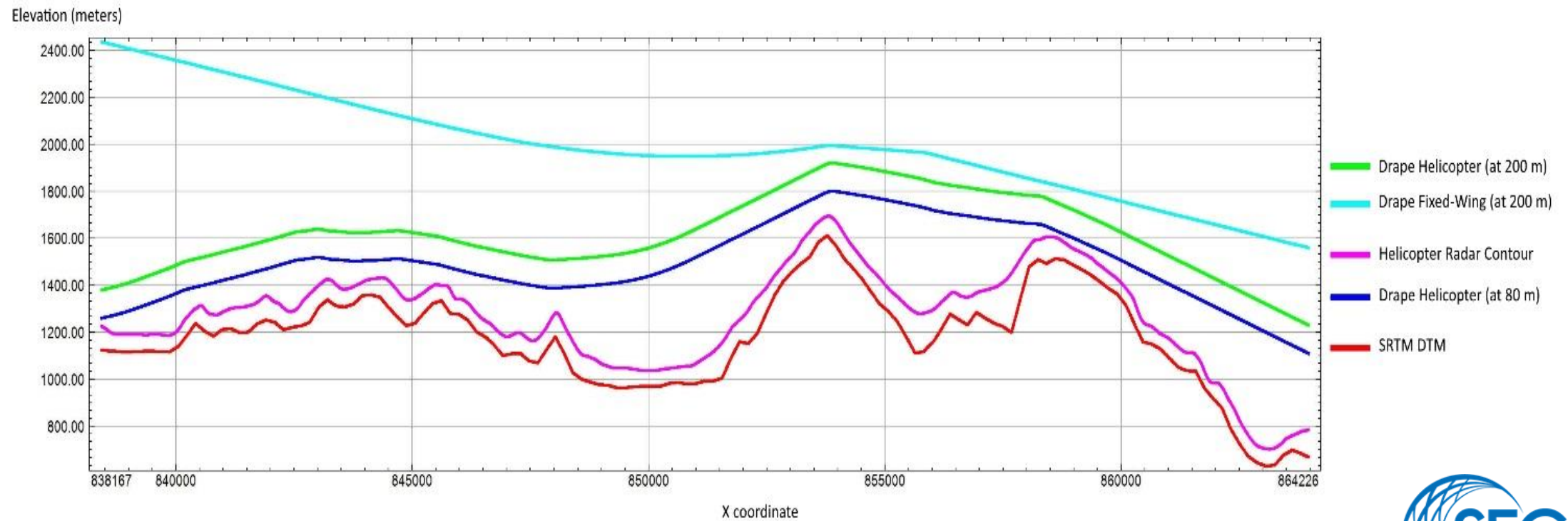


Despeje



Aerogeofísica Minerales Transición
Energética

Drape





3. AEROGEOFÍSICA EN DEPÓSITOS DE LITIO

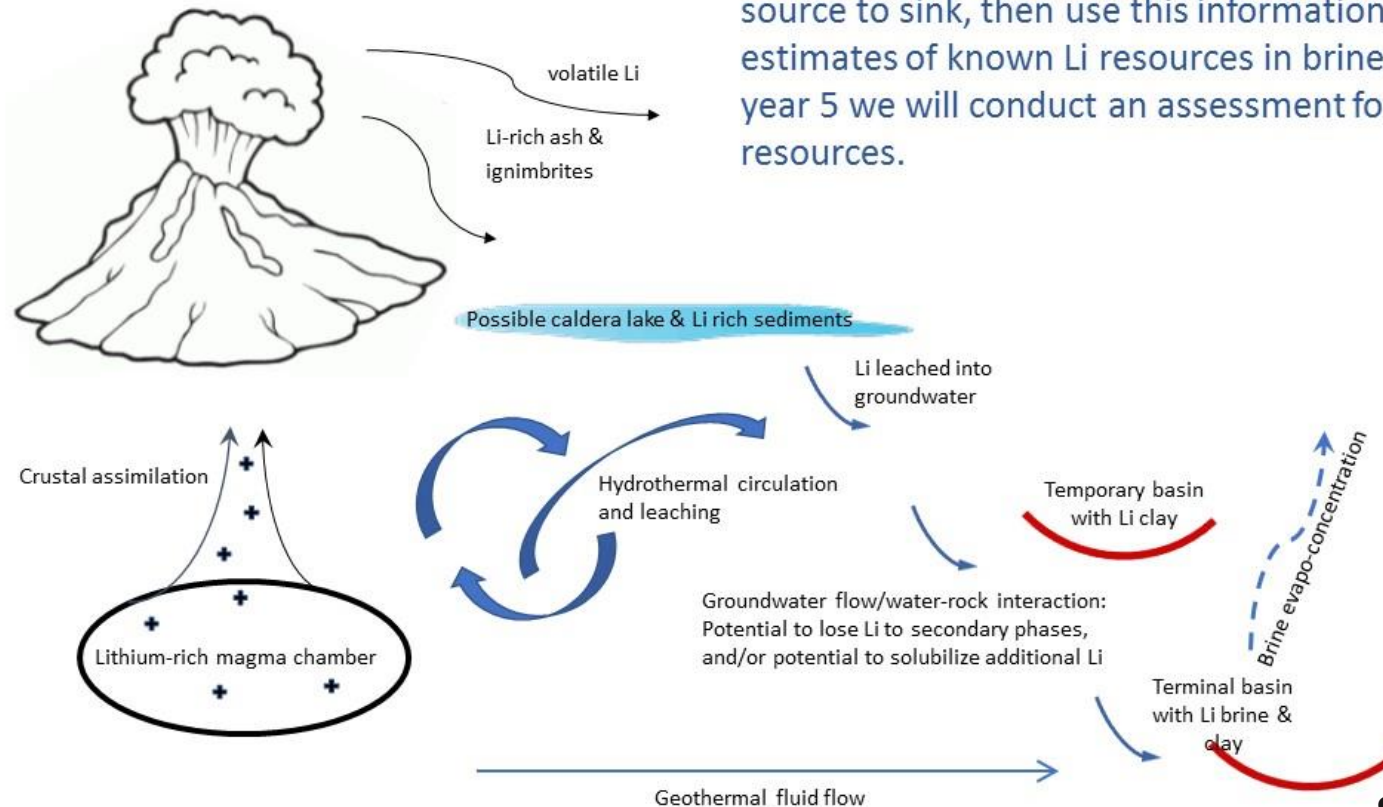
EJEMPLOS

Aerogeofísica Minerales Transición
Energética

24

Salmueras de Litio – Mod. Geológico

Li from Source to Sink: Genesis and evolution of Li brines and clays



Purpose: We will evaluate the Great Basin and surrounding regions for the components of the Li brine and clay model by attempting to trace the Li pathway from source to sink, then use this information to improve our estimates of known Li resources in brines and clays. In year 5 we will conduct an assessment for undiscovered Li resources.

Stillings, 2019

Cuenca Salares de Litio

Salinas Grandes, Argentina
Nieto, 2023



MPX

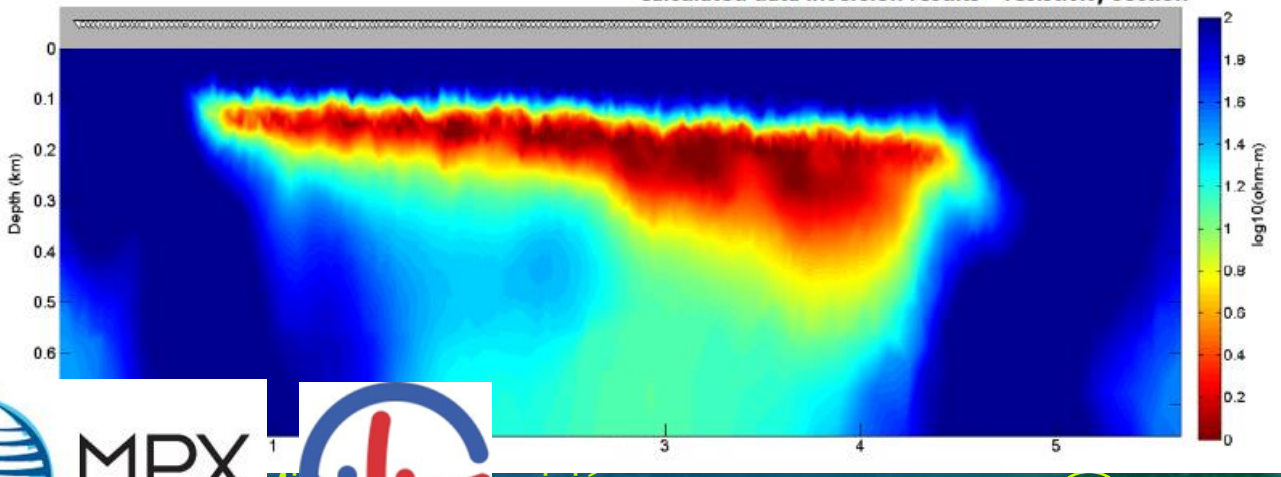
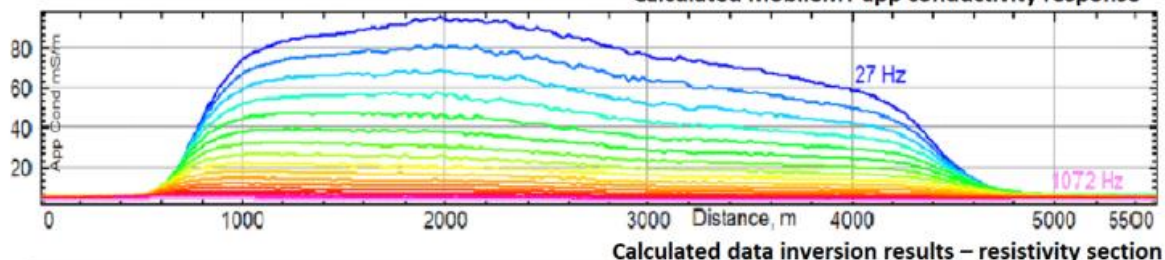
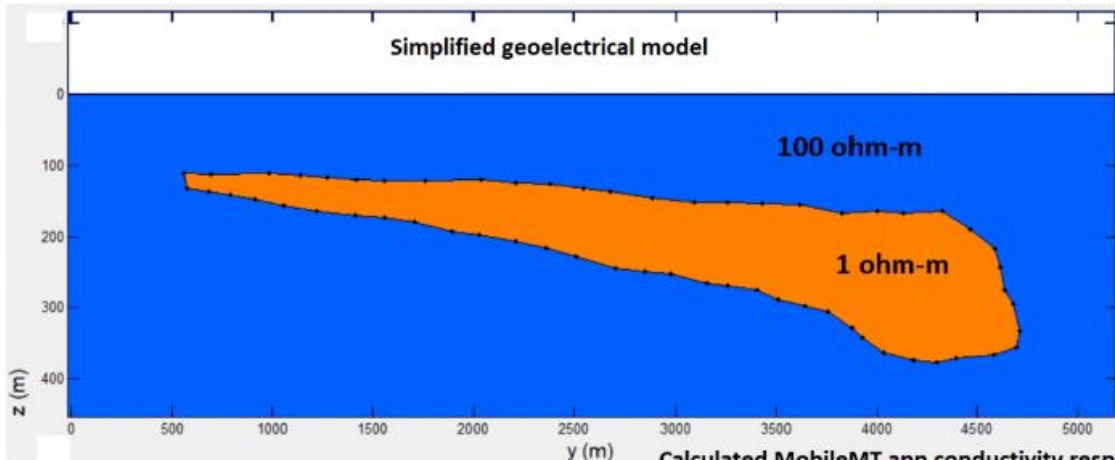
GEOPHYSICS LTD.

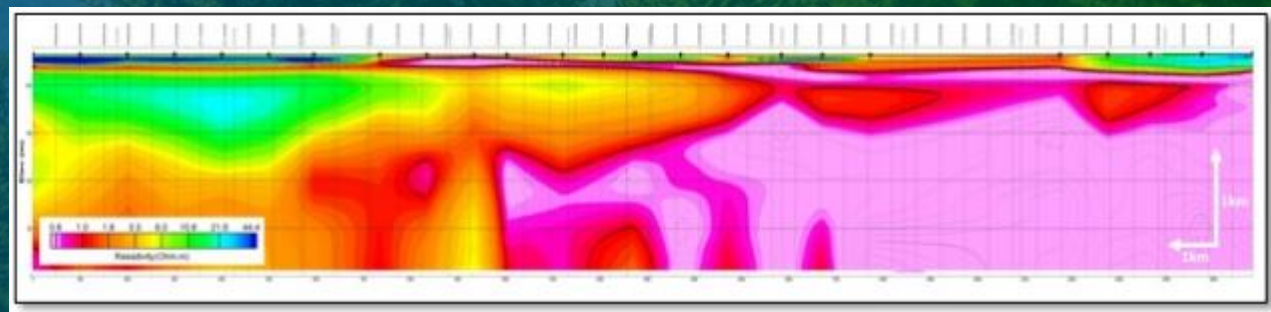
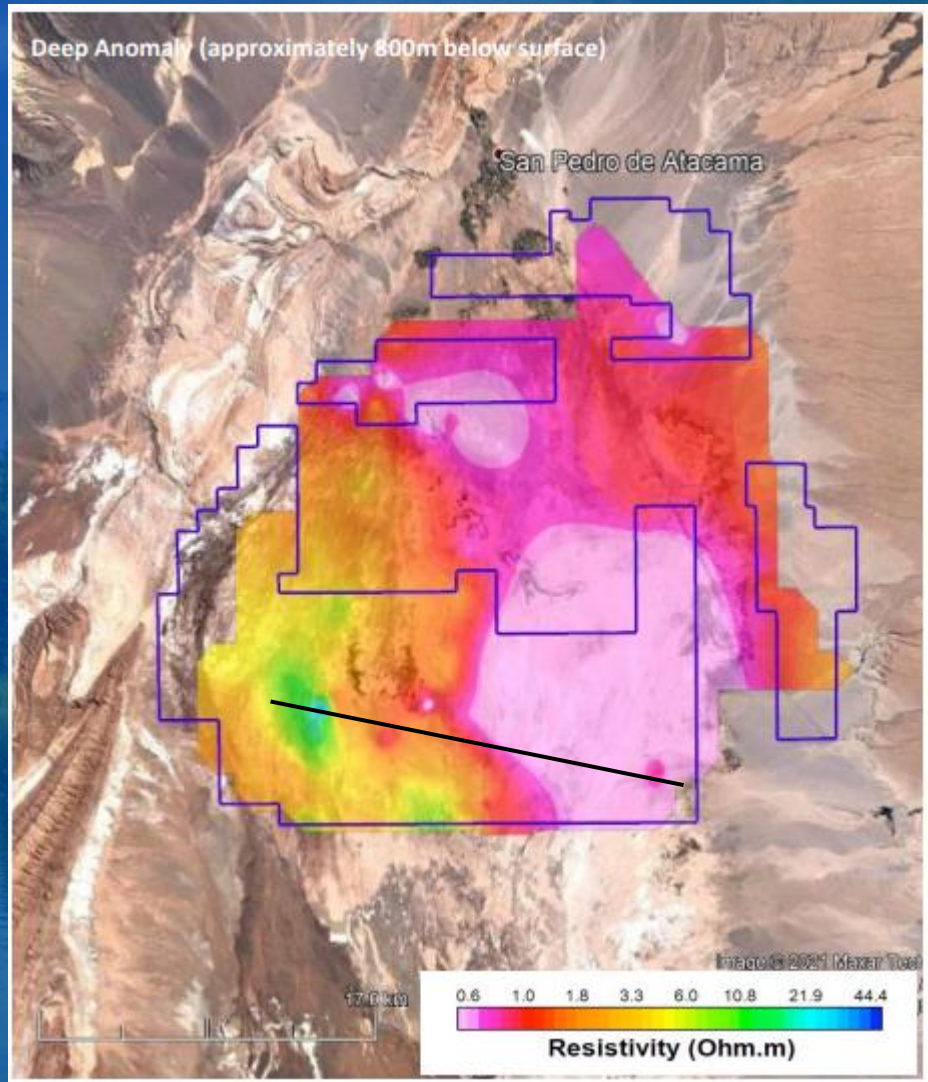
Transición Energética

26



SOCIETY OF EXPLORATION
GEOPHYSICISTS





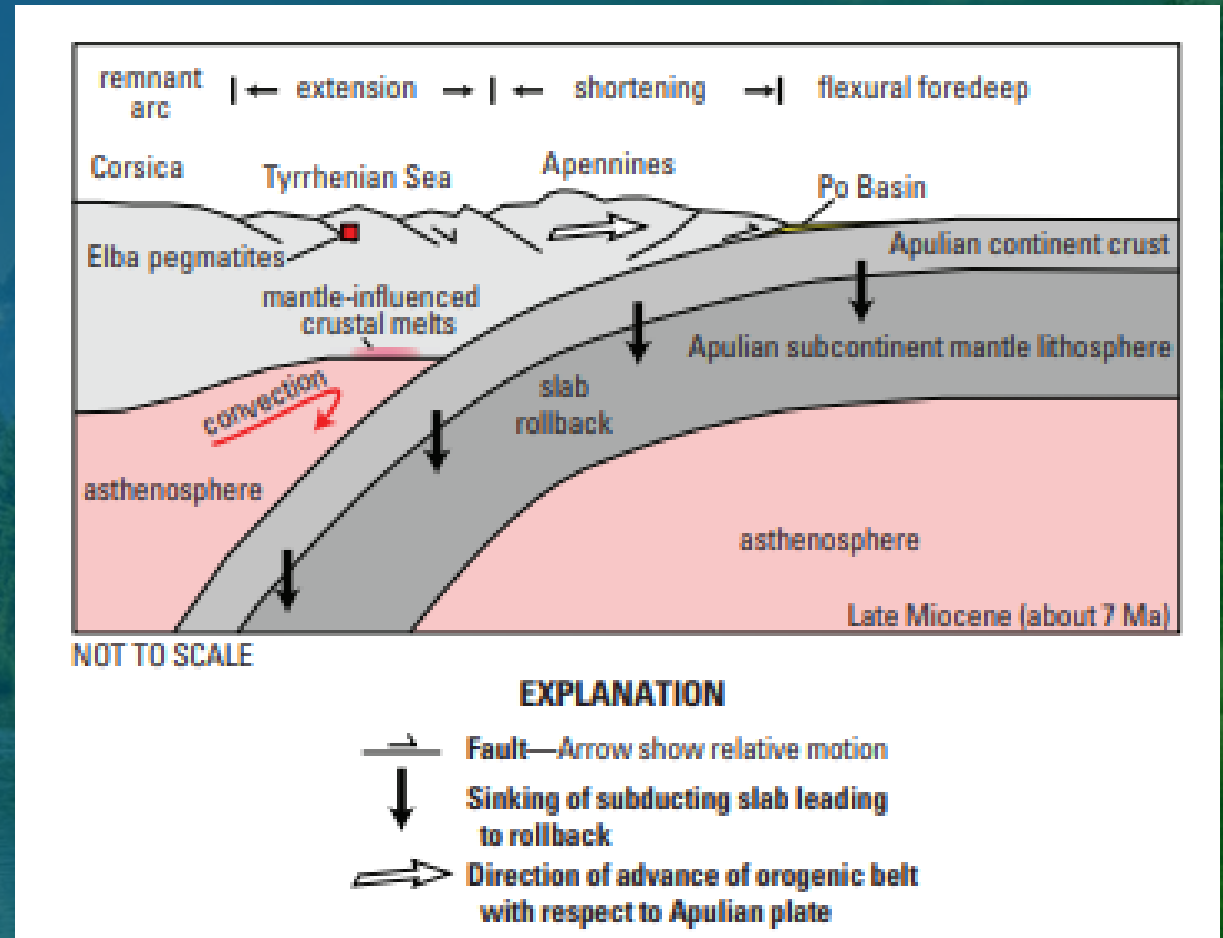
Wealth Minerals, 2023

Aerogeofísica Minerales Transición
Energética

Pegmatitas LCT – Mod. Geológico

Todas las Pegmatitas LCT (Litio – Cesio – Tantalio) están emplazadas en la parte posterior del orógeno.

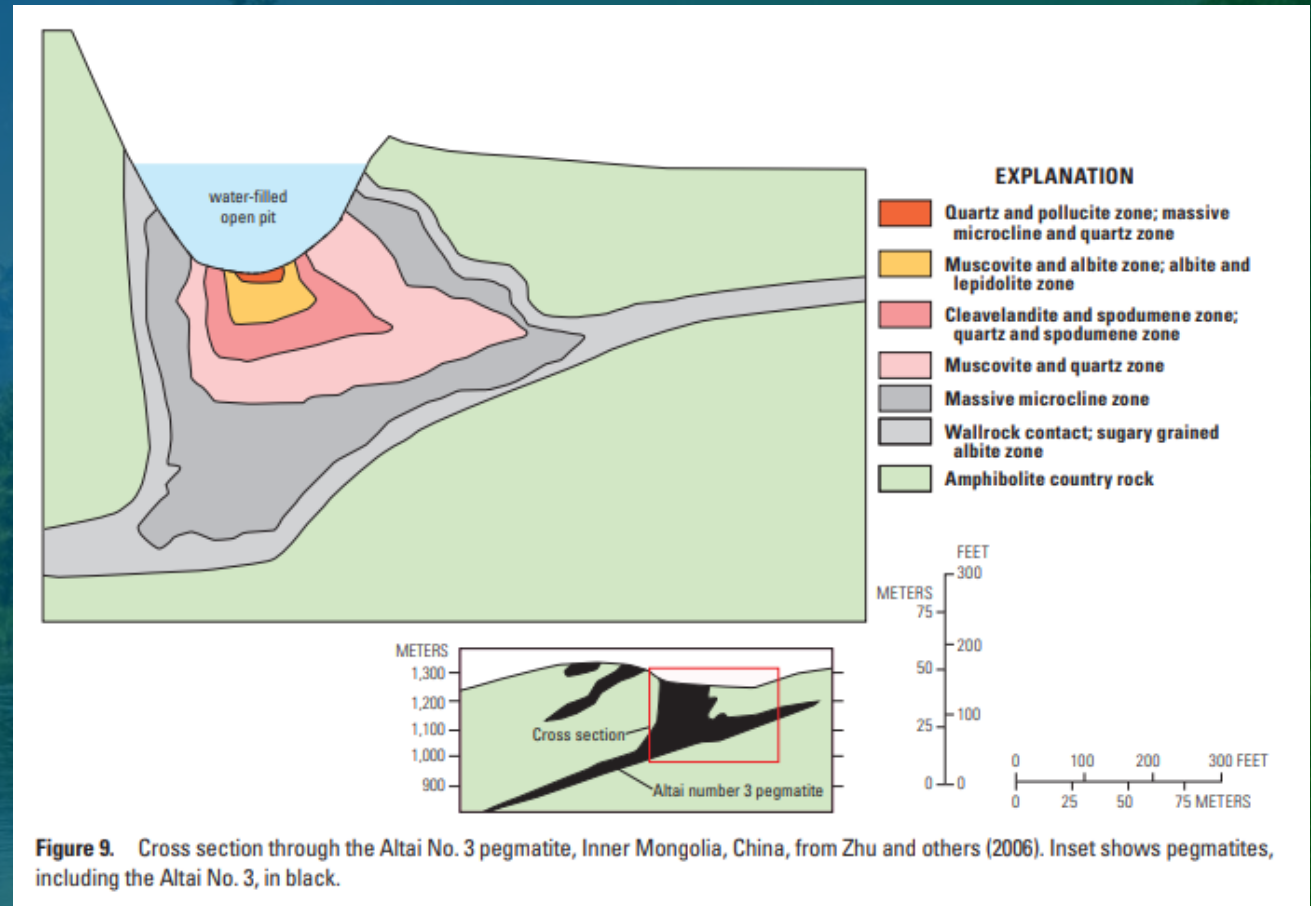
Control estructural // product orogénico de la convergencia de placas.



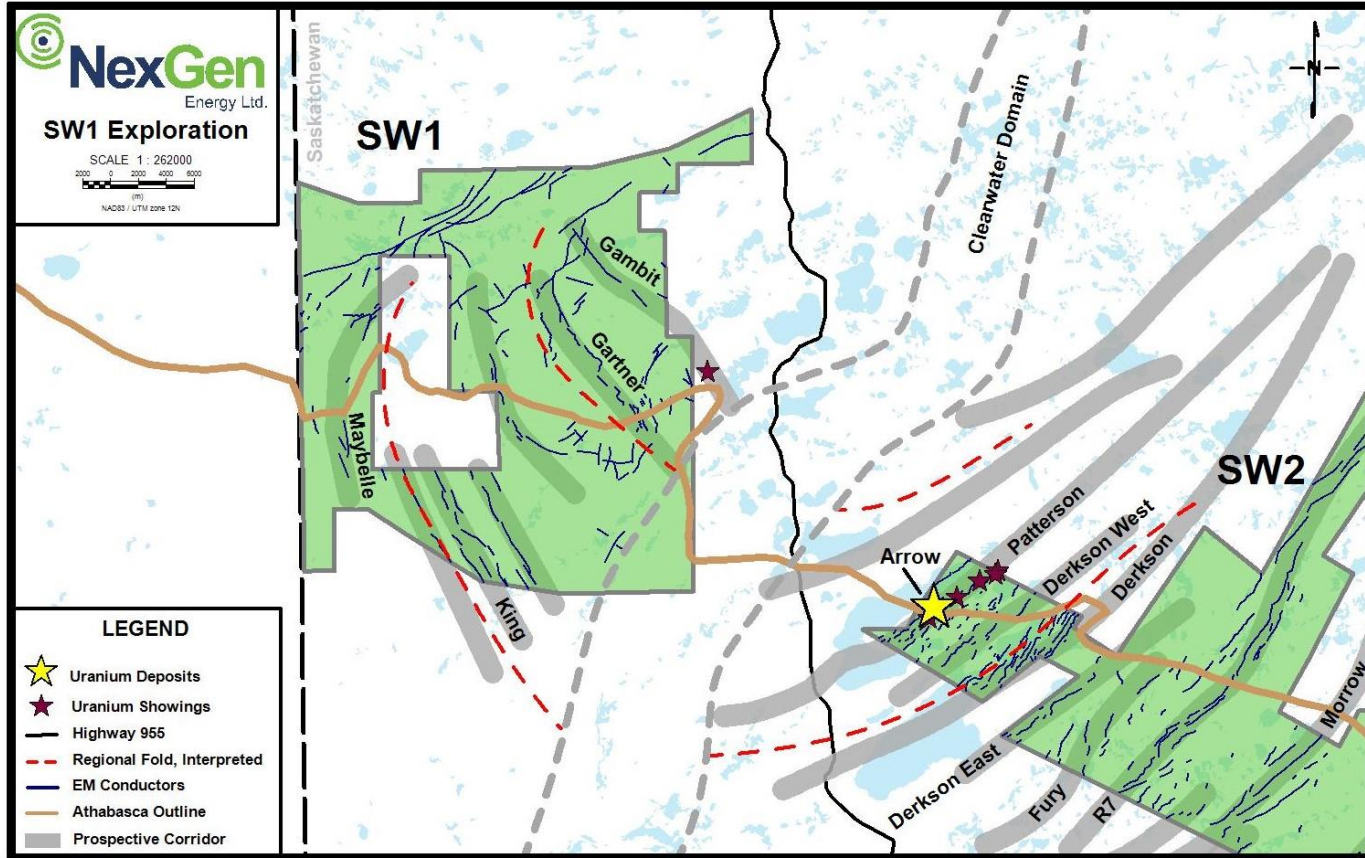
Pegmatitas LCT – Mod. Geológico

Todas las Pegmatitas LCT (Litio – Cesio – Tantalio) están emplazadas en la parte posterior del orógeno.

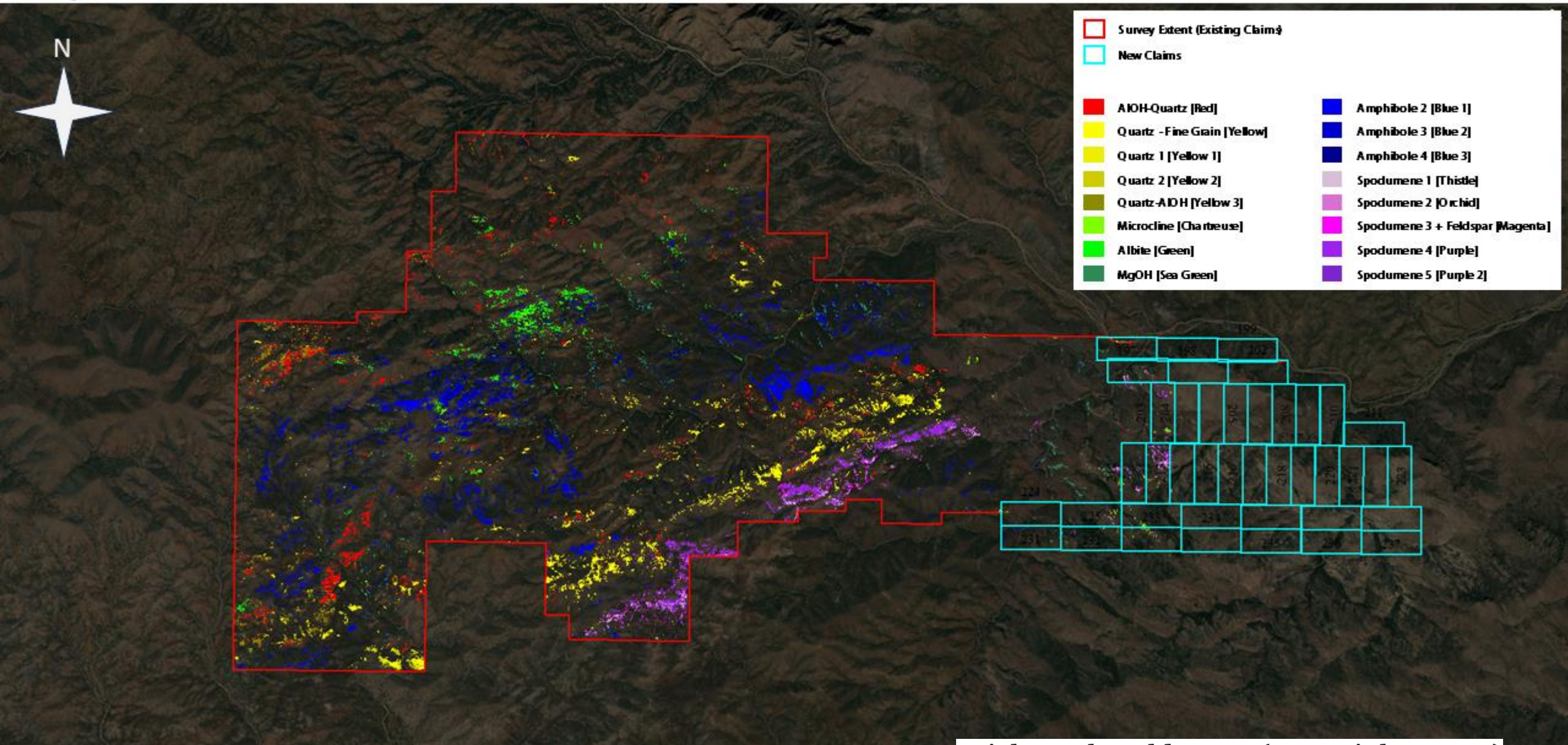
Control estructural // product orogénico de la convergencia de placas // Antepaís

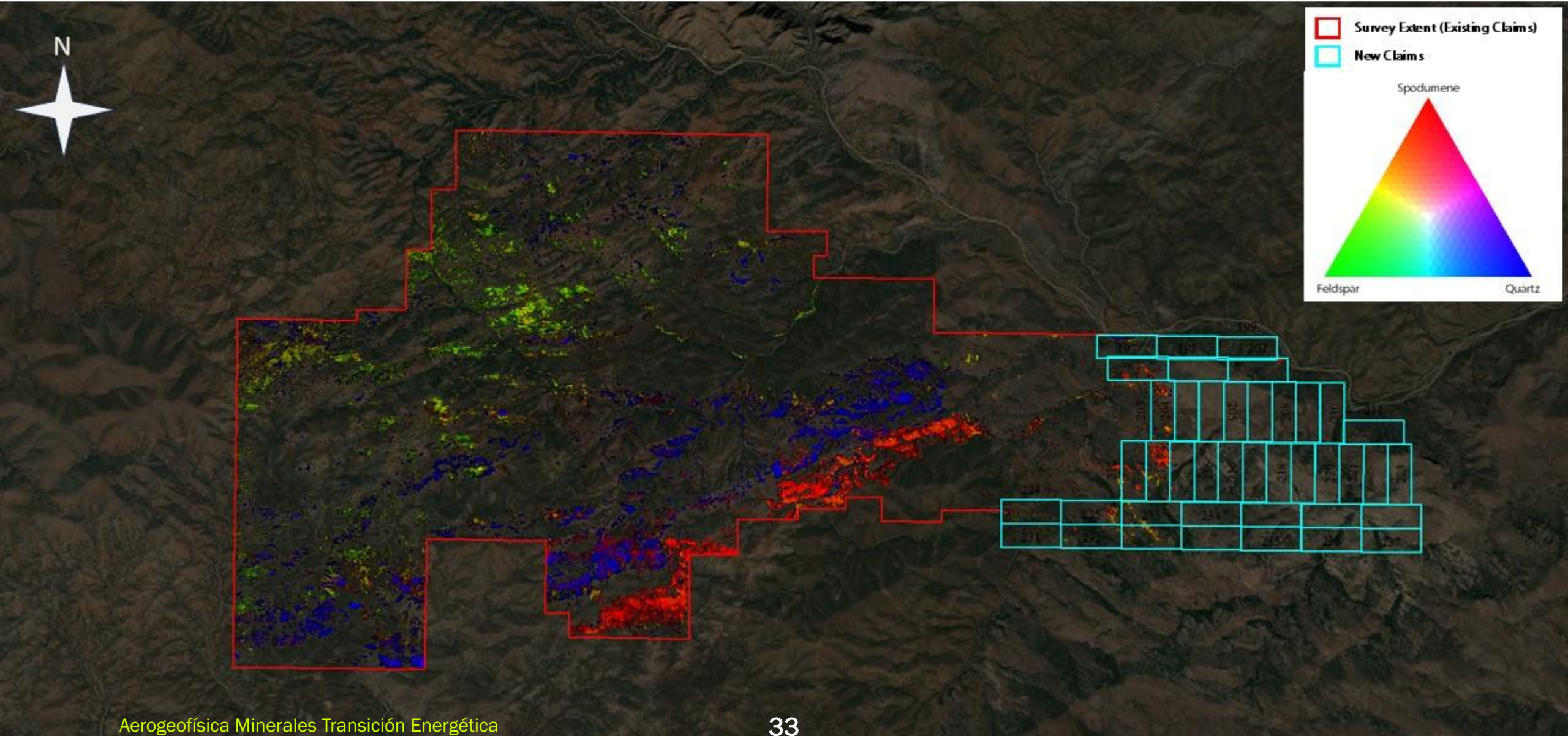


Corredores con detecciones similares



NexGen, 2022
Gradiente magnético alto





Aerogeofísica Minerales Transición Energética





4. AEROGEOFÍSICA EN DEPÓSITOS DE COBRE

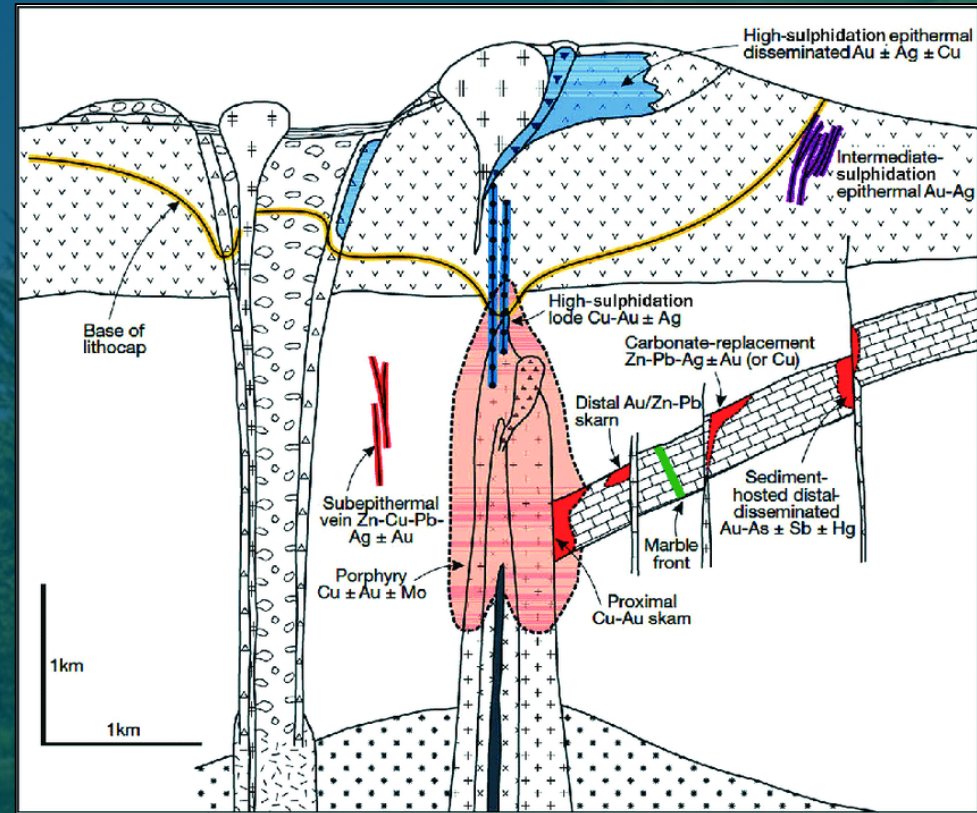
EJEMPLOS EN PÓRFIDOS

Aerogeofísica Minerales Transición
Energética

34

Pórfidos de Cobre

Sillitoe, 2010



PORPHYRY STOCK		Late-mineral porphyry	LITHOCAP		Phreatic breccia
		Intermineral magmatic-hydrothermal breccia			Dacite porphyry plug-dome
		Intermineral porphyry			Lacustrine sediment
		Early porphyry		MAAR-DIATREME COMPLEX	
PRECURSOR PLUTON		Equigranular intrusive rock			Early phreatomagmatic breccia
		Dacite dome			Late-mineral porphyry
HOST ROCKS		Felsic tuff unit			
		Andesitic volcanic unit			
		Subvolcanic basement / carbonate horizon			

Sillitoe, 2010

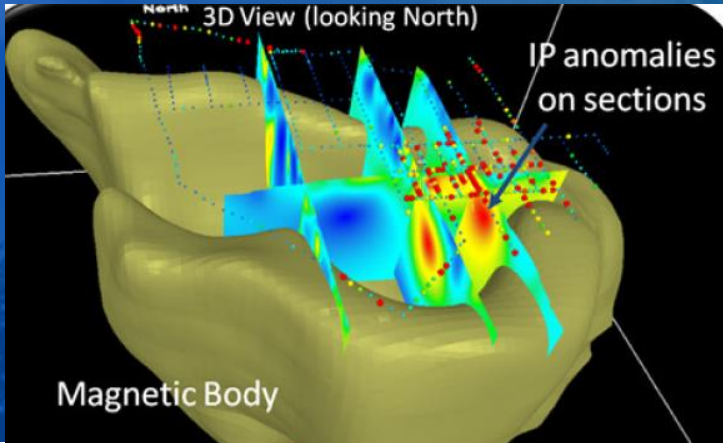
Pórfido de Cobre

Salinas Grandes, Argentina
Nieto, 2023

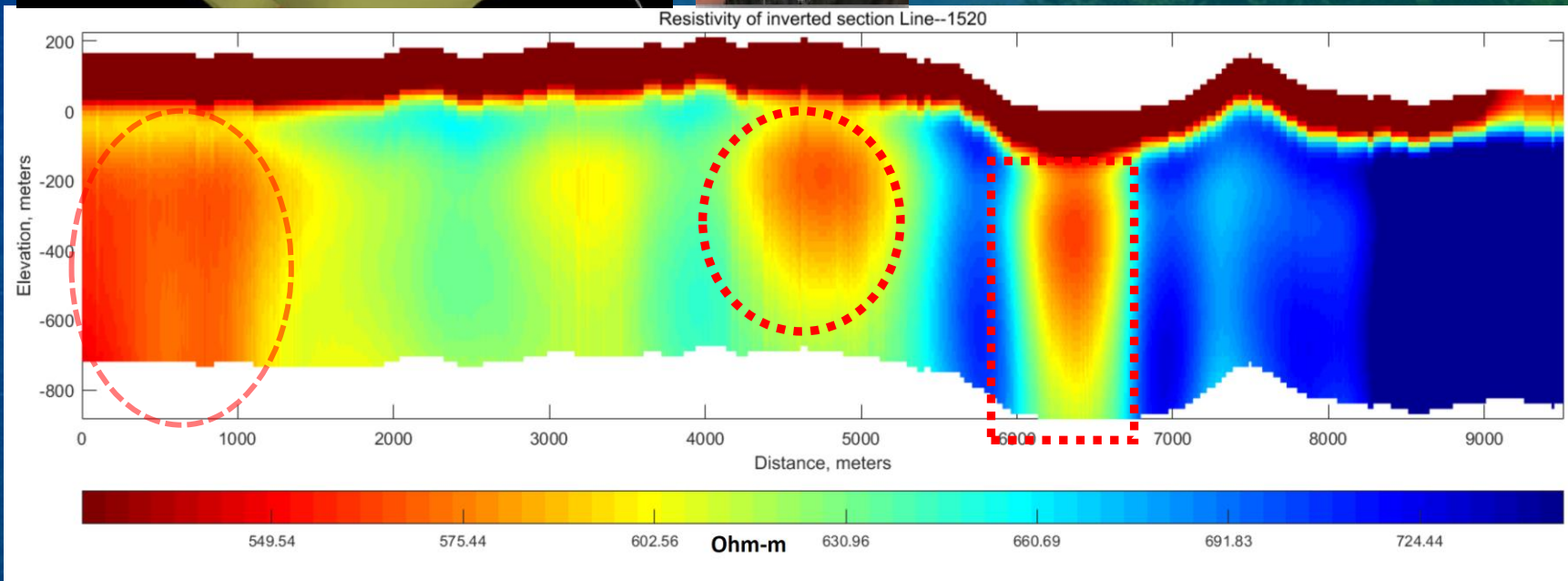
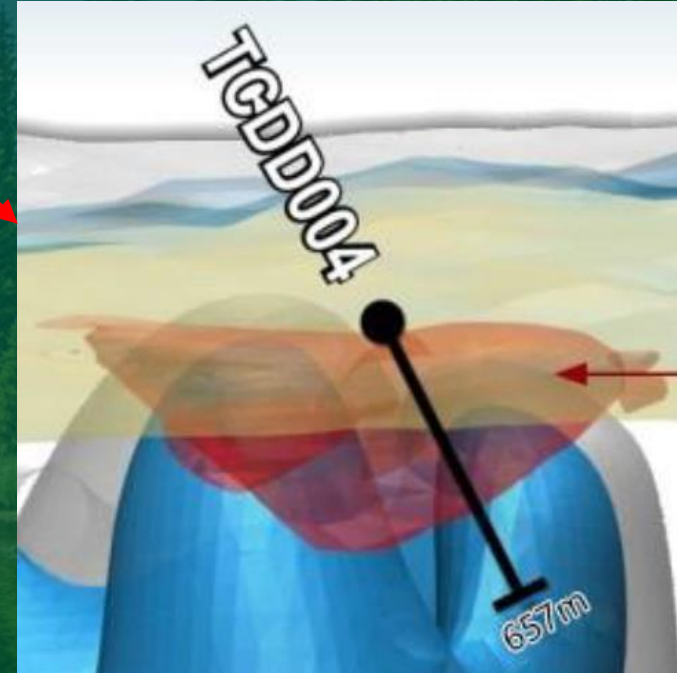
Chuquicamata, Chile
conociendochile.com



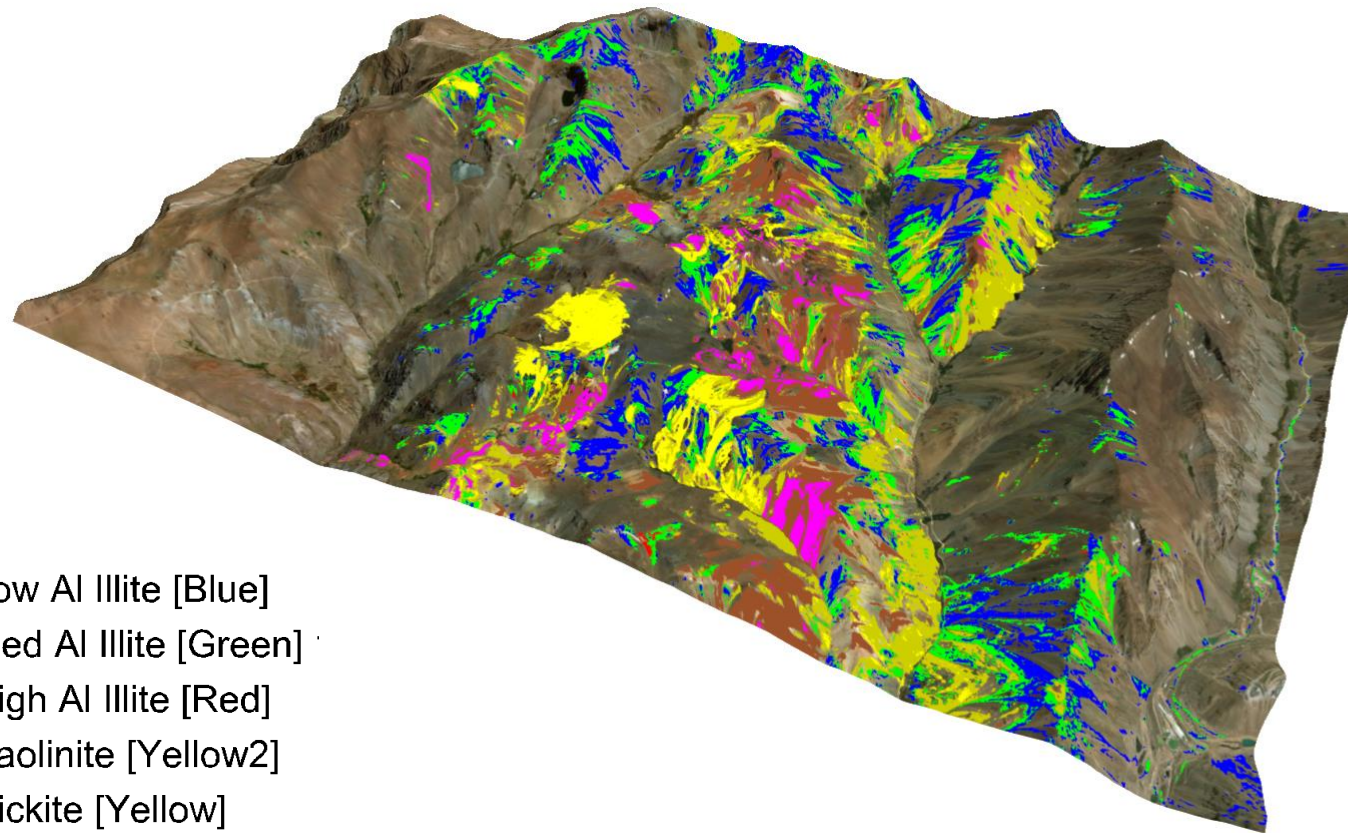
Deposito Sulfuros de "Co-Cu" Thomas Creek - Proyecto Mount Read – Tasmania Occidental



Barreno TCDD004 - Muestra de sulfuros de cobre (desde 199m al 298m de profundidad).



Alteration Mineralogy



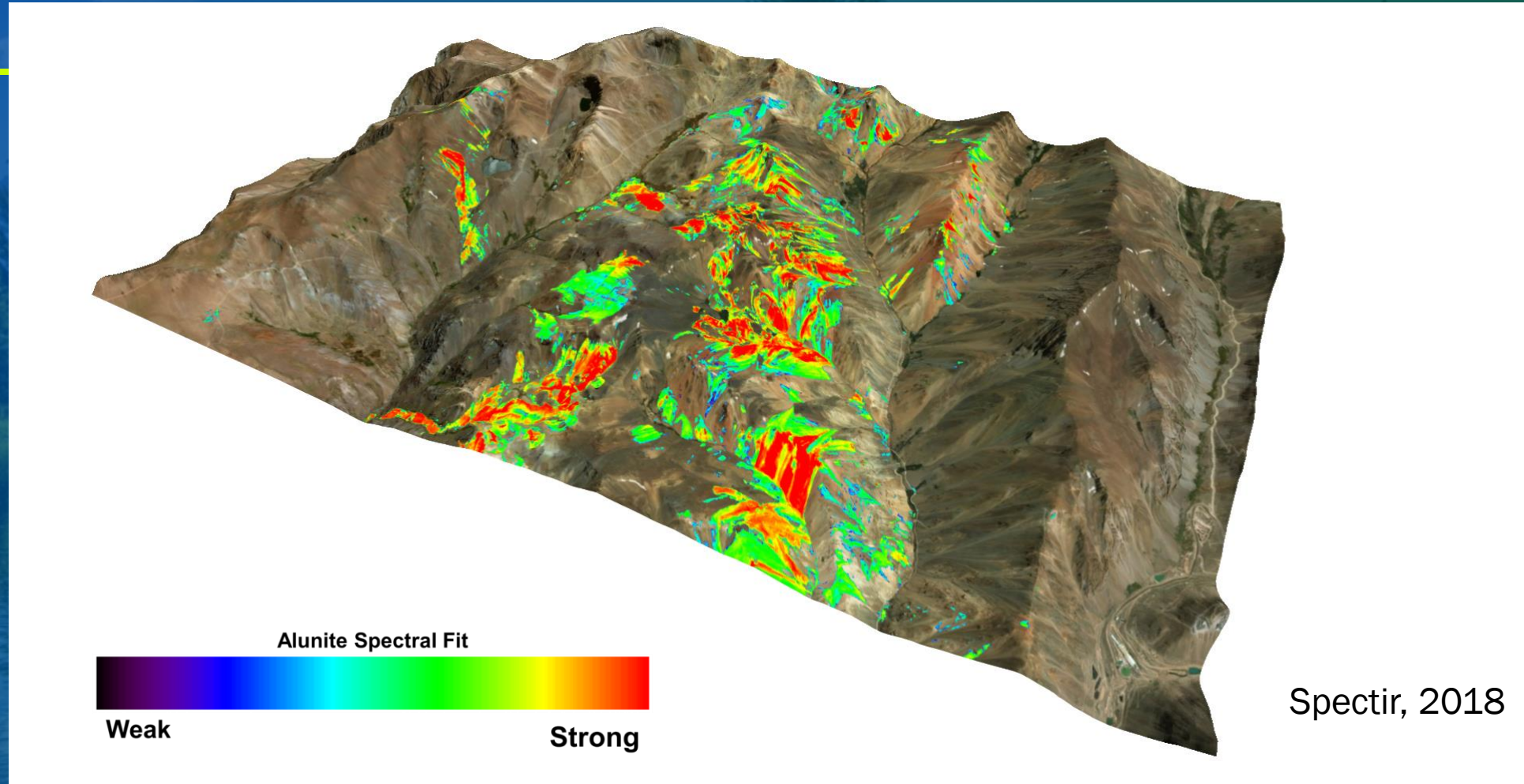
- Low Al Illite [Blue]
- Med Al Illite [Green]
- High Al Illite [Red]
- Kaolinite [Yellow2]
- Dickite [Yellow]
- Pyrophyllite [Sienna]
- Alunite [Magenta]

Spectir, 2018

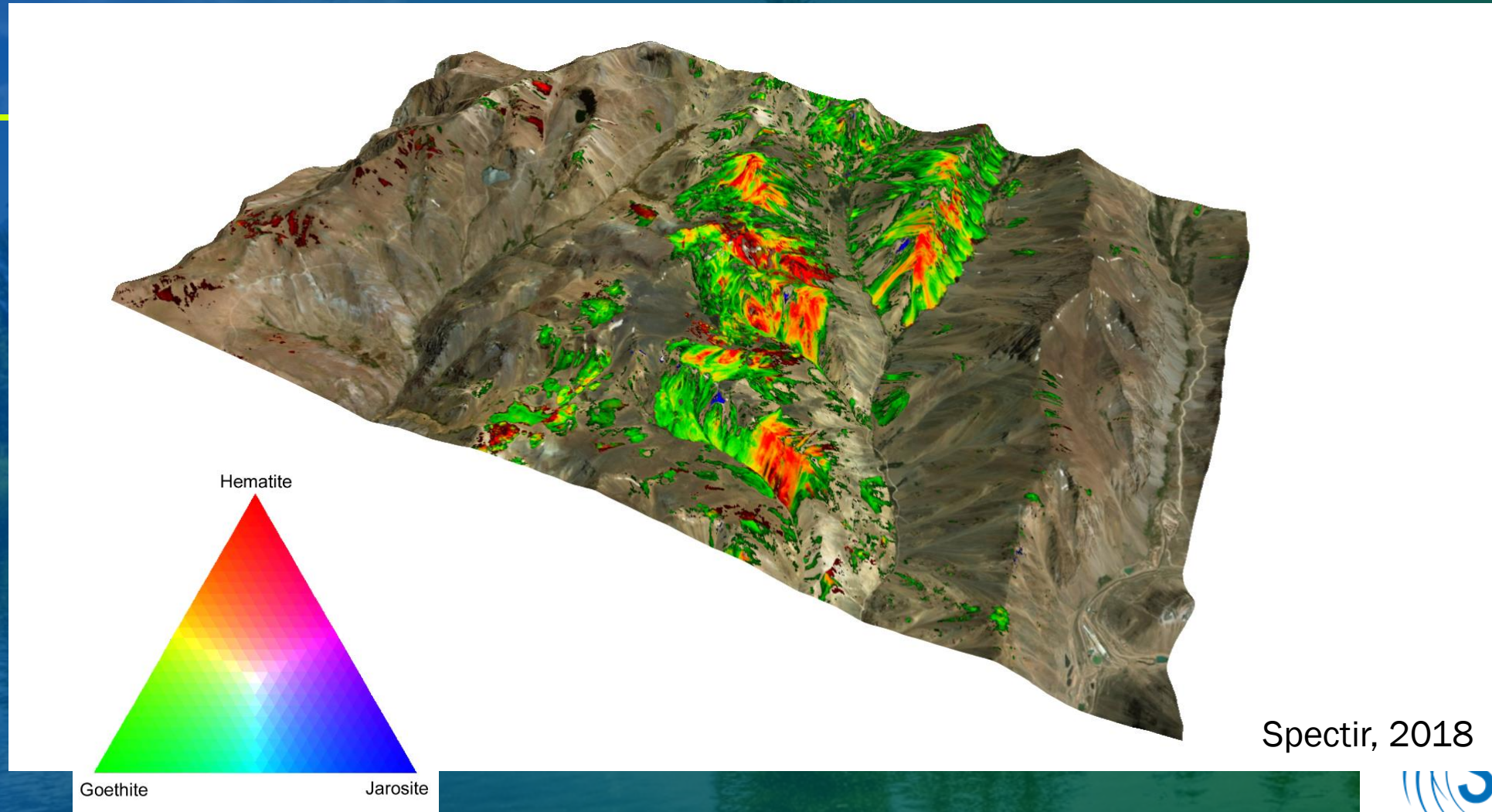


SOCIETY OF EXPLORATION
GEOPHYSICISTS

Rule Image Example - Alunite



Iron Mineralogy

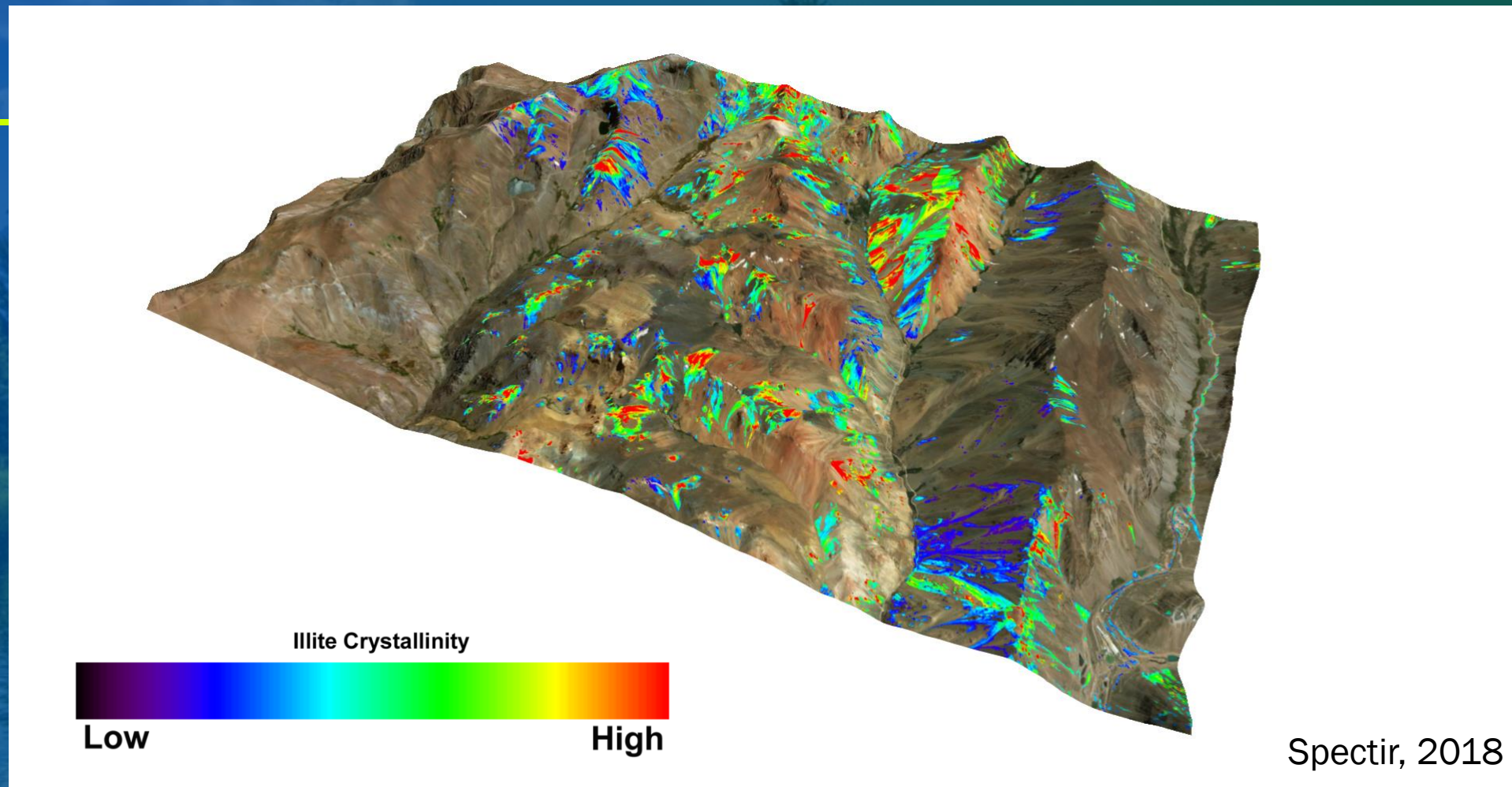


Spectir, 2018



SOCIETY OF EXPLORATION
GEOPHYSICISTS

Illite Crystallinity



Spectir, 2018

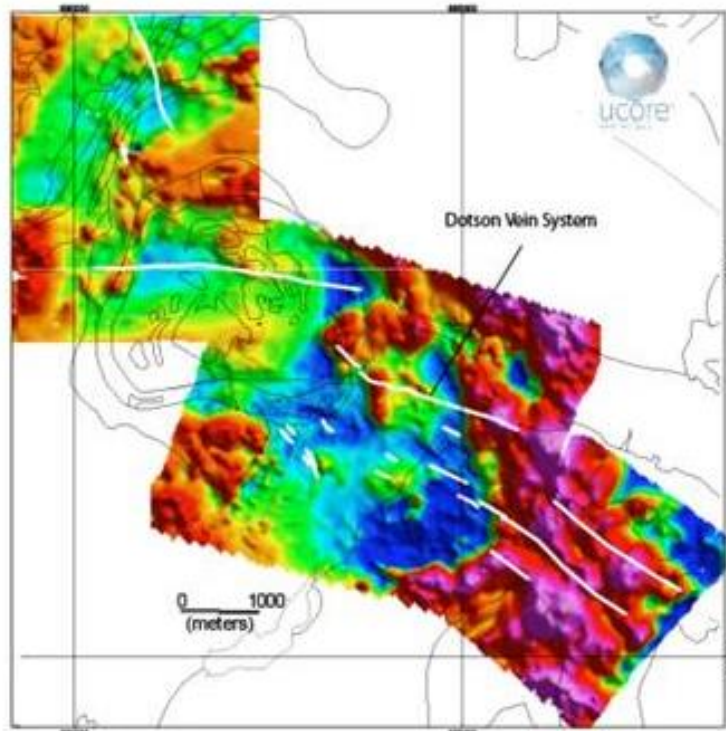


5. AEROGEOFÍSICA EN DEPÓSITOS DE REE

EJEMPLOS

Aerogeofísica Minerales Transición
Energética

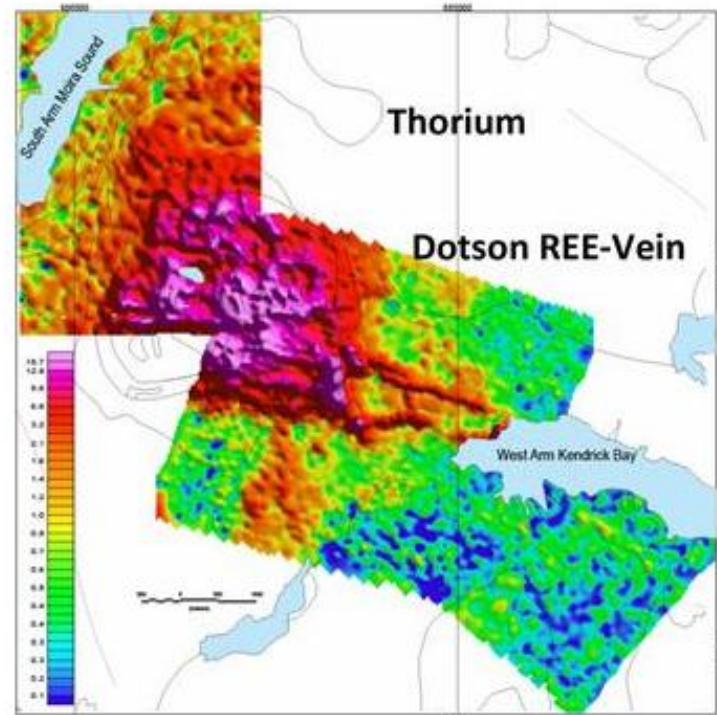
42



(a)

Sources/Usage: Public Domain.

Magnetic anomaly map from UCore survey with 100 m line spacing. Image generated by USGS using UCore survey data.

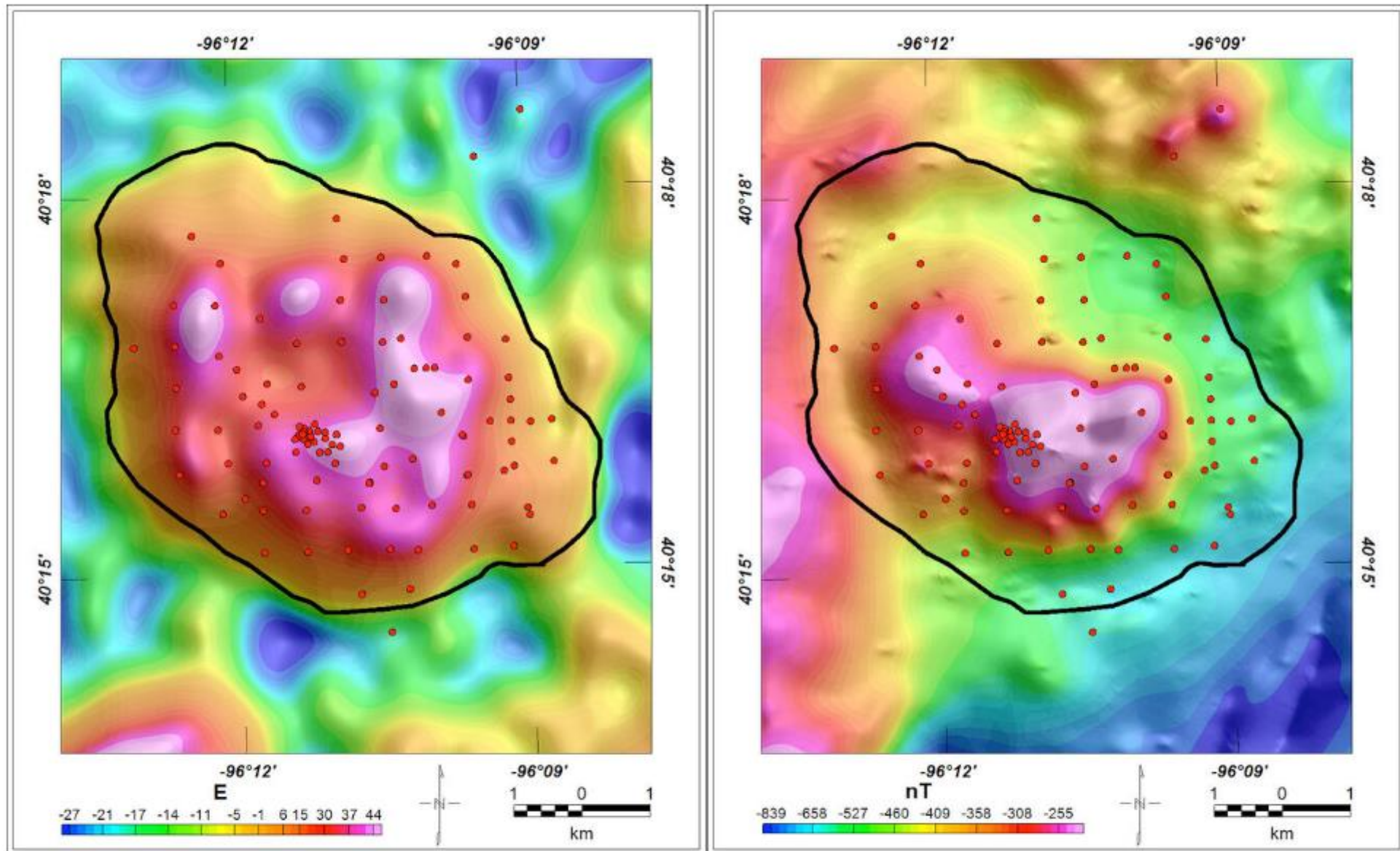


Sources/Usage: Public Domain.

Map of equivalent thorium (Th) (ppm) using data acquired from UCore Rare Metals.

Bokan Mountain Deposit, Alaska

Images: USGS, 2015

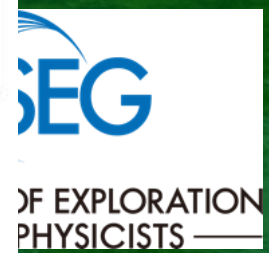


Sources/Usage: Public Domain.

Elk Creek Deposit, Nebraska vertical gravity gradient (Gdd) (left, filtered to emphasize effects of buried crystalline rocks) and magnetic anomaly (right, reduced-to-pole total-field) data plots. Red dots are borehole collar locations. Black polygon is the carbonatite margin.

USGS, 2015

Aerog
Energy



Conclusiones

- Los depósitos de minerales críticos se han explorado con aerogeofísica a partir de los contrastes con respecto a las rocas caja.
- Las propiedades físicas como principalmente resistividad eléctrica (TEM, AFMAG) son útiles para la identificación de los depósitos de los minerales críticos.
- Las soluciones petrofísicas en aerogeofísicas son fundamentales en la identificación de los depósitos.

¡GRACIAS!

Marco Nieto

Correo electrónico

marco.nieto@mpxgeo.com



BrightRock Gold Corp. (OTC Pink:BRGC)