

IMÁGENES HIPERESPECTRALES DE NÚCLEO APLICACIONES

- DEPÓSITOS DE ORO OROGÉNICO-

February 2021

FOR PARA USO RESTRINGIDO – NO SE PERMITE SU DISTRIBUCIÓN
sales@corescan.com.au

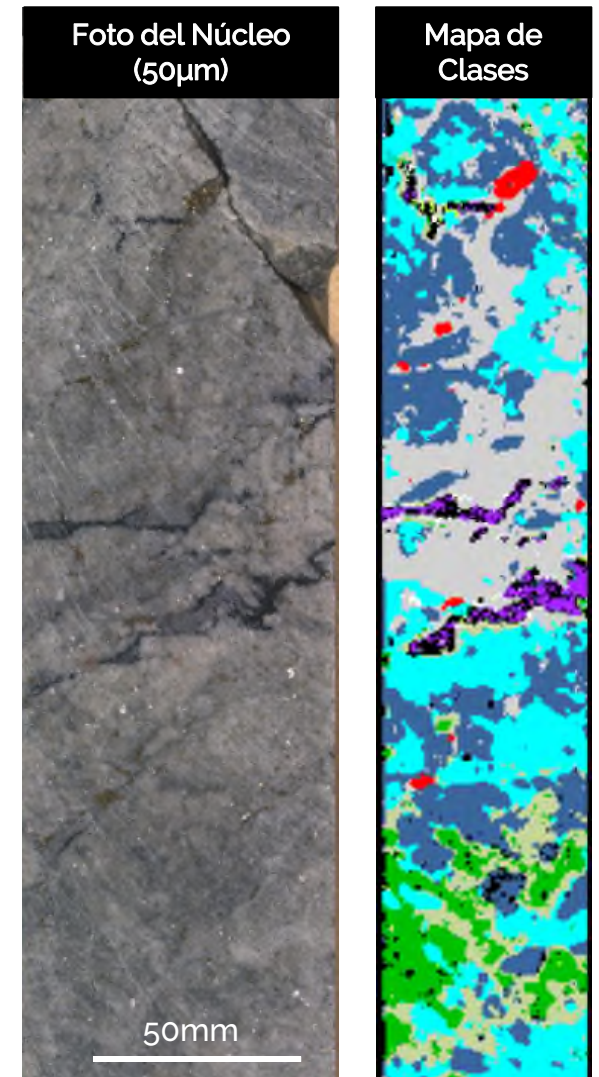
Introducción a Corescan y las Imágenes Hiperespectrales de Núcleo

Información General sobre Depósitos de Oro Orogénico

Mineralogía de alteración

- Mineralización y Alteración de la Zona de Mena
- Alteración Proximal
- Alteración Distal
- Otras Alteraciones
- Vectores de Alteración

Características Estructurales



Servicios de Imágenes Hiperespectrales de Núcleo

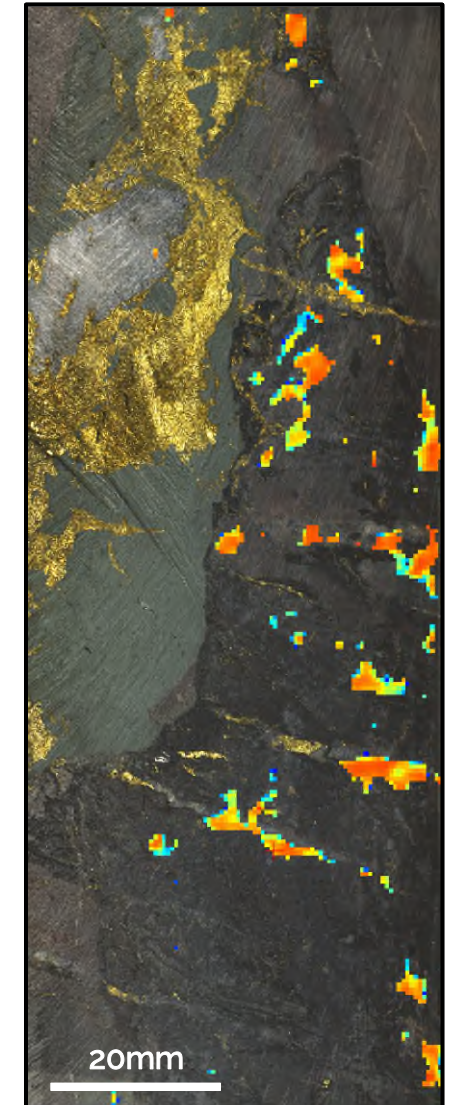
Identificación y mapeo de minerales a lo largo del ciclo minero:

- Mejora de dominios de alteración y ensambles minerales
- Selección y caracterización de muestras metalúrgicas y geoquímicas
- Mediciones geotécnicas para diseño de mina e ingeniería
- Identificación de vectores de alteración para blancos de exploración
- Caracterización de mena y ganga para procesamiento mineral y optimización
- Verificación terrestre de levantamientos hiperespectrales aerotransportados

Los laboratorios hiperespectrales de Imágenes de núcleo de CoreScan (HCI) integran espectroscopía de reflectancia de alta resolución, imágenes visuales y perfiles láser 3D para mapear la mineralogía, composición mineral y morfología del núcleo, lo que proporciona un conocimiento geológico mejorado.

Cronología resumida:

- La ingeniería del sensor comenzó en 2001
- Las operaciones comerciales comenzaron en 2011
- Más de 580 proyectos / 1.2 millones de metros escaneados, procesados y entregados con éxito



Hyperspectral Core Imager: Modelos 3 & 4

Especificaciones	HCI-3.2	HCI-4.1	HCI-4.2
Fotografía RGB – resolución espacial	50 µm	25 µm	25 µm
Perfilador de superficie – resolución espacial	500 µm	50 µm	50 µm
Tipo de espectrómetro	Imagen	Imagen	Imagen
Espectrómetro de imágenes – resolución espacial	500 µm	500 µm	250 µm
Espectros por metro (1000mm x 60mm)	240.000	240.000	960.000
Rango espectral – VNIR (nm)	450 – 1000	450 – 1000	450 – 1.000
Rango espectral – SWIR (nm)	1000 – 2500	1000 – 2500	1000 – 2500
Resolución Espectral (nm)	4nm	4nm	2nm
Longitud de cajas de núcleo (máxima)	1550mm	1550mm	1550mm
Anchura de cajas de núcleo (máxima)	600mm	600mm	700mm
Admite pesaje del material	-	-	Si
Admite operaciones de paso	-	-	Si
Velocidad de escaneo (mm/seg)	~10mm	~25mm	~18mm

For further information please visit: <https://corescan.com.au/products/hyimager/>



Imágenes Hiperespectrales de Núcleo: Tipos de Material

Núcleo cortado / dividido



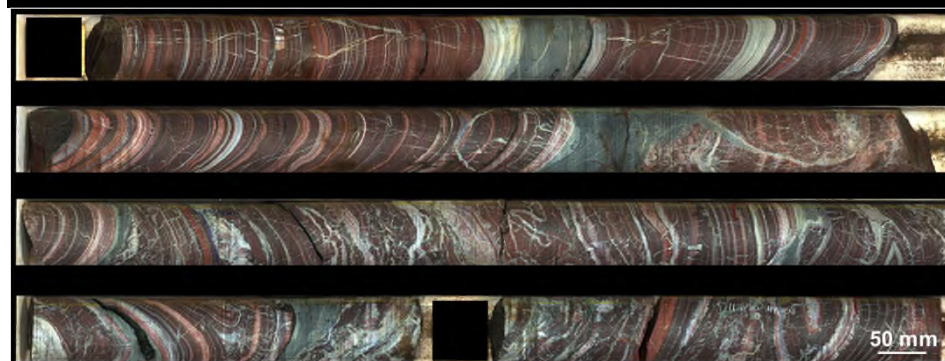
Muestras de mano



Suelos



Núcleo entero / sin cortar

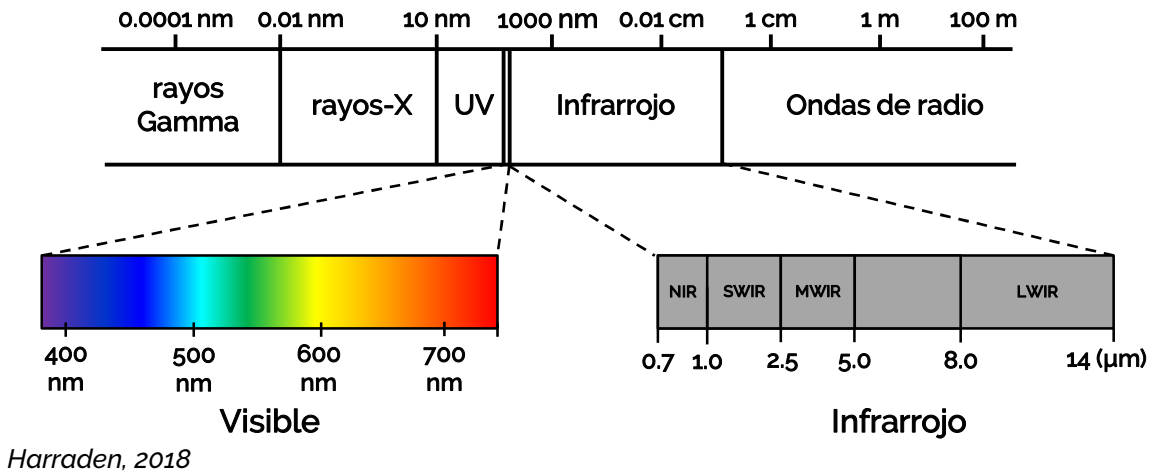


Chips, recortes, tronadura

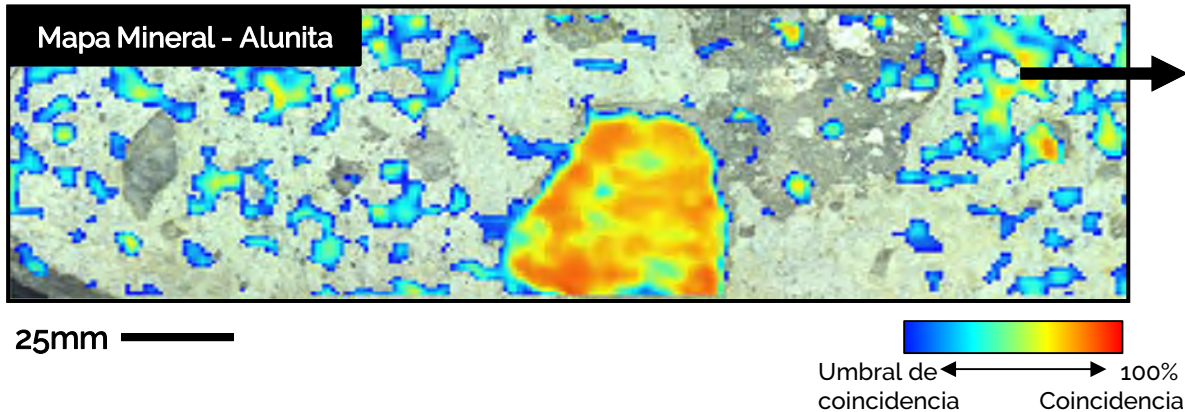


Mineralogía Hiperespectral Continua

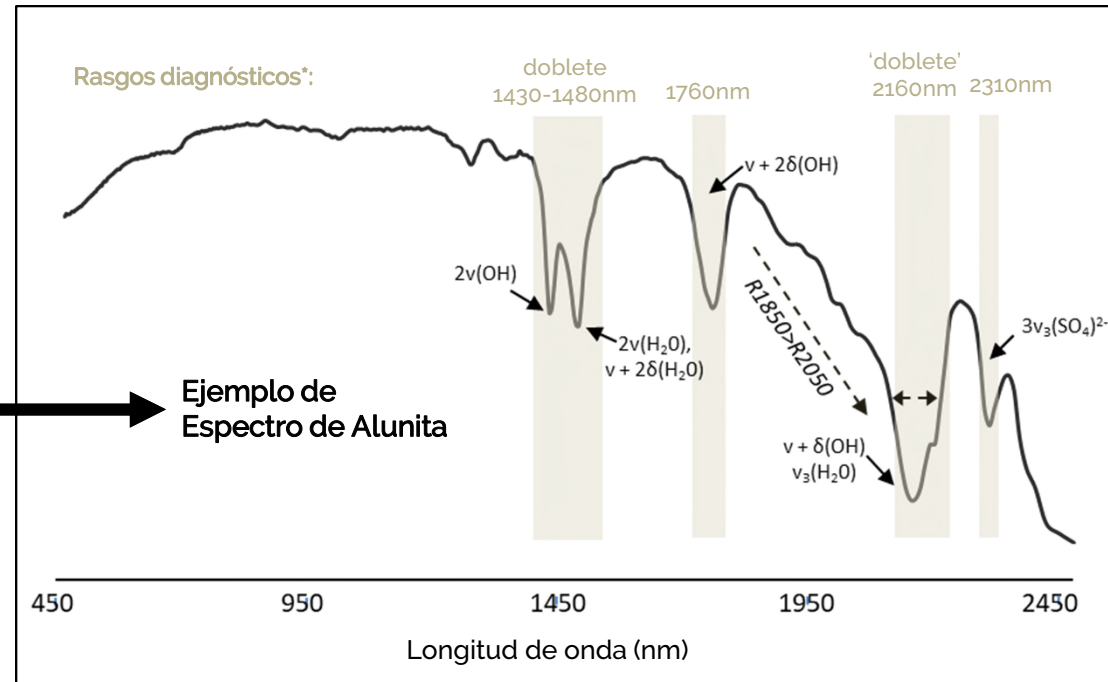
Los espectrómetros patentados de CoreScan miden cientos de bandas estrechas contiguas en el espectro electromagnético de 450 a 2500 nm, que abarcan el espectro visible e infrarrojo cercano (VNIR), y el infrarrojo de onda corta (SWIR).



Se obtienen imágenes de la superficie del núcleo con ~250,000 píxeles por metro*; con cada píxel* de 500 μm x 500 μm midiendo una firma espectral única.

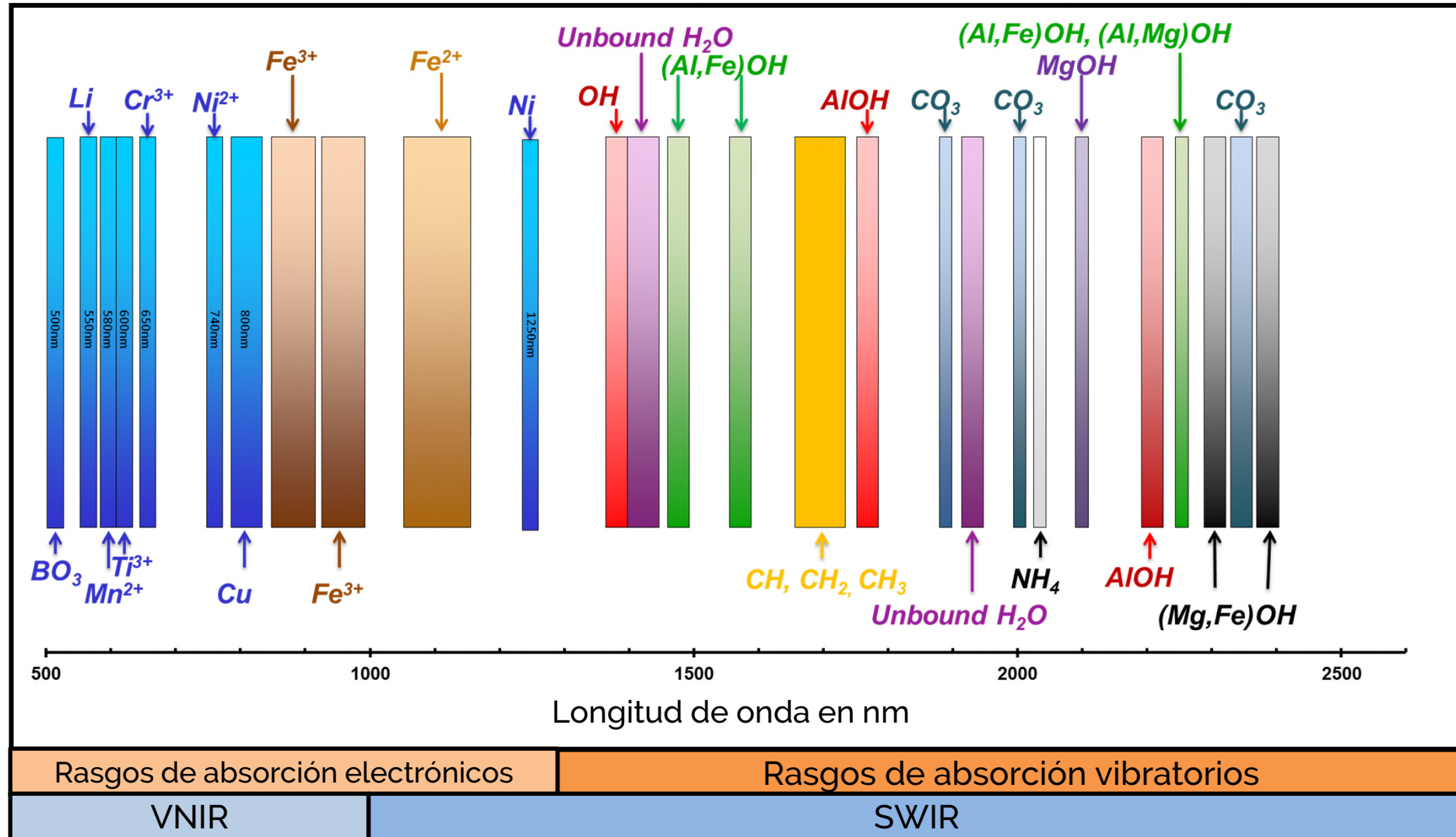


Tamaño de Pixel**
500μm



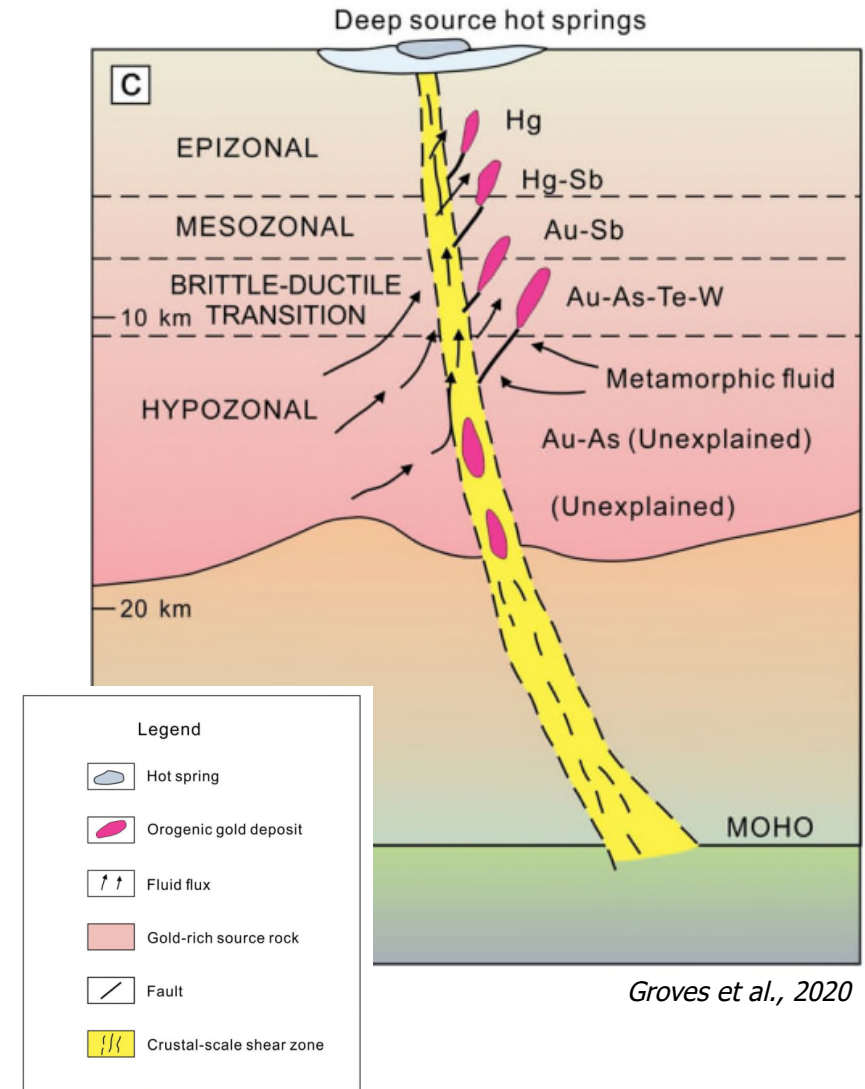
*Específico del instrumento HCl-3
** No a escala

VNIR-SWIR: Enlaces Moleculares Detectables



Depósitos de Oro Orogénico

- Los depósitos de oro orogénicos (o Greenstone) tienen asociación con secuencias variables de metamórficas máficas a volcánicas ultramáficas y asociación con rocas sedimentarias y félsicas.
- Son fundamentales los controles tectónicos y estructurales para la caracterización del depósito y el emplazamiento.
- El estilo de mineralización varía extremadamente entre los depósitos (vetas de stockwork, brecha a depósitos diseminados/reemplazamiento)
- La zonación de alteración lateral de ensamblajes proximales a distales, depende del tipo de roca encajonante y del grado de metamorfismo.
- La escala y geometría de los sistemas de alteración es altamente variable.

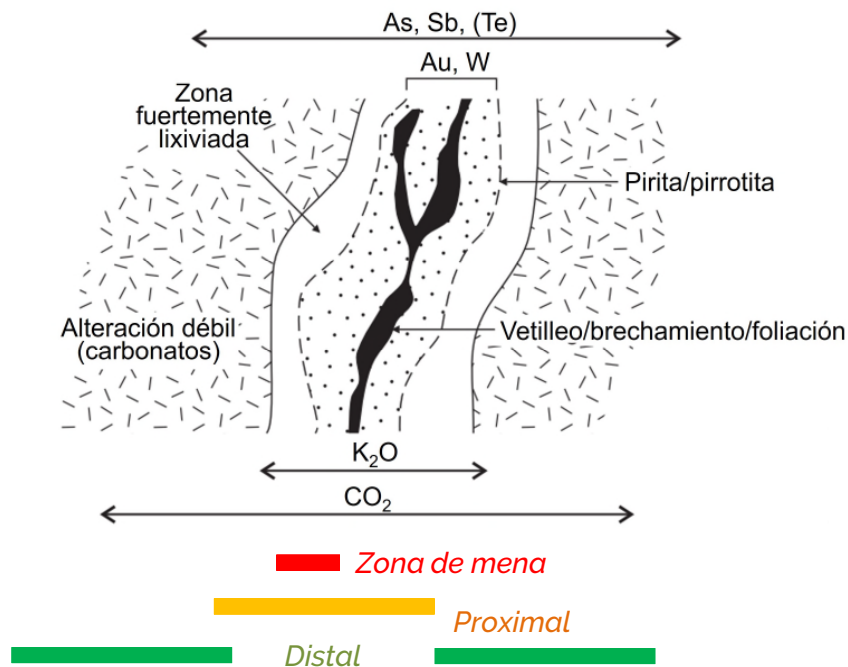


Depósitos de Oro Orogénico

Mineralogía de Alteración

Depósitos de Au Orogénico: Alteración

- El tipo de alteración de la pared rocosa varia de acuerdo a la roca encajonante y el grado de metamorfismo, pero típicamente incluye:
 - Formación de sulfuros de Fe
 - Alteración de carbonatos (dolomita ferrosa, ankerita, calcita subordinada)
 - Metasomatismo potásico (feldespato alcalino, biotita, micas blancas)
 - ± silicificación local



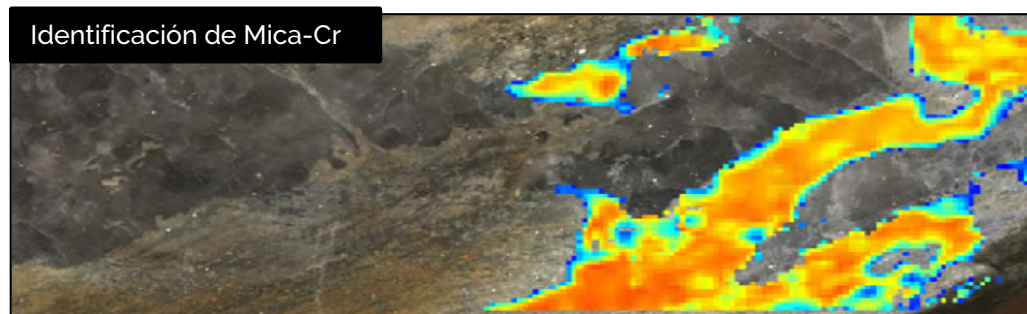
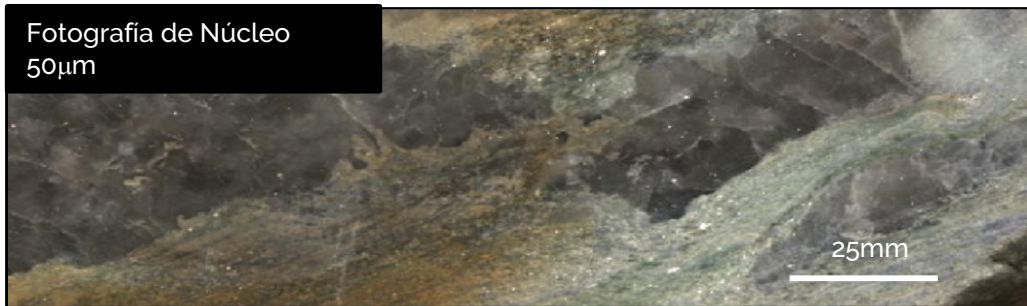
Mineralogía de Alteración Típica en Rocas Máficas

	Grado Bajo	Grado Alto
Zona de mena	Mica blanca, micas con asociación V y Cr (± cuarzo, carbonato, ± turmalina)	
Proximal	Mica blanca, carbonato (siderita, ankerita, dolomita)	biotita-anfíbol-plagioclasa ± magnetita-epidota
Distal	chlorita-calcita ± magnetita-epidota	hornblenda-biotita, plagioclasa

(McQueen, 2005; adaptado de Yeats and Vanderhor, 1998)

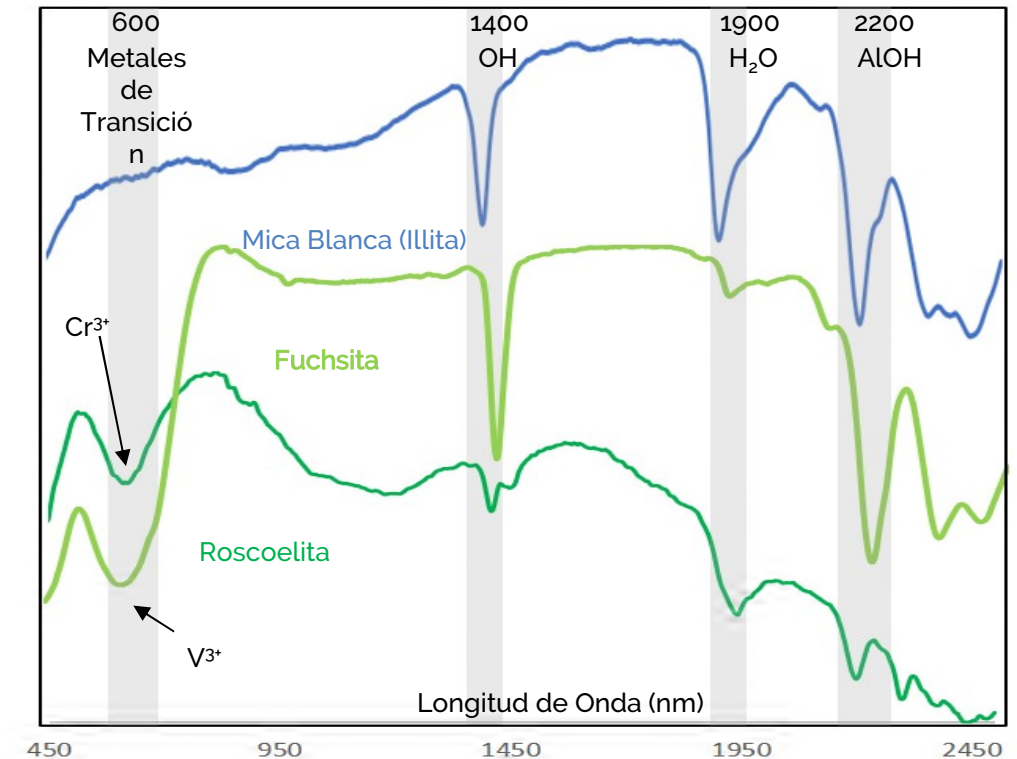
Mineralización y Alteración de la Zona de Mena: Micas

- La sustitución de elementos de transición (Cr^{3+} , V^{3+} , etc.) en las micas blancas deriva en rasgos de absorción en la región $\sim 600\text{nm}$ que está actualmente identificada por los sistemas HCI de Corescan.



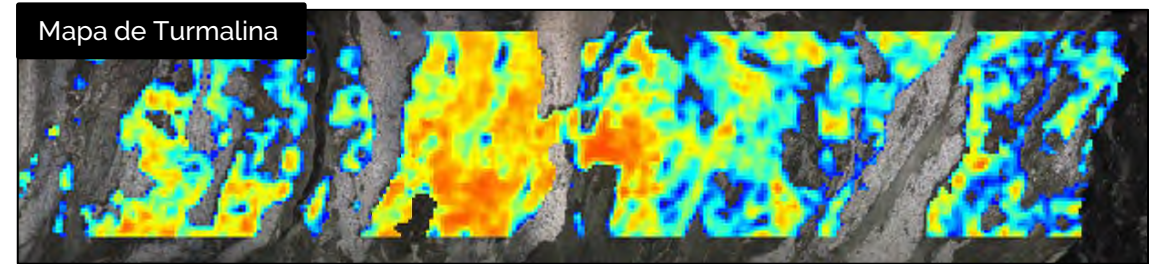
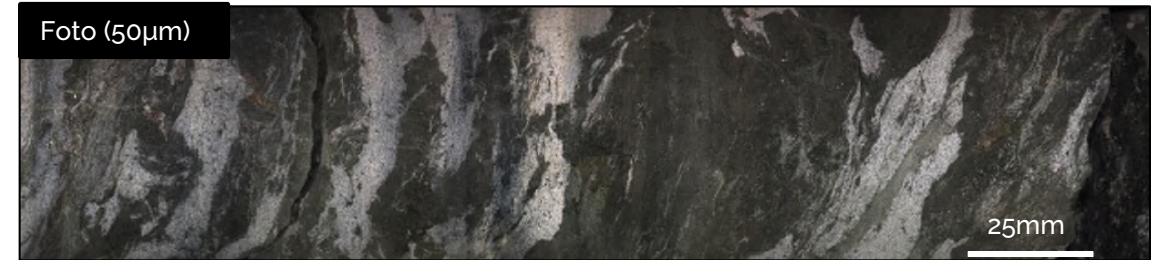
Caracterización de Mica verde (rica en Cr) de un depósito de Au orogénico canadiense.

Región Espectral (nm)

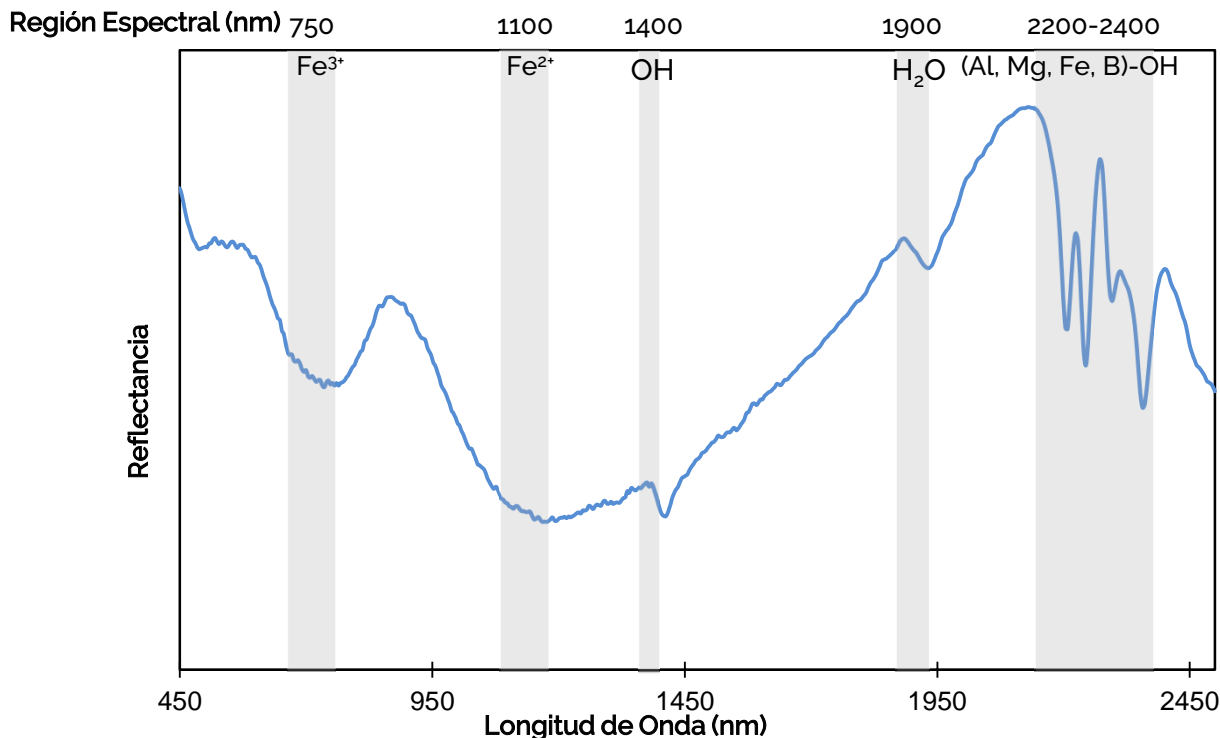


Mineralización y Alteración de la Zona de Mena: Turmalina

- La turmalina es un accesorio común en las vetas de depósitos de Au orogénico y en zonas de alteración proximales.
- La turmalina posee varios rasgos diagnóstico en SWIR y es fácilmente identificable con los sistemas HCI de Corescan.

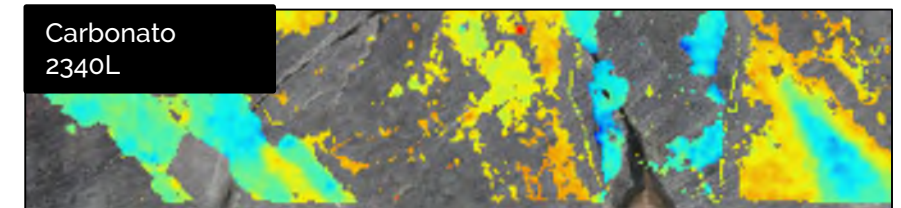
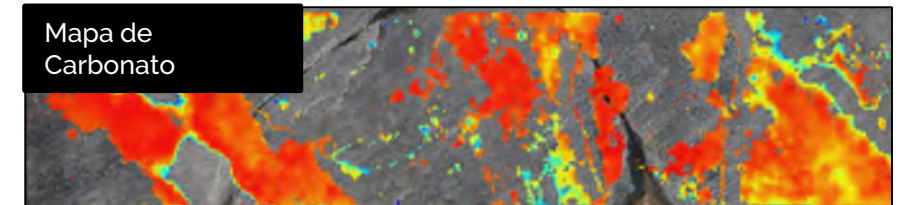
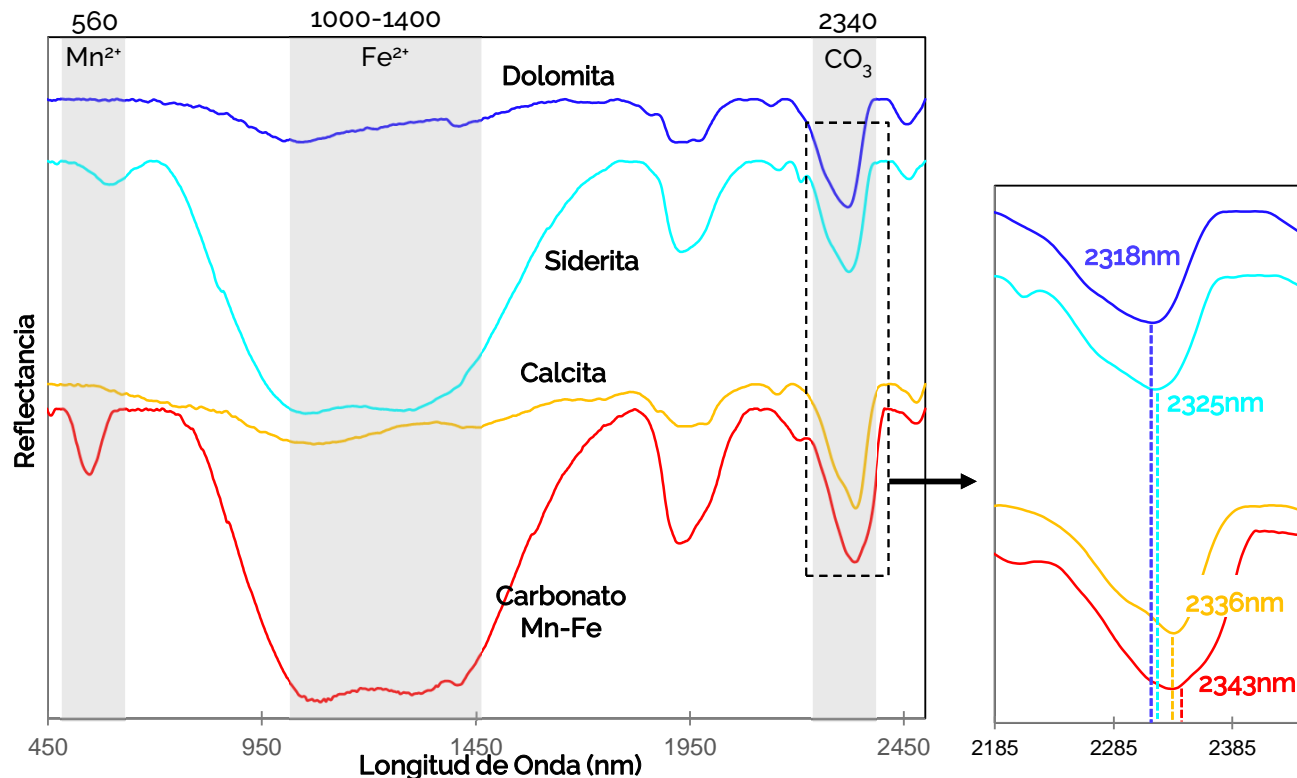



- Nota: dado que la turmalina es estable sobre un rango P-T muy amplio y es altamente resistente a la alteración post deposición, también puede ocurrir distal a la mineralización ± en zonas sin relación a la deposición de oro.



Mineralización y Alteración de la Zona de Mena: Carbonatos

- Los Carbonatos de muchos tipos diferentes (p. ej., magnesita, ankerita, dolomita, calcita) son comunes a través de zonas de deformación regional en los sistemas de Au orogénico.
- Este grupo también representa la mineralogía de alteración más prominente a escala depósito.

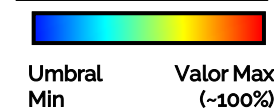
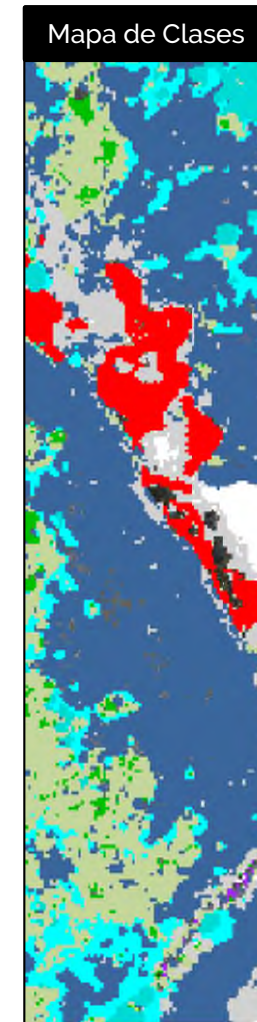
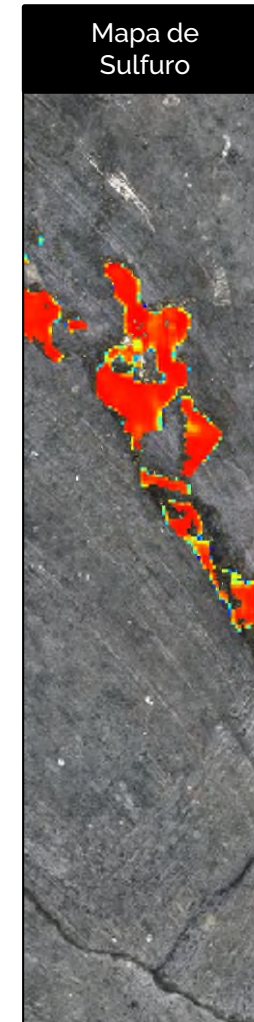
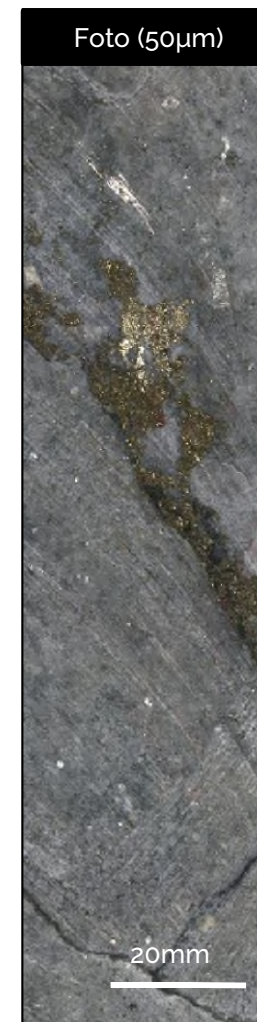
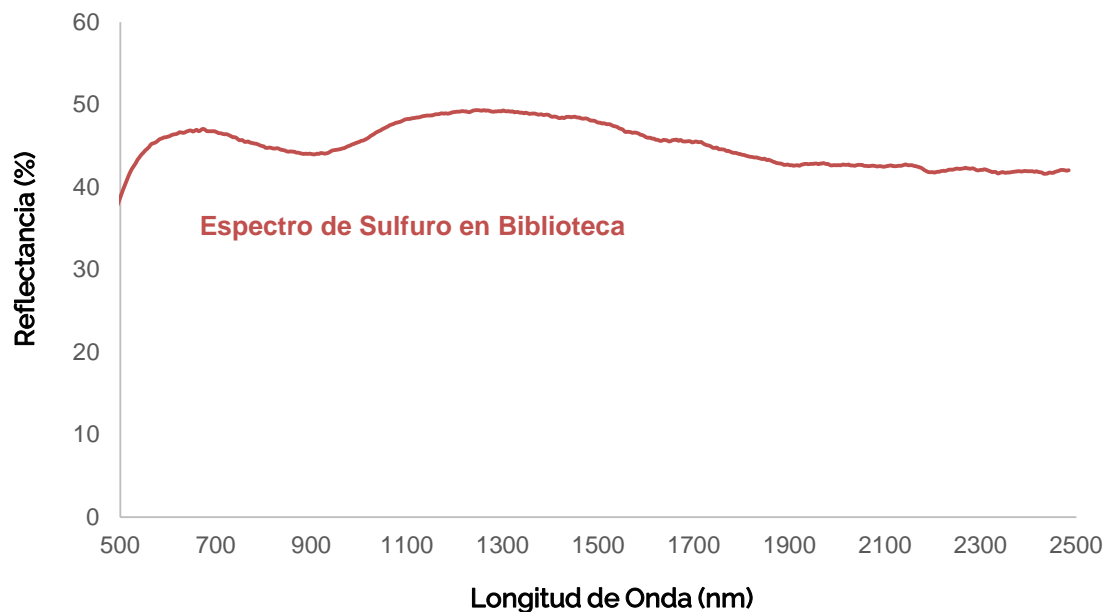


Composición de Carbonato 
2325 nm ↔ 2345 nm

- El metasomatismo de Mg (calcita a dolomita) se rastrea fácilmente en las variedades de carbonato de Ca-Mg usando variaciones en el rasgo de absorción ~2340nm.
- La sustitución de Fe en el carbonato también da como resultado un rasgo espectral muy distintiva en el VNIR que se mapea fácilmente usando el sistema HCl de Corescan.

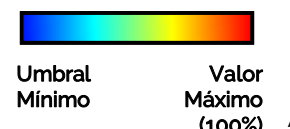
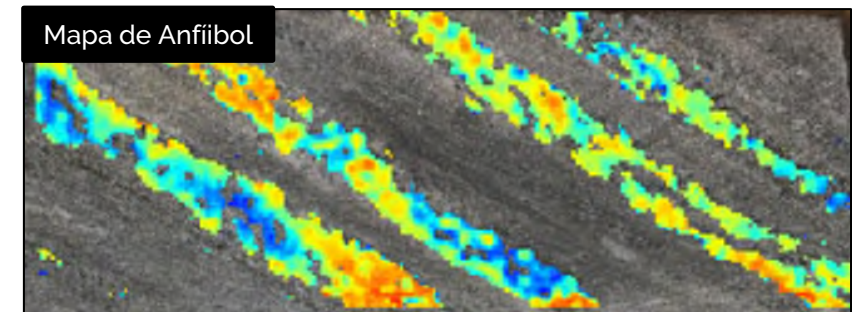
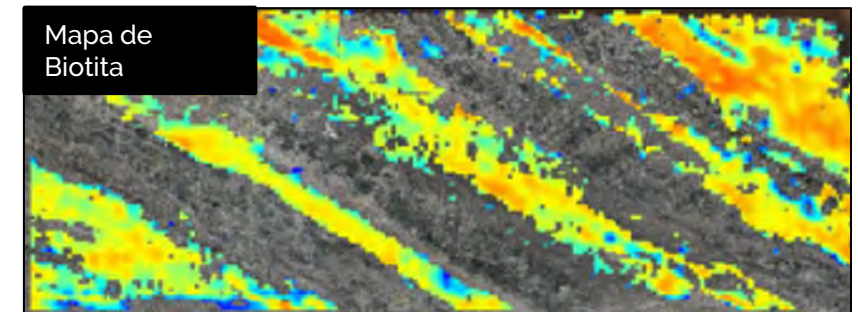
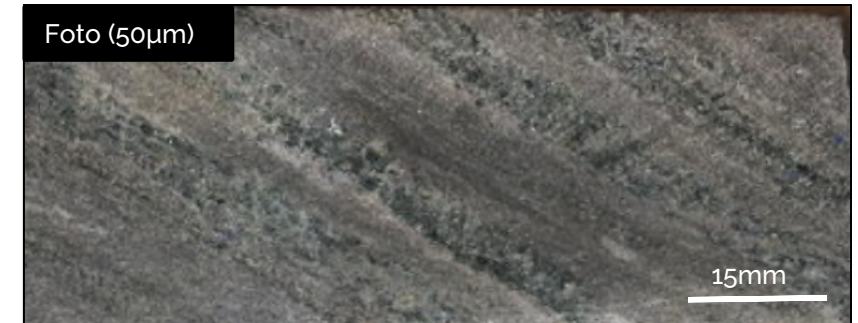
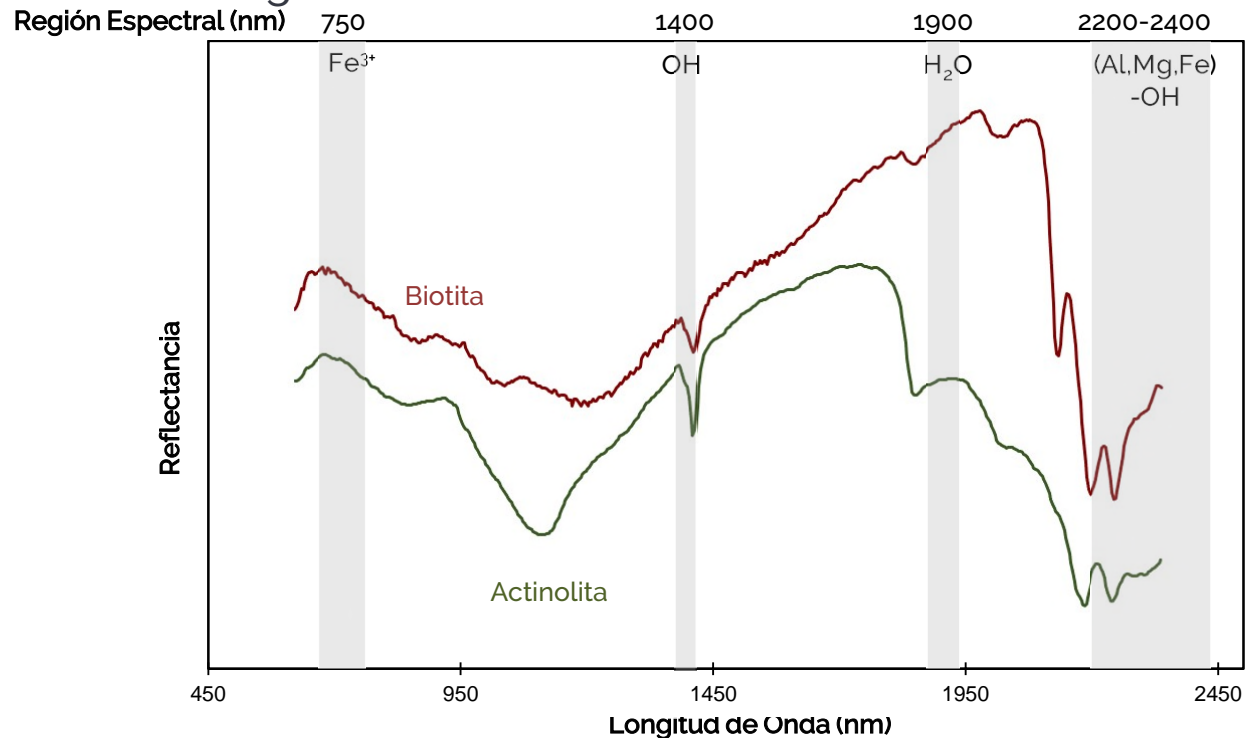
Mineralización y Alteración de la Zona de Mena: Sulfuros

- Los sulfuros de Hierro (e.g., pirita, calcopirita) no poseen rasgos de absorción que los caracterice en el dominio VNIR-SWIR. Sin embargo, la forma total de su firma espectral (además de su textura – en vetas, masiva, etc.) puede permitir una discriminación e identificación general; particularmente para materiales de grano grueso.

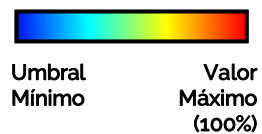
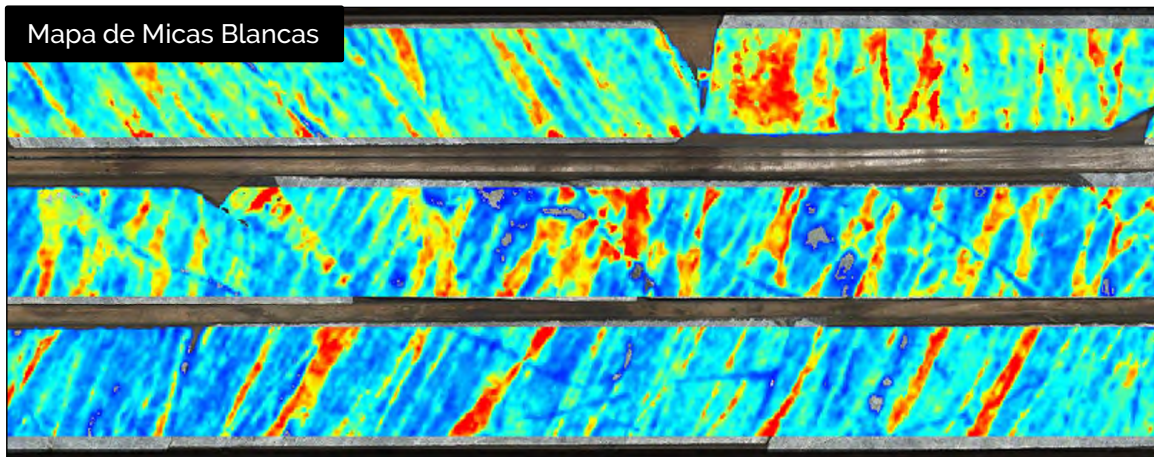
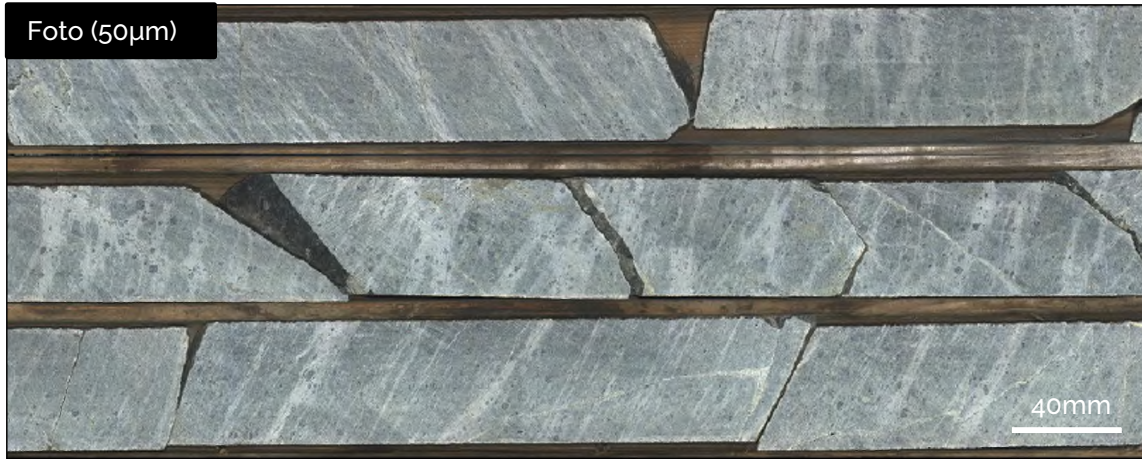


Alteración Proximal : Biotita-Anfíbol

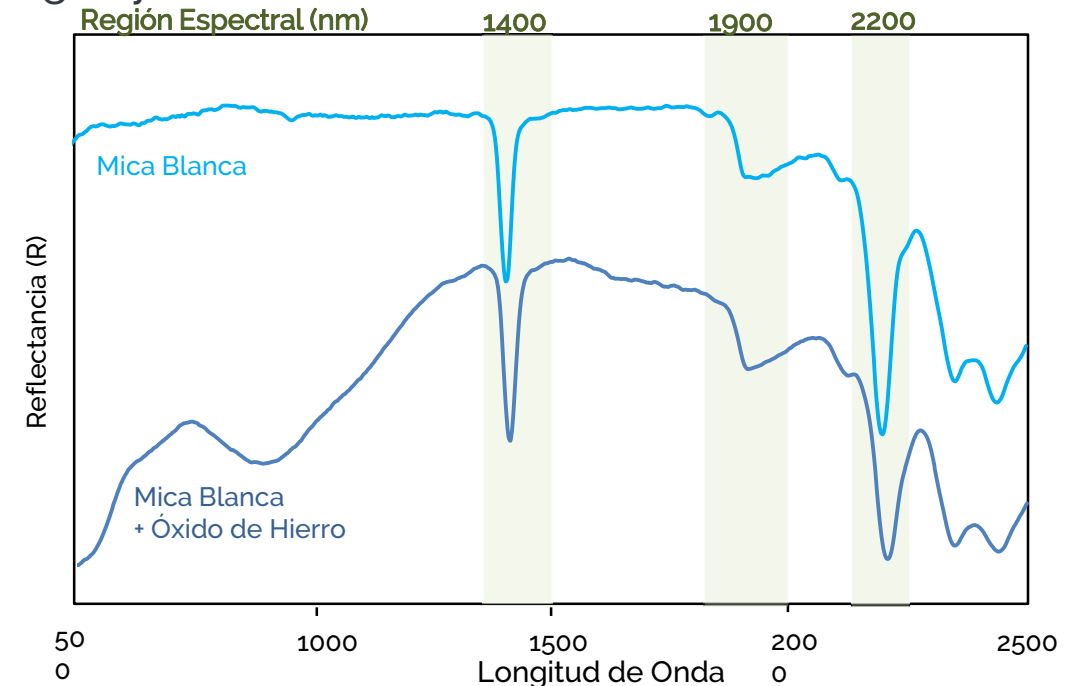
- En grados de metamorfismo relativamente altos, la alteración proximal a las menas de Au orogénico comúnmente resulta en ensamblajes de biotita ± anfíbol y sulfuros, carbonatos (y feldespatos alcalinos variable).
- El grupo de minerales de la biotita- y el anfíbol son fácilmente identificados utilizando sus rasgos VNIR y SWIR. Sus espectros tienen rasgos distintivos correlacionados al contenido de Fe/Mg.



Alteración Proximal: Micas Blancas

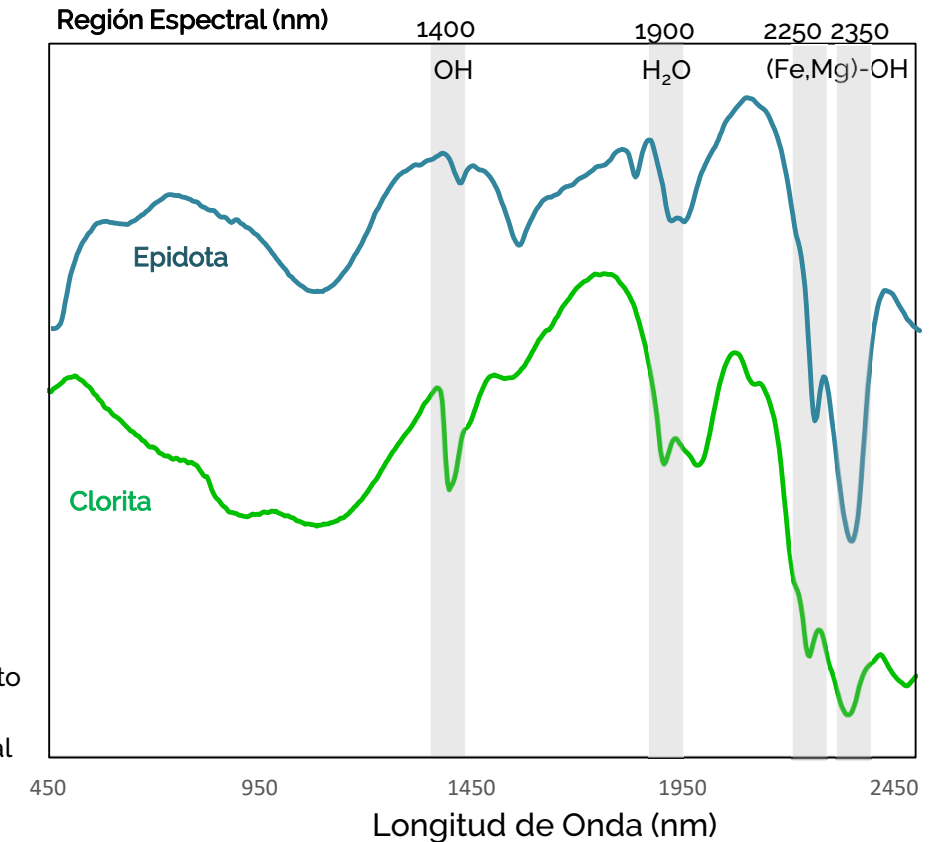
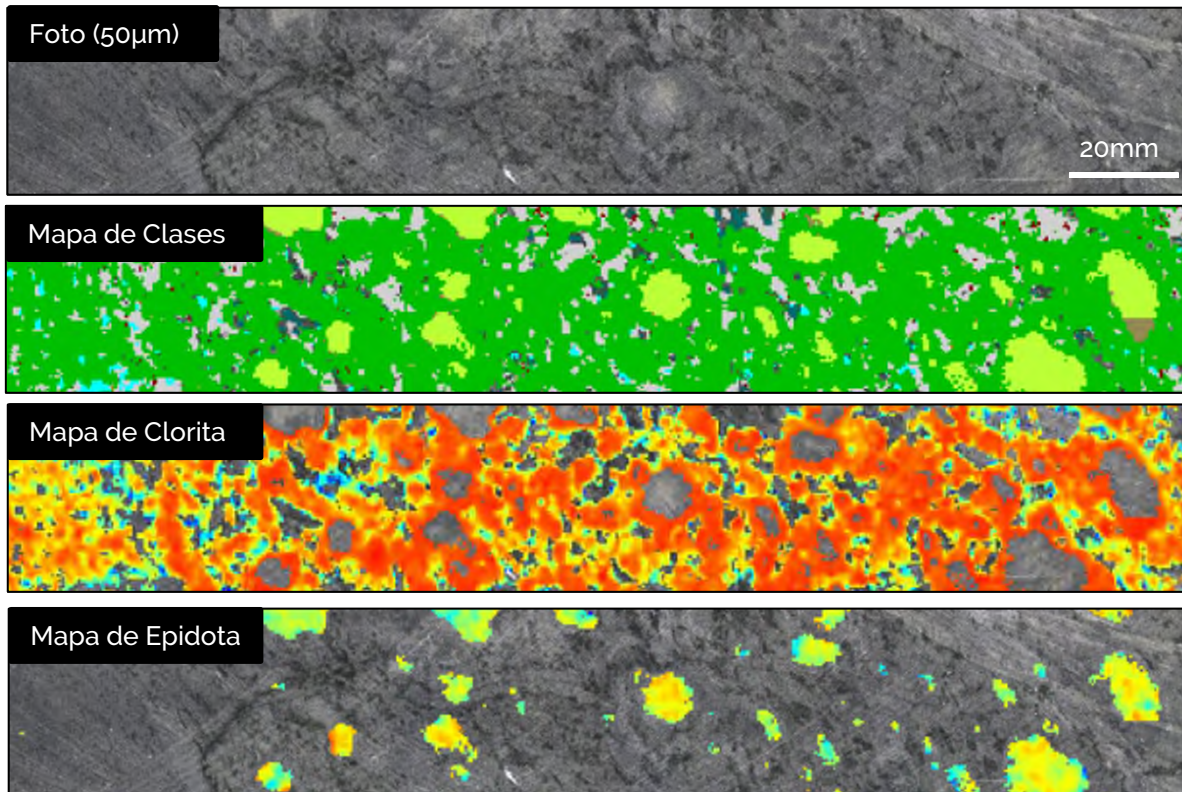


- El término “micas blancas” incluye el grupo de minerales de las micas (moscovita, fengita, paragonita, etc.) como también la illita.
- Los rasgos SWIR diagnósticos incluyen tres rasgos de absorción: a ~1400nm (OH), ~1900nm (H₂O) y ~2200nm (Al-OH). La posición y la forma del rasgo ~2200nm Al-OH es un indicador de composición (paragonita, moscovita o fengita) y cristalinidad de la mica blanca.



Alteración Distal: Clorita-Epidota

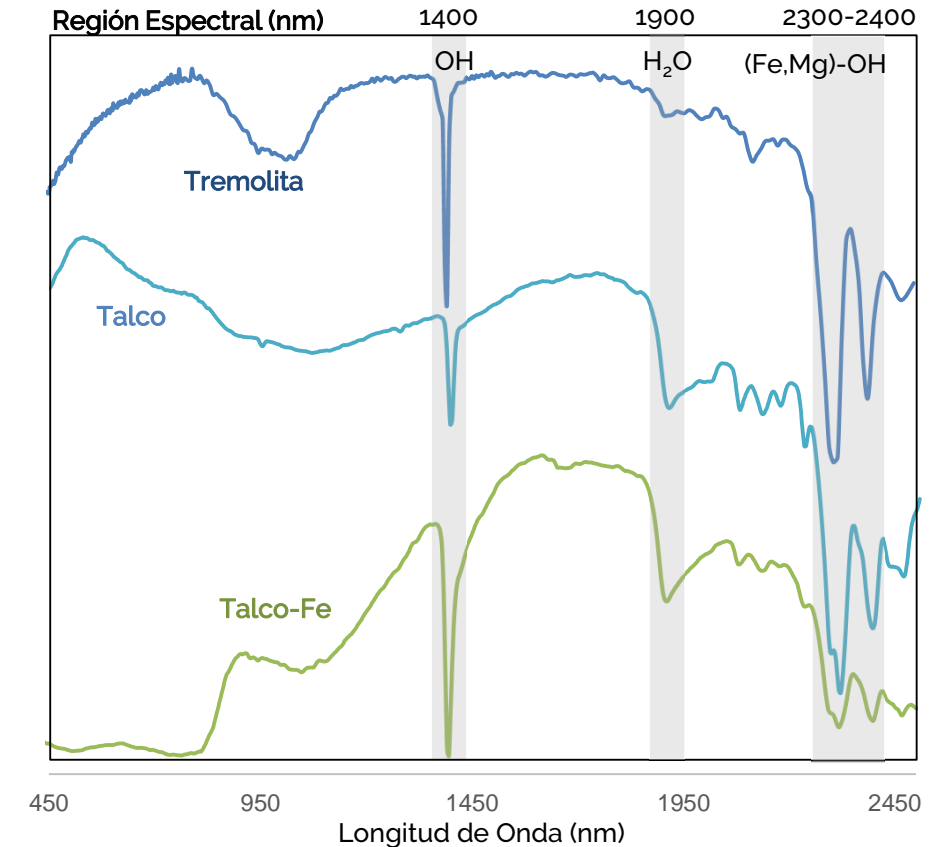
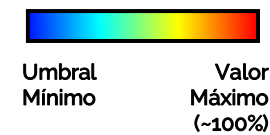
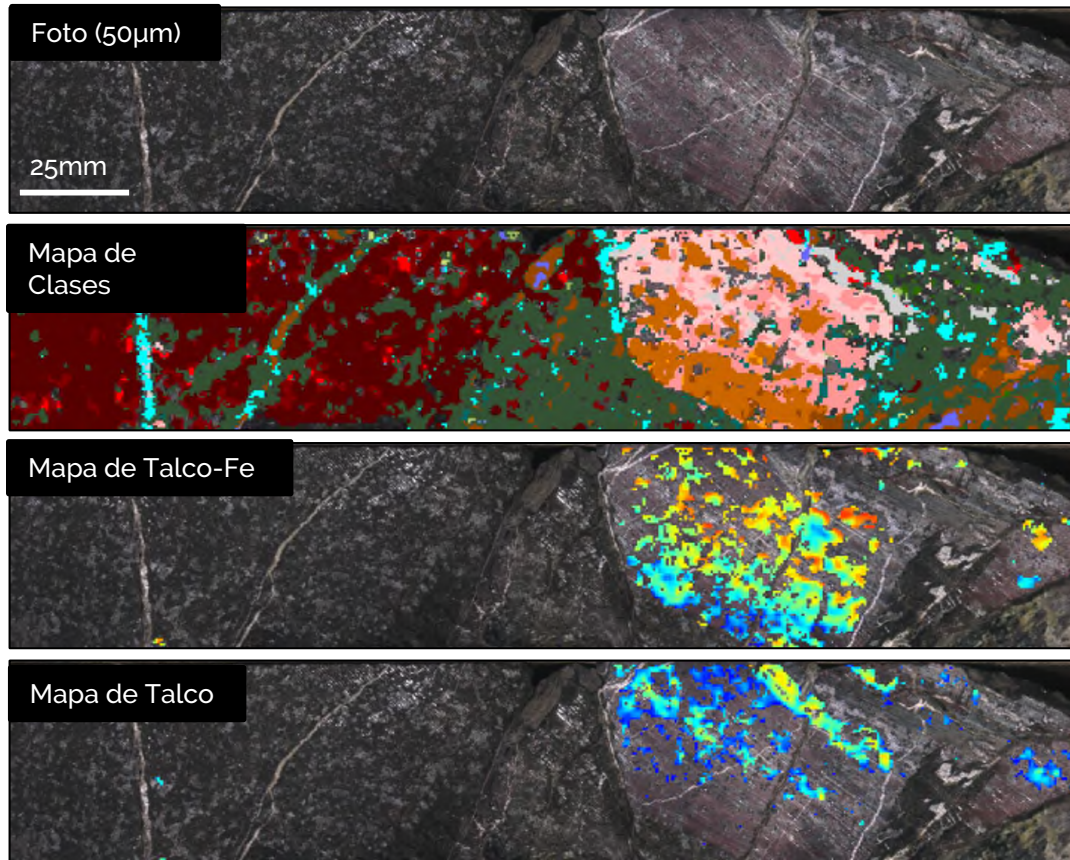
- La clorita y la epidota son minerales de alteración regional comunes en los terrenos orogénicos. Estas fases pueden estar relacionadas genéticamente con eventos de mineralización; dependiendo de la litología hospedante, grado de metamorfismo y condiciones de mineralización.



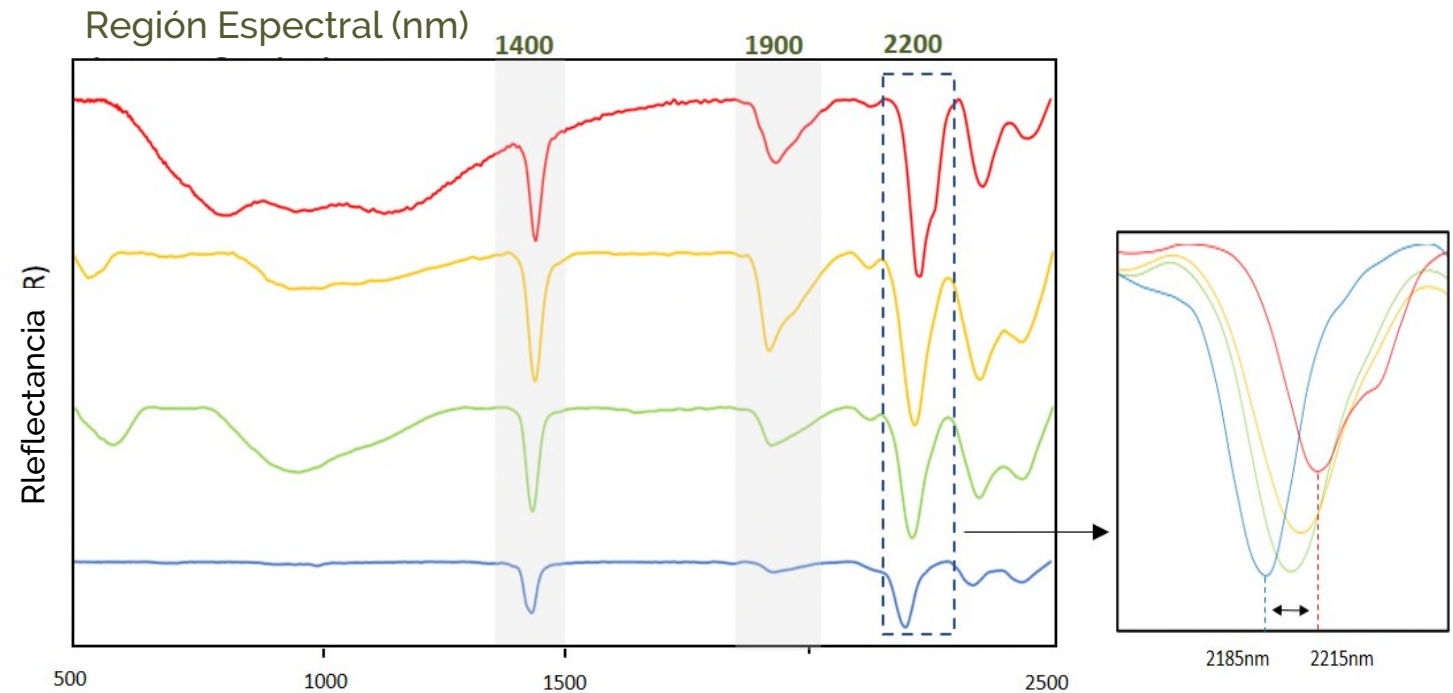
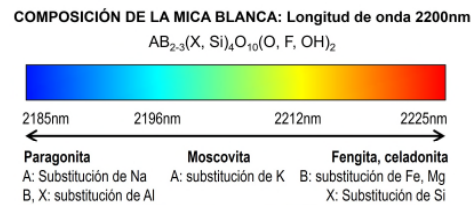
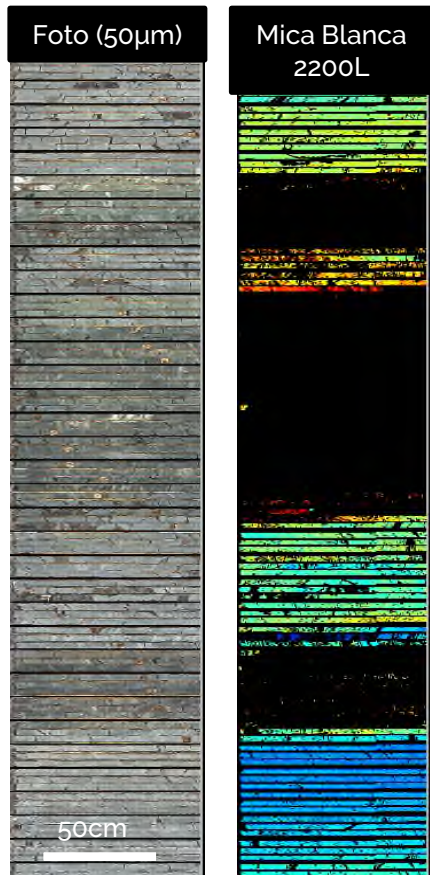
- La clorita y la epidota tienen rasgos distintivos en SWIR y variaciones químicas; pueden ser rastreados utilizando sus rasgos de absorción clave.

Alteración: Litologías Ultramáficas

- Las unidades ultramáficas son hospedantes comunes de mineralizaciones de oro "greenstone" (orogénico) en varios distritos. La alteración típicamente resulta en ensamblajes ricos en Mg e incluye minerales como el talco y la tremolita (adicionalmente a los comunes como la biotita, antofilita y micas blancas).

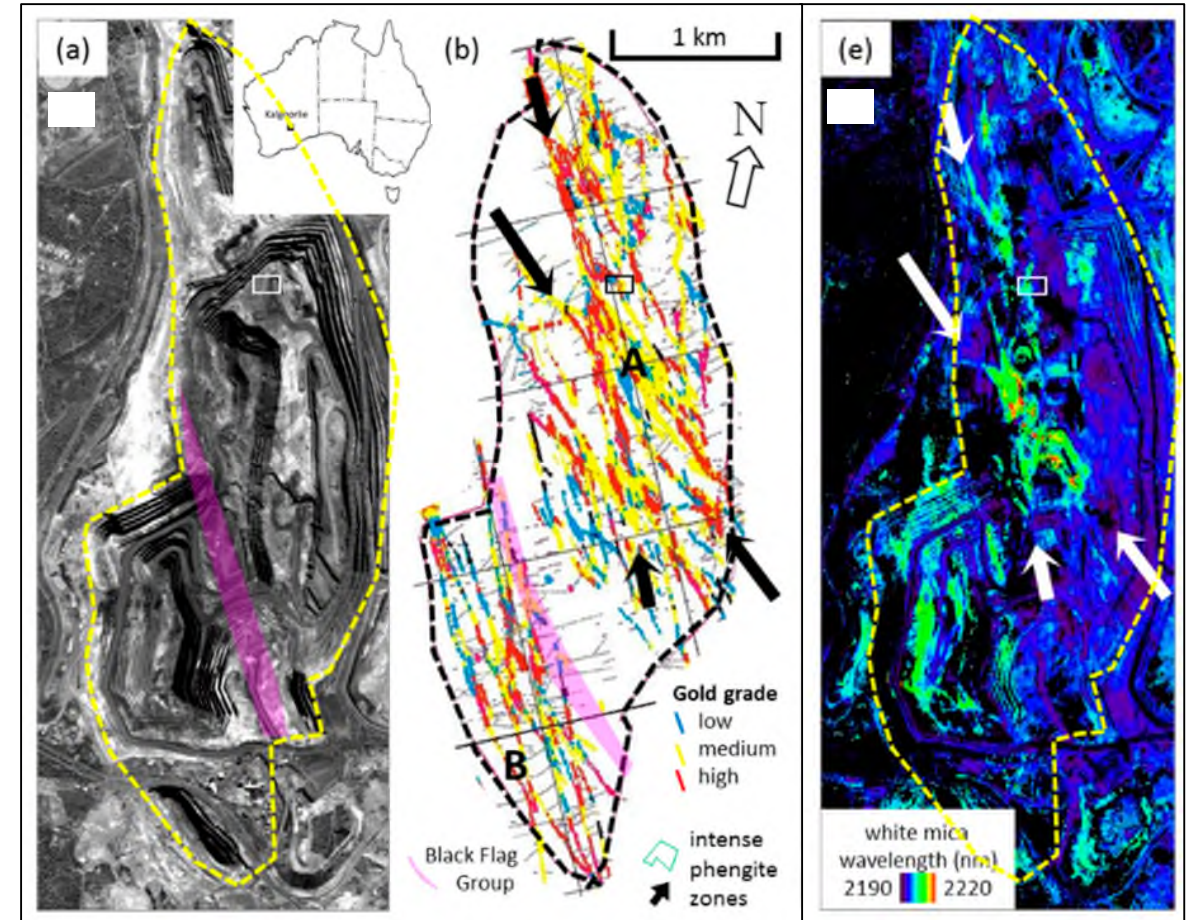


- Las variaciones químicas en el grupo de las micas blancas se rastrean utilizando el rasgo de absorción ~2200nm.



- La posición de longitud de onda mínima de este rasgo está positivamente relacionado al contenido de Fe (+Mg+Mn) y negativamente relacionado al total de Al; correspondiendo a sustitución Tschermak en ambas moscovita e illita.
- Un rango de composiciones de mica blanca, de la fengita a moscovita a paragonita, pueden ser detectadas basándose en las variaciones de longitud de onda del rasgo de absorción 2200 nm.

- Las variaciones químicas de la mica blanca han sido reconocidas como vectores efectivos en varios sistemas de orogénico.
- Los valores de longitud de onda y la tendencia natural son variables, sin embargo, generalmente las micas blancas de longitud de onda más amplia (micas pobres en Al a micas fengíticas) tienden a ocurrir en proximidad a mineralizaciones de oro (Neumayr et al., 2004). Aunque en algunos casos, ocurre la tendencia contraria.
- Estos factores dependen en el tipo de fluidos, pero la ocurrencia de gradientes es la clave para una exploración efectiva.

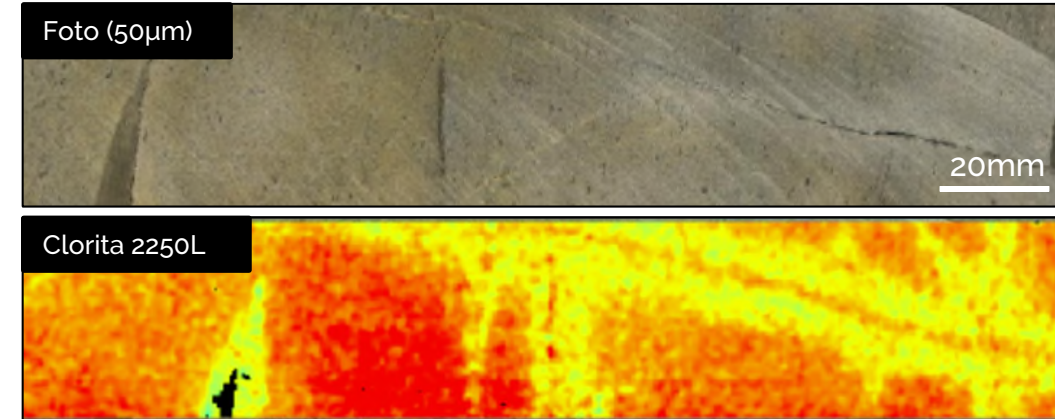
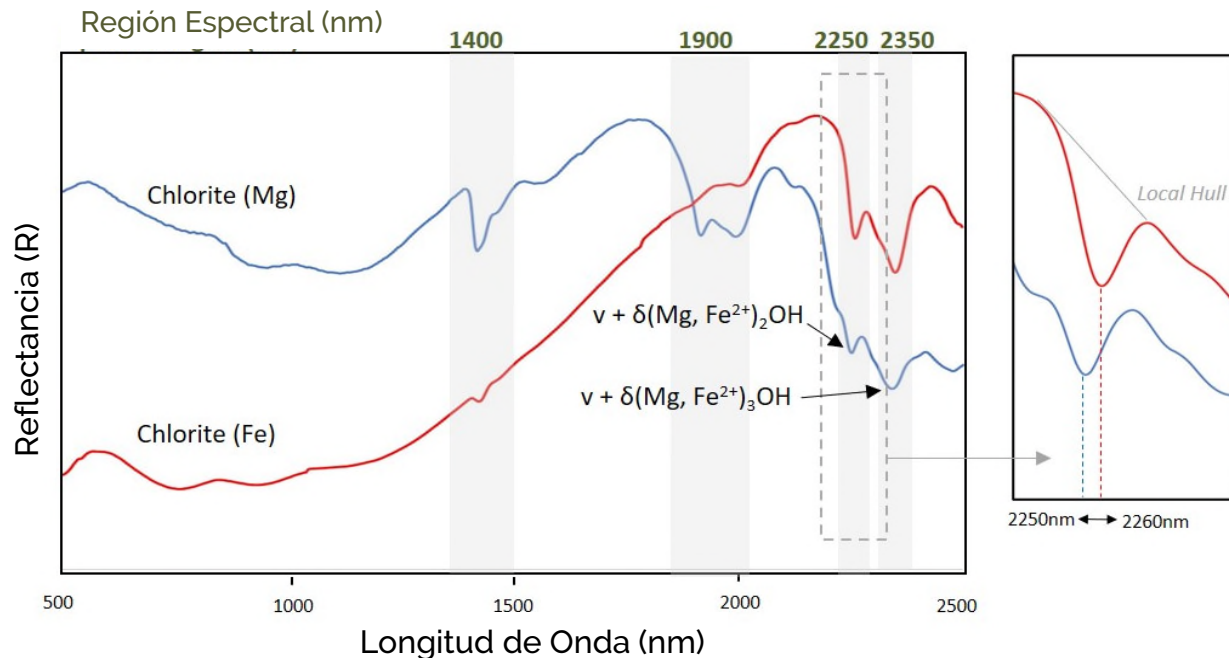


Cudahy, 2016

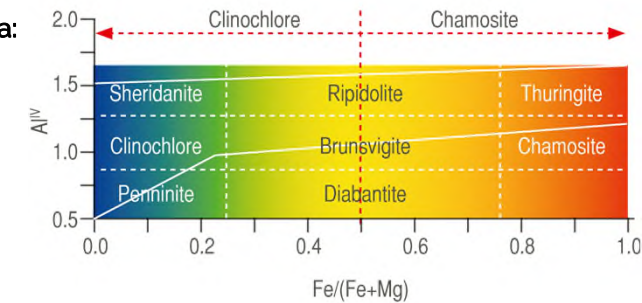
"Supertajo" Kalgoorlie, Australia Occidental, con grado de Au mapeado (centro) y composiciones de mica blanca (derecha). Zonas lineares principales de fengita señaladas con flechas blancas (Cudahy, 2016).

Vectores de Alteración: Química de la Clorita

- Los dos principales rasgos diagnósticos de la clorita a ~2250nm y ~2350nm están asociados con enlaces Fe-OH y Mg-OH.
- La forma y posición de estos rasgos varían con la composición mineral (sustitución Fe/Mg): los rasgos de la clorita rica en Mg ocurren en longitudes de onda más cortas que las de la clorita rica en Fe.



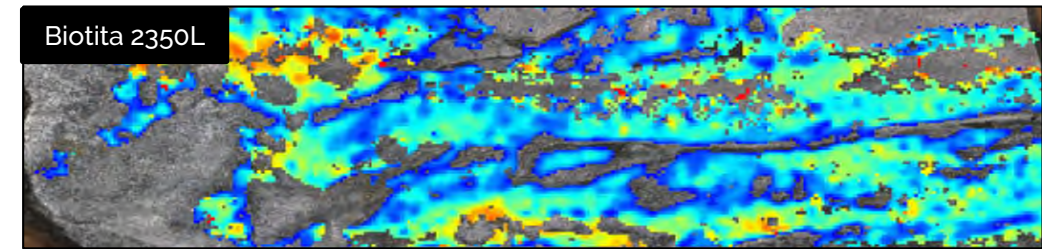
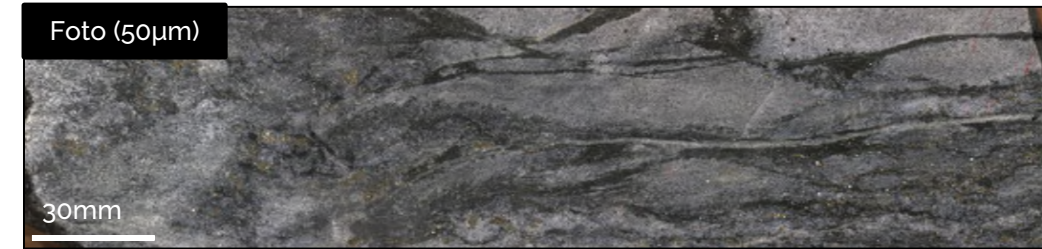
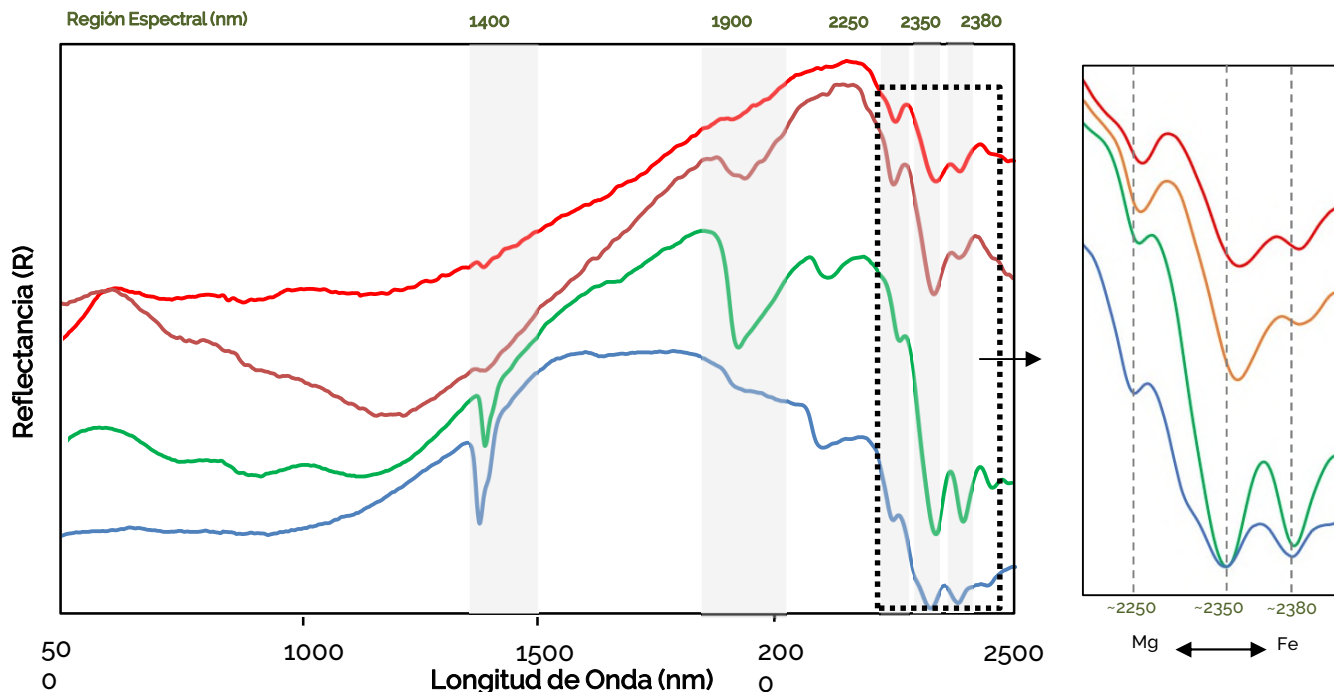
Composición de Clorita:



- El enriquecimiento de Mg en la clorita puede ocurrir proximal a la zona de mena debido a la sulfuración de las litologías máficas hospedantes y a la degradación de silicatos de Fe en las áreas de mineralización.

Vectores de Alteración: Química de la Biotita

- Las variaciones en la química de la biotita (composiciones con enriquecimiento de Fe a Mg) pueden determinarse por cambios de longitud de onda en sus rasgos diagnósticos ya sea a ~2350nm o ~2380nm, lo cual tiende a longitudes de onda más cortas con el incremento de Mg.



Rica en Mg Rica en Fe
2340nm ← → 2360nm

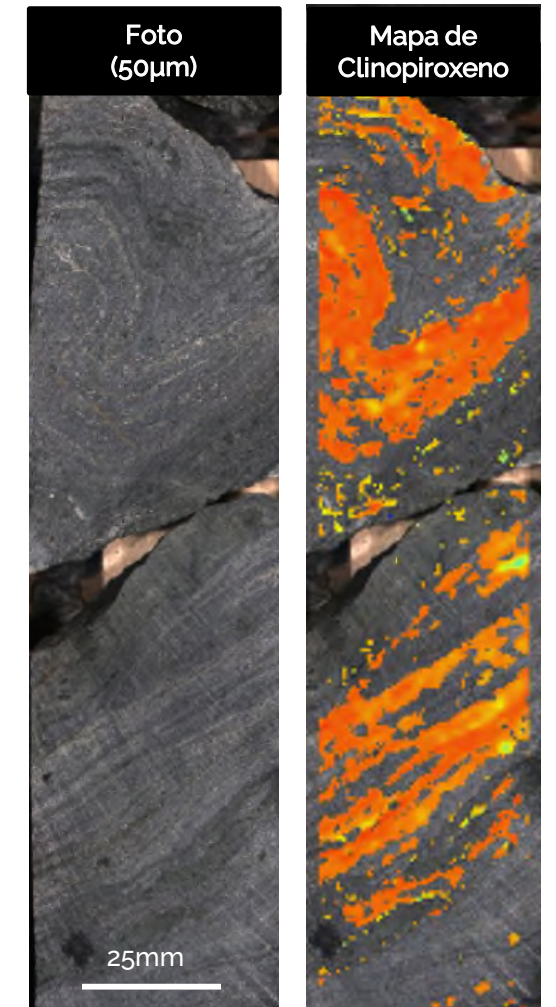
- En ciertos depósitos, un cambio en la química de la biotita se reconoce como sulfuración intensa en la zona de mena y resulta en la formación de biotita rica en Mg (variando a biotita más rica en Fe alejándose de la zona de mena).
- Nota: La escala de estas tendencias químicas es altamente variable y depende de la litología, las rutas de los fluidos y la intensidad de la alteración de cada sistema.*

Depósitos de Oro Orogénico

Rasgos Estructurales

- Los depósitos de Au Orogénico se caracterizan por tener fuertes controles estructurales. La naturaleza de las zonas de mena va a variar dependiendo del grado de metamorfismo, la roca hospedante y el régimen de estrés (local y regional).
- Los rasgos estructurales clave comúnmente incluyen:
 - Zonas con alta tensión anómala dentro de una zona de deformación.
 - Anisotropía estructural preexistente.
 - Una litología preferencial, en donde existe una fuerte competencia tipos de roca adyacente.
 - Pliegues.

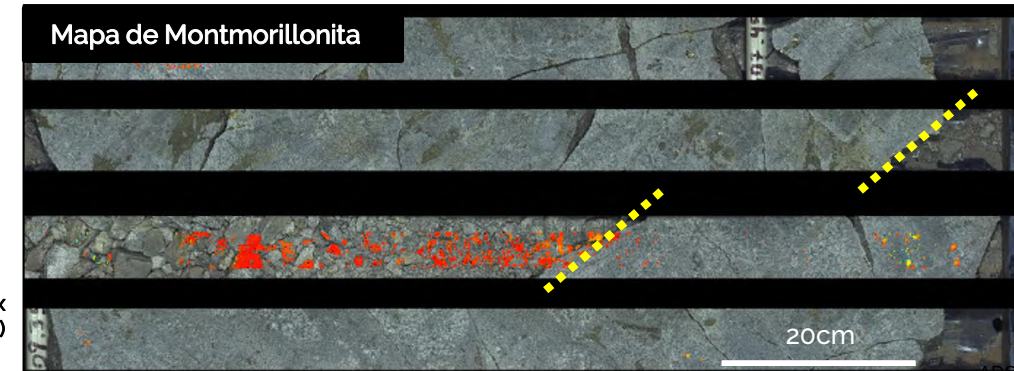
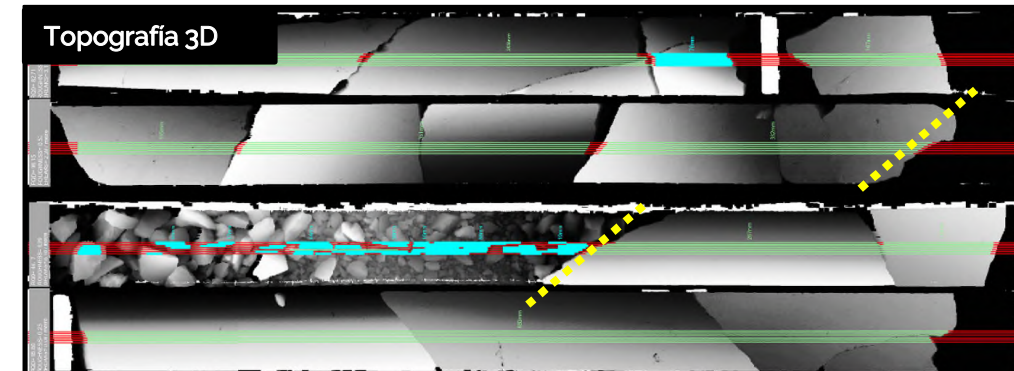
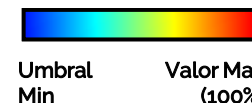
La capacidad para generar imágenes de los sistemas HCI de Corescan permiten la integración de datos mineralógicos con información estructural para entender y definir de mejor manera las características estructurales.



Detección y Mapeo de Fallas

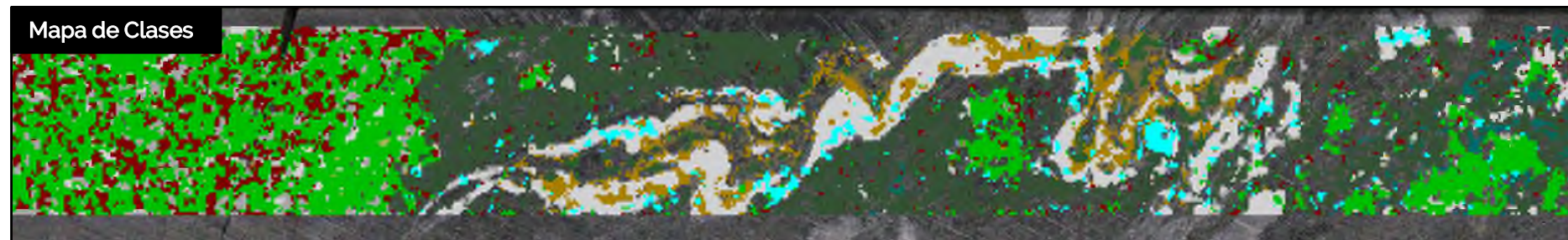
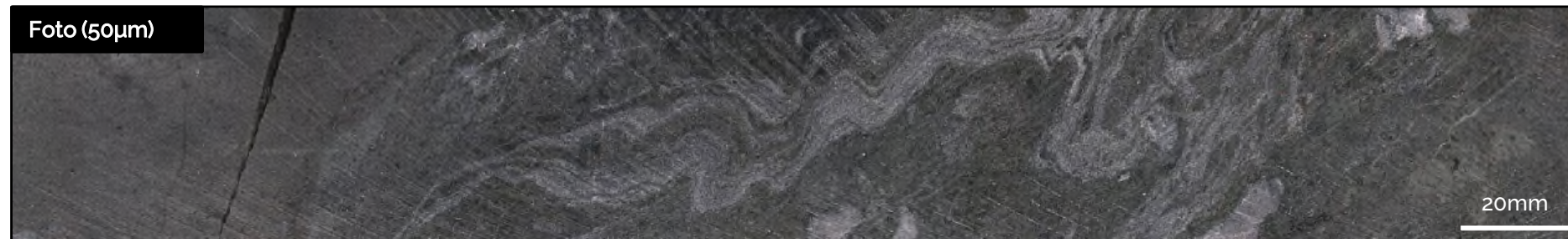
- Los cambios mineralógicos intensos y las zonas de brecha en el núcleo pueden indicar la presencia de fallas o gubia de falla.
- Las arcillas (esmectitas, caolinita, illita) son componentes comunes en las gubias de falla, las cuales todas son identificables con rasgos diagnósticos en SWIR.
- Los datos del perfilador láser (topografía 3D) pueden utilizarse para calcular variables geotectónicas simples (etiquetados como “pseudo” parámetros para distinguirlos de los datos geotectónicos tradicionales). Fracturas promedio por metro (*pseudo*-average), un proxy de rugosidad de superficie, y valores de pseudo RQD, son productos estándar de Corescan.





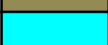



Etiqueta de Imagen	Descripción
RQD	$\sum \text{Largo de núcleo} > 10\text{cm} / \text{largo total de intervalo de núcleo}$ (de Deere et al., 1957)
Fracturas	Identificación de fracturas a través de la detección de la altura de núcleo debajo de un límite determinado (incluye fracturas naturales y mecánicas)
Rugosidad	Basada en la variación promedio de altura en la superficie del núcleo (debajo de un umbral gradiente determinado)



Rasgos Estructurales: Deformación Dúctil

- Los depósitos de Au orogénico generalmente tienen una historia estructural compleja y pueden tener varias fases diferentes de deformación, incluyendo cizallamiento dúctil y plegamiento.
- La mineralogía rica en filosilicatos favorece una fuerte respuesta dúctil durante la deformación y la ocurrencia de micas, clorita, biotita y serpentina puede ser mapeada usando rasgos en VNIR y SWIR.




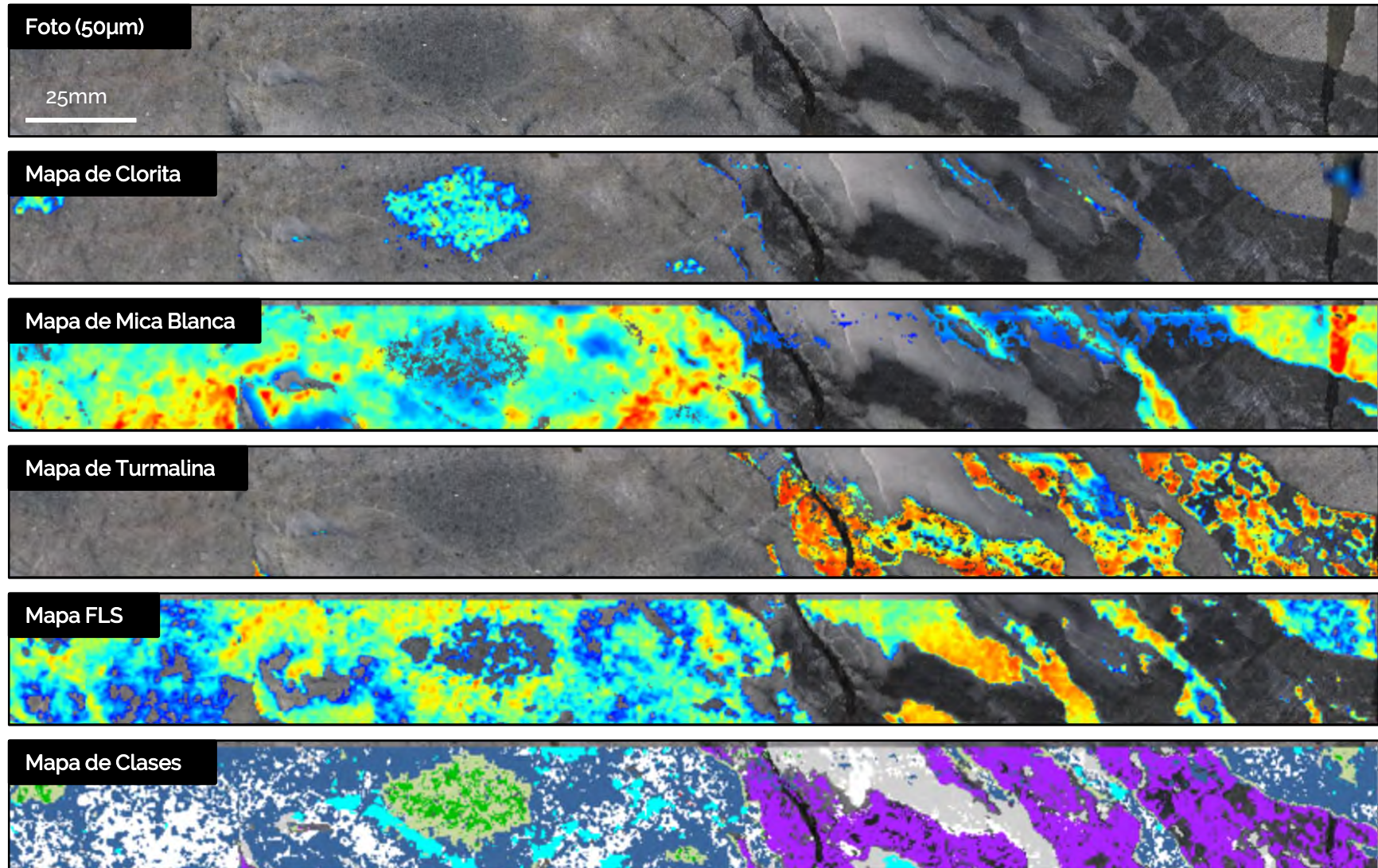
FLS*	
Clorita	
Clinopiroxeno	
Anfibol de Fe	
Ortopiroxeno	
Carbonato	
FLS -Tipo 2	
Biotita	

[Vínculo al repositorio de MDNR](#)

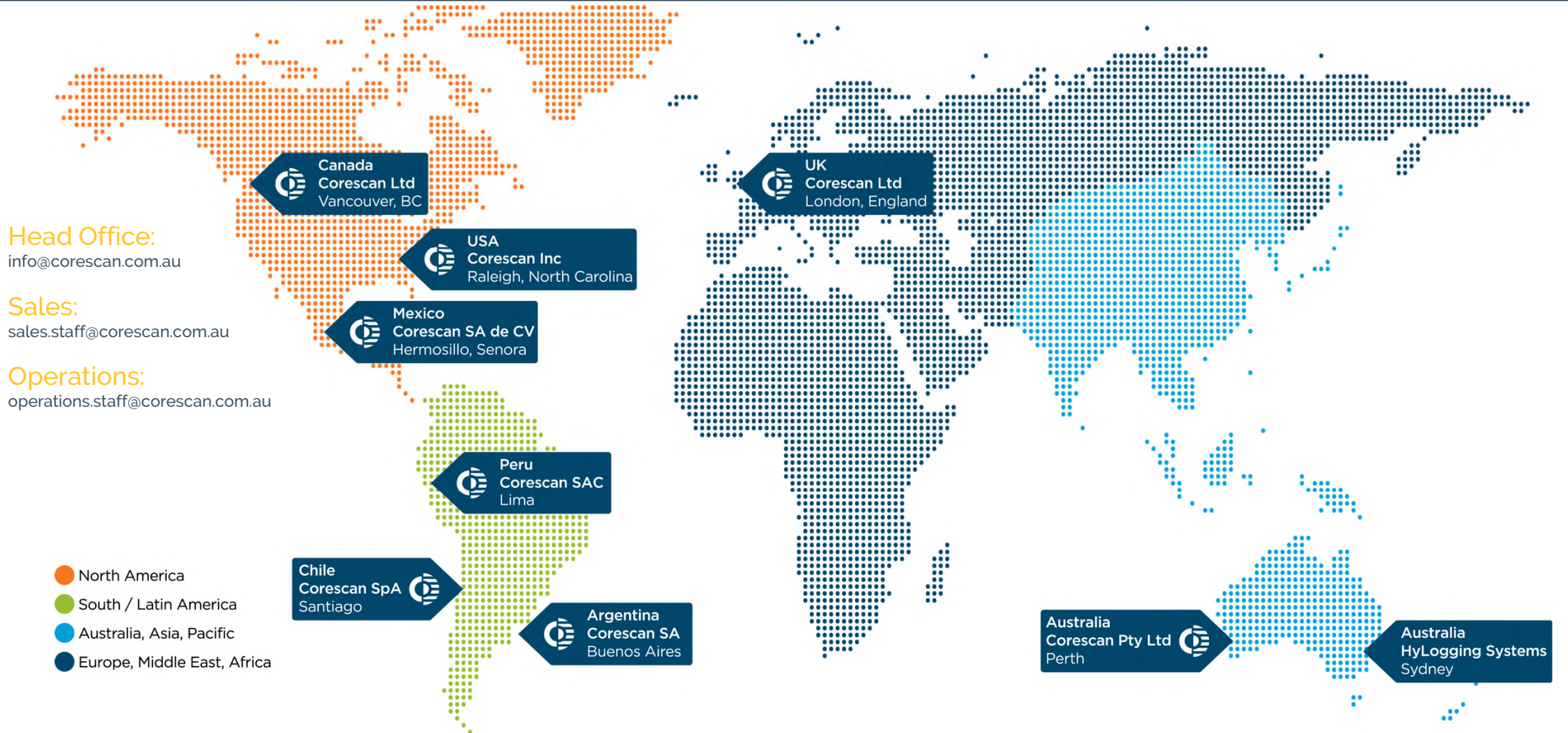
*FLS indica el espectro "Feature Less Slope" sin rasgos de absorción diagnóstico. Puede representar ocurrencia de cuarzo y/o feldespato.

- Los plutones félsicos y las rocas volcánicas tienden a comportarse relativamente competente durante la deformación en terrenos orogénicos, y por tanto comúnmente albergan una mineralización y alteración relacionada a fracturas.
- La identificación de características estructurales puede mejorarse utilizando tecnologías de imágenes hiperespectrales y el mapeo de la mineralogía detallada.

Turmalina	
Sílice	
Clorita	
Mica Blanca + Clorita	
Mica Blanca	
Carbonato	
FLS	



Corescan Offices



Head Office:
info@corescan.com.au

Sales:
sales.staff@corescan.com.au

Operations:
operations.staff@corescan.com.au

- North America
- South / Latin America
- Australia, Asia, Pacific
- Europe, Middle East, Africa

Quick Contacts

Head Office: info@corescan.com.au
Sales: sales.staff@corescan.com.au
Operations: operations.staff@corescan.com.au

Global Contacts

Head Office
CoreScan Pty Ltd
1/127 Grandstand Road
Ascot, WA, 6104
Australia
T: +61 8 9277 2355
corescan.com.au

Chile
CoreScan SpA
San Pablo #9900
Oficina 5, Edificio 1
Pudahuel, Santiago, Chile
T: +56 2 2712 5057
E: info@corescan.cl
corescan.cl

Mexico
CoreScan SA de CV
Rosa de Castilla Poniente 5
Col. Quinta Emilia, C.P. 83214
Hermosillo, Sonora, México
T: +52 55 5350 5577
E: info@corescan.mx
corescan.mx

Canada
CoreScan Ltd
1055 W. Hastings St, Suite 1900
Vancouver, BC, V6E2E9
Canada
T: +1 778 715 9991
E: info@corescan.com.au
corescan.com.au

Australia, Asia, Pacific
CoreScan Pty Ltd
1/127 Grandstand Road
Ascot, WA, 6104
Australia
T: +61 8 9277 2355
E: info@corescan.com.au
corescan.com.au

UK, Europe
CoreScan Ltd
4/219 Kensington High Street
Kensington, W8 6BD
England, United Kingdom
T: +44 203 389 7522
E: info@corescan.co.uk
corescan.co.uk

Peru
CoreScan SAC
Av. San Borja Sur 947
Urb. San Borja. Lima
Perú
T: +51 1 700 3328
E: info@corescan.pe
corescan.pe

USA
CoreScan Inc
104 S. Estes Drive, Suite K
Chapel Hill, NC, 27514
USA
T: +1 919 964 5050
E: info@corescan.com.au
corescan.com.au

Argentina
CoreScan SA
Reconquista 672, Piso 8
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina
T: +54 11 5171 4330
E: info@corescan.com.au
corescan.com.au

Disclaimer



The information contained in this document is confidential, privileged and only for the information of the intended recipient and may not be used, published or redistributed without the prior written consent of Geoscan Pty Ltd (“Company”) and its controlled entities including Corescan, Coreshed and HyLogger (“Group”). The opinions expressed are in good faith and while every care has been taken in preparing these documents, the Company makes no representations and gives no warranties of whatever nature in respect of these documents, including but not limited to the accuracy or completeness of any information, facts and/or opinions contained therein. The Company, its controlled entities, the directors, employees and agents cannot be held liable for the use of and reliance of the opinions, estimates, forecasts and findings in these documents.