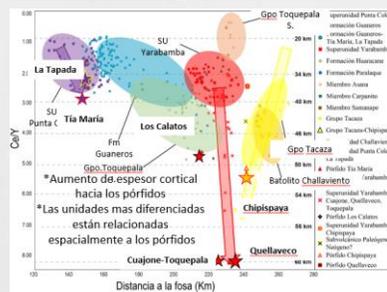
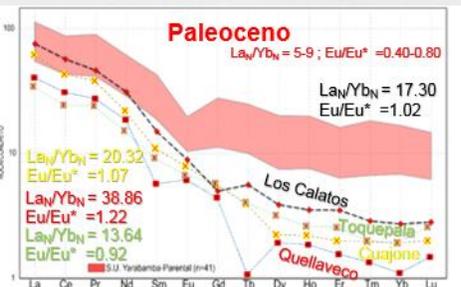
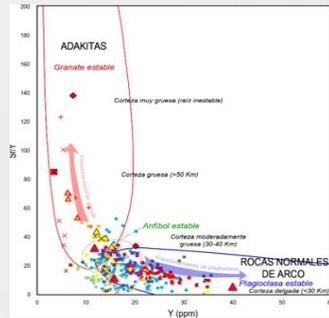
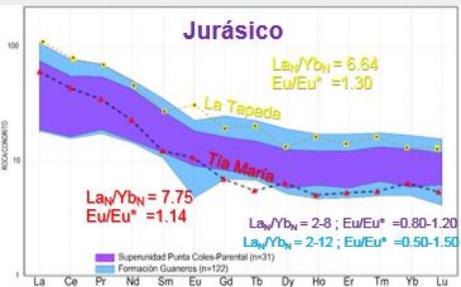




**INSTITUTO
DE INGENIEROS
DE MINAS
DEL PERÚ**

LITOGEOQUÍMICA DEL MAGMATISMO VINCULADO A PÓRFIDOS DE COBRE EN EL SUR DEL PERÚ

INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERÚ



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

EL PERÚ PRIMERO



**INSTITUTO
DE INGENIEROS
DE MINAS
DEL PERÚ**

INTRODUCCIÓN

WWW.IIMP.ORG.PE

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Base teórica	Coeficiente de partición
	Potencial iónico
	Tierras raras
	Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

Ratios litogeoquímicos	La _N /Yb _N -Sr/Y Eu _N /Eu* -señal adakítica
	Nb _N /Ta _N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
	U/Th-contenido de volátiles
	Ce/Y-espesor cortical

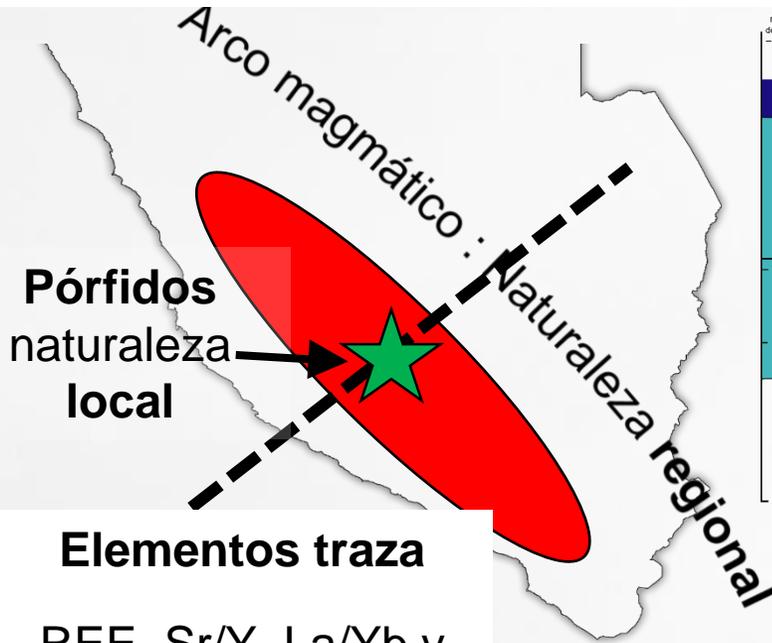
Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

INTRODUCCIÓN

**Elementos mayores y sus óxidos
(SiO₂-K₂O-Na₂O...)-series magmáticas**

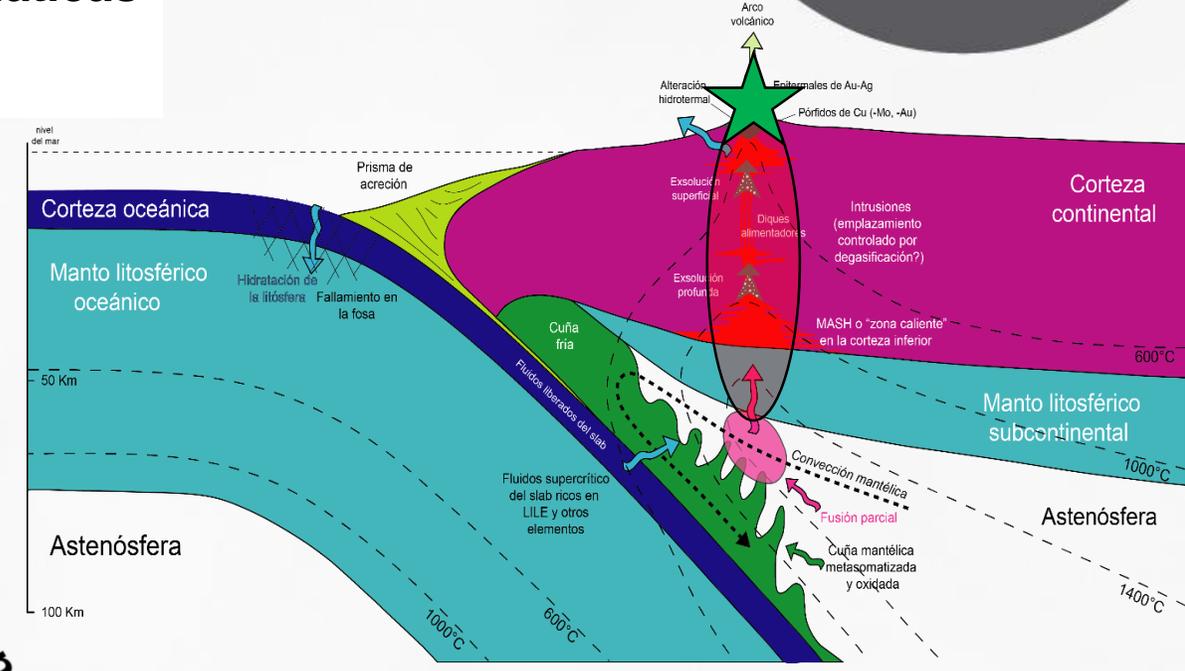
Ejm: serie calcoalcalina



**Pórfidos
naturaleza
local**

Elementos traza
REE, Sr/Y, La/Yb y
Eu/Eu*

- Arcos **Jurásico, Paleoceno y Oligo-Mioceno**, pórfidos de distintas características → diferencias litogeoquímicas.





**INSTITUTO
DE INGENIEROS
DE MINAS
DEL PERÚ**

METODOLOGÍA

WWW.IIMP.ORG.PE



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Base teórica	Coeficiente de partición
	Potencial iónico
	Tierras raras
	Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

Ratios litogeoquímicos	$La_N/Yb_N-Sr/Y$ Eu_N/Eu^* -señal adakítica
	Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
	U/Th-contenido de volátiles
	Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

METODOLOGÍA

- Base **bibliográfica** y proyectos de INGEMMET.
- Visita a los yacimientos Tía María, La Tapada, Los Calatos y Chipispaya. **Muestreo** de unidades ígneas aflorantes.
- Secciones delgadas preparadas en el laboratorio de **petromineralogía** de INGEMMET.
- **Validación** en las fuentes de los datos (publicaciones) y empleando diagramas REE-Spider.
- Implementación de distancia a la fosa oceánica empleando plataformas Google Earth y ArcGis.
- QA/QC de data de laboratorio y procesamiento mediante Excel.



QA/QC

Blancos gruesos, finos, estándares Cu medio, estándares Cu bajo, duplicados fino, grueso y de campo.

ANÁLISIS REALIZADOS

*Multielemental por fusión de peróxido de sodio.
*ICP-AES/ICP-MS.
*Fluorescencia de rayos X (XRF).
*Au por ensayo al fuego 50 g.



**INSTITUTO
DE INGENIEROS
DE MINAS
DEL PERÚ**



CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

WWW.IIMP.ORG.PE

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

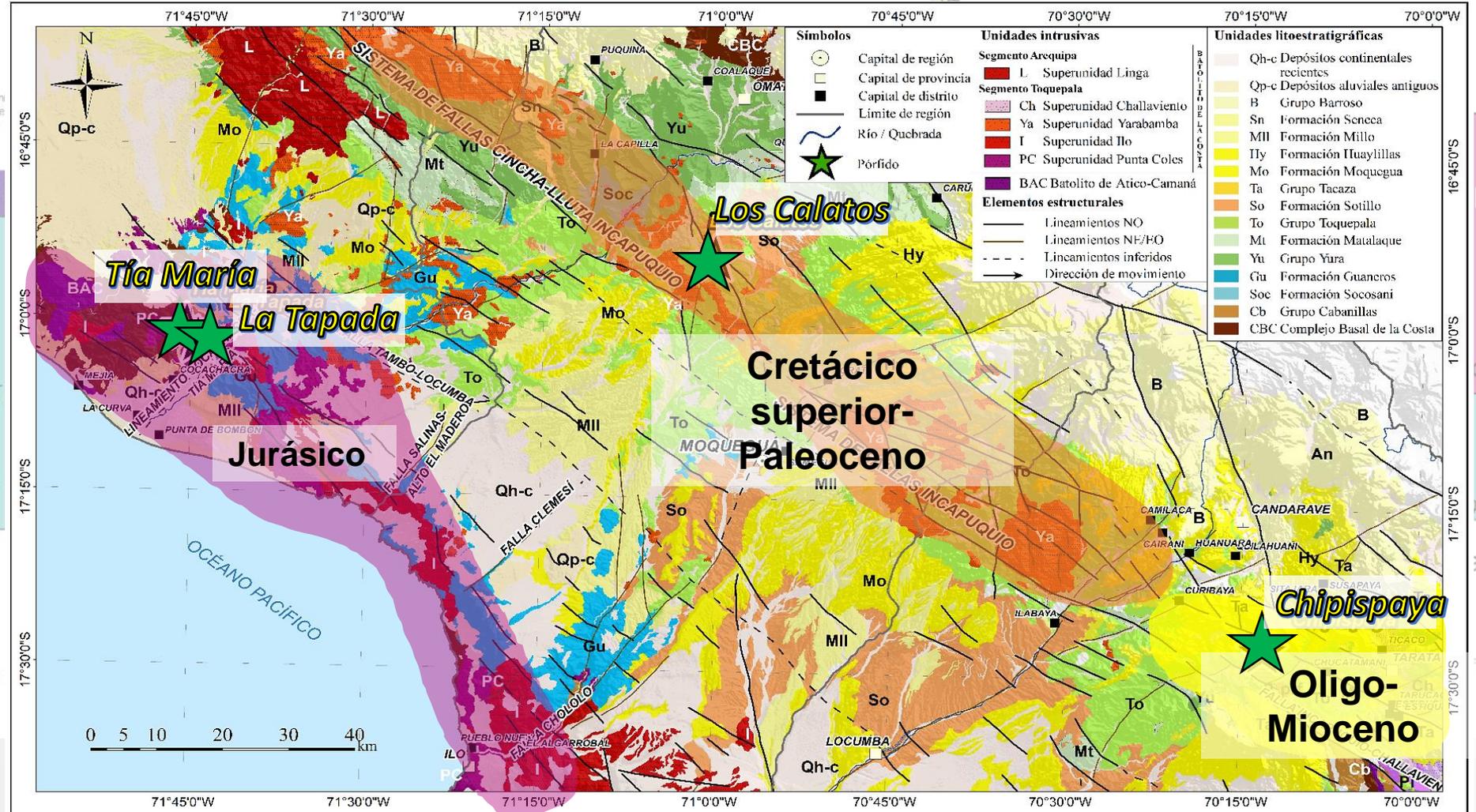
- Base teórica**
- Coeficiente de partición
 - Potencial iónico
 - Tierras raras
 - Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

- Ratios litogeoquímicos**
- $La_N/Yb_N - Sr/Y$ Eu_N/Eu^* -señal adakítica
 - Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica-componente cortical
 - U/Th-contenido de volátiles
 - Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

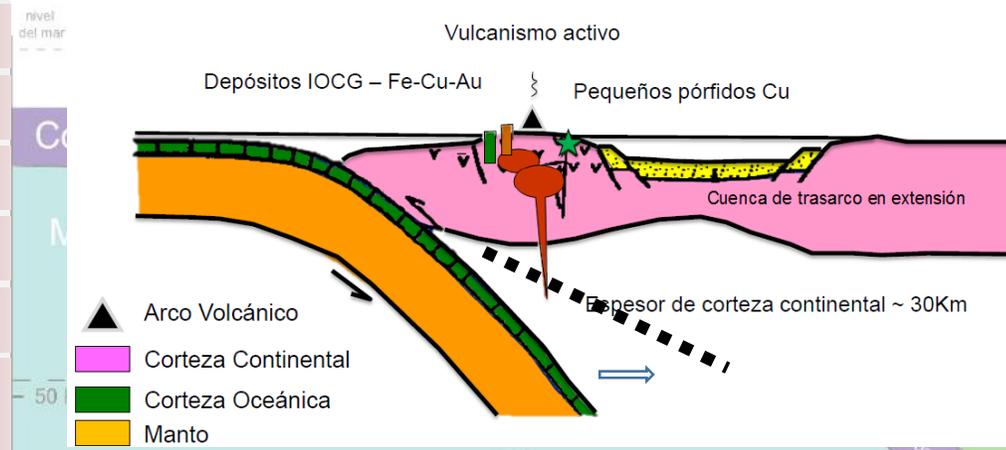
CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

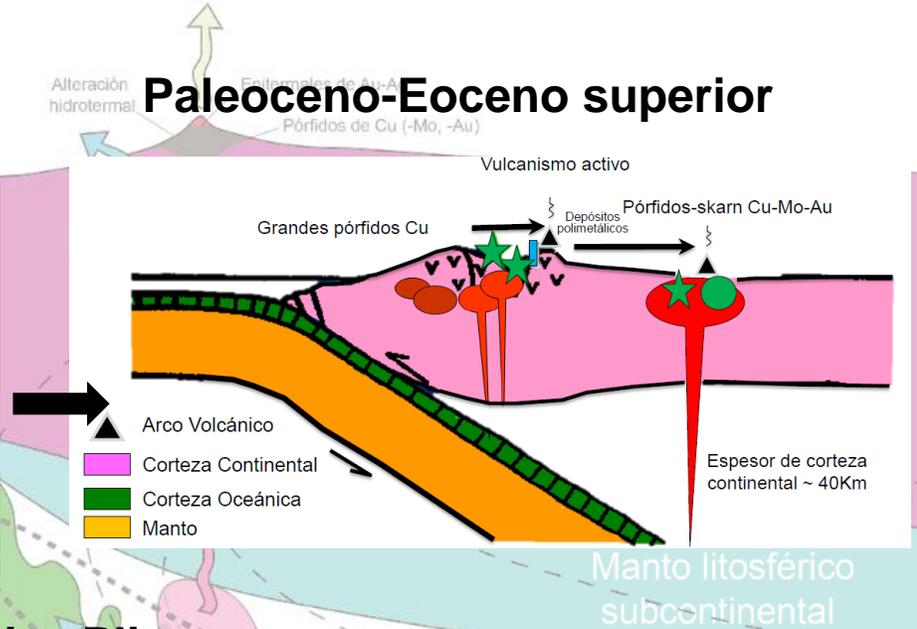
LITOGEOQUÍMICA

Base teórica	Coeficiente de partición
	Potencial iónico
	Tierras raras
	Diagramas Spider
Arcos magmáticos del Sur	
Ratios litogeoquímicos	$La_N/Yb_N - Sr/Y$ Eu_N/Eu^* -señal adakítica
	Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
	U/Th-contenido de volátiles
	Ce/Y-espesor cortical
Guías de exploración-síntesis	
CONCLUSIONES	

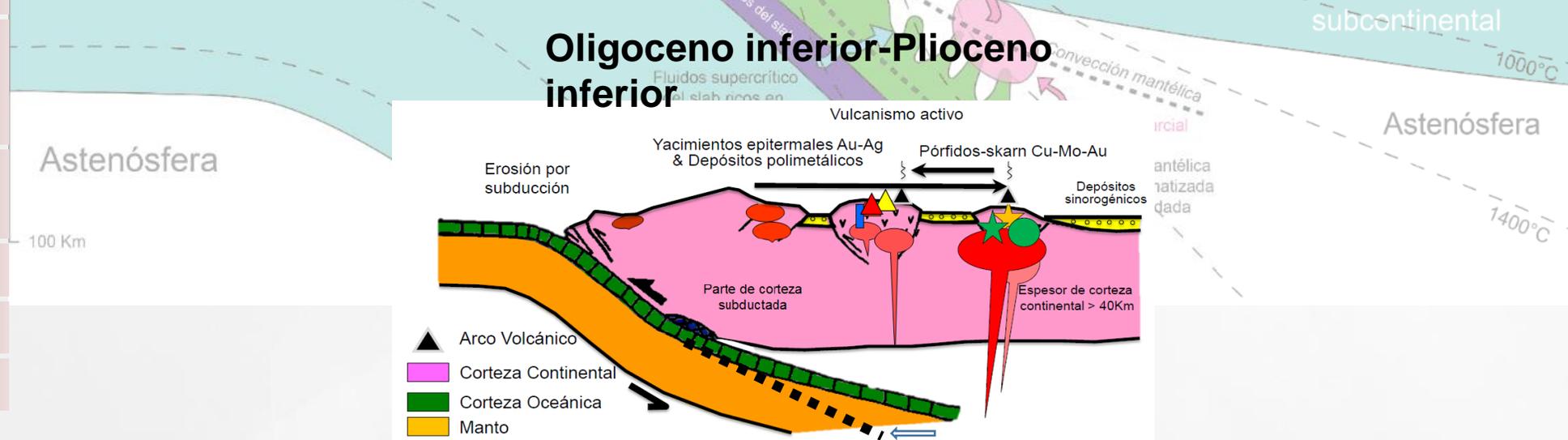
Jurásico medio-Cretácico inferior



Paleoceno-Eoceno superior



Oligoceno inferior-Plioceno inferior





**INSTITUTO
DE INGENIEROS
DE MINAS
DEL PERÚ**

LITOGEOQUÍMICA

WWW.IIMP.ORG.PE

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA

Base teórica	Coeficiente de partición
	Potencial iónico
	Tierras raras
	Diagramas Spider
Arcos magmáticos del Sur	
Ratios litogeoquímicos	La _N /Yb _N -Sr/Y Eu _N /Eu* -señal adakítica
	Nb _N /Ta _N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
	U/Th-contenido de volátiles
	Ce/Y-espesor cortical
Guías de exploración-síntesis	

LITOGEOQUÍMICA-Base teórica-Coeficiente de partición

Algunos conceptos previos

- “LA FUSIÓN DE UNA ROCA **SIEMPRE ES PARCIAL**”
- **Máximo 30% (basaltos)**
- **A partir de 3% de fusión parcial, la roca ya se considera un magma**
- **Magma conformado por fundido y no fundido**
- **Los magmas tienden a ascender y diferenciarse**
- **Diferenciación: Cambio de composición A a composición B**

$K_d E = 80 \text{ ppm} / 20 \text{ ppm} = 4$

“E es compatible en el sólido_f”

$K_d X = 25 \text{ ppm} / 75 \text{ ppm} = 0.33$

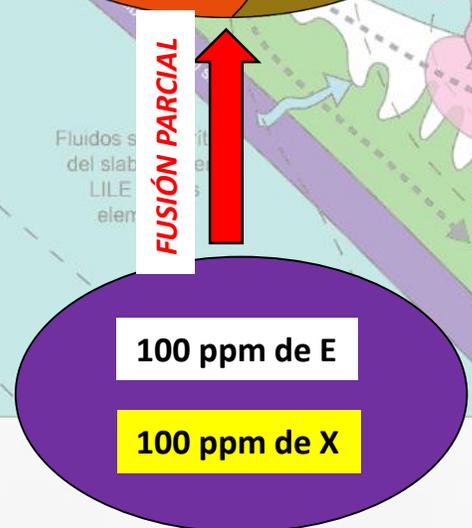
“E es incompatible en el sólido_f”

COEFICIENTE DE PARTICIÓN

$$K_d E = \frac{[E]_{\text{Sólido}_f}}{[E]_{\text{Fundido}_f}}$$



Fundido_f ↔ Sólido_f



Sólido₀

CONCLUSIONES

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA

Base teórica

Coefficiente de partición

Potencial iónico

Tierras raras

Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

$La_N/Yb_N-Sr/Y$ Eu_N/Eu^*
-señal adakítica

Nb_N/Ta_N vs Th/Yb
Componente mantélica-
componente cortical

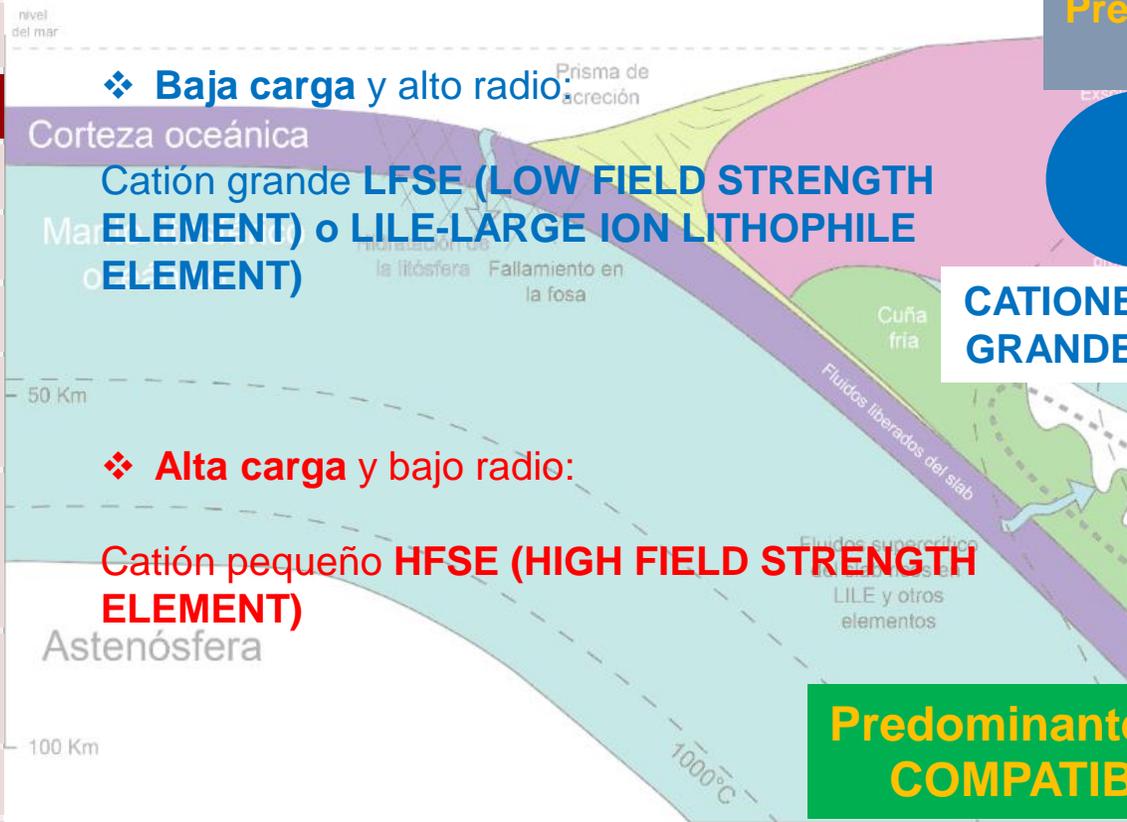
U/Th-contenido de
volátiles

Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

El potencial iónico (q/r) o fuerza de campo (FIELD STRENGTH)



LFSE-LILE
Predominantemente
móviles

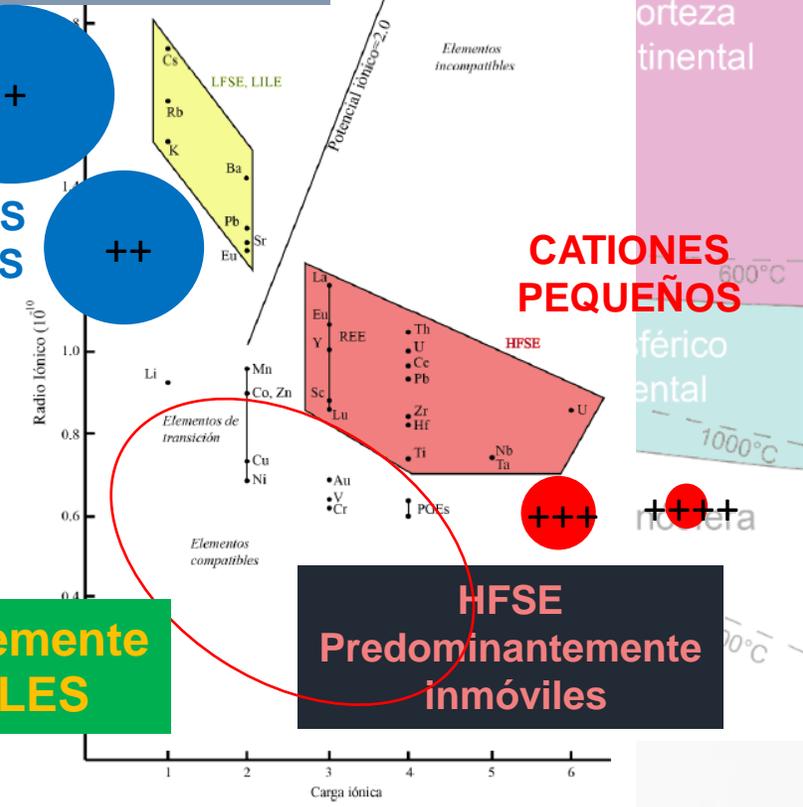
**Predominantemente
INCOMPATIBLES**

**CATIONES
GRANDES**

**CATIONES
PEQUEÑOS**

**Predominantemente
COMPATIBLES**

HFSE
Predominantemente
inmóviles



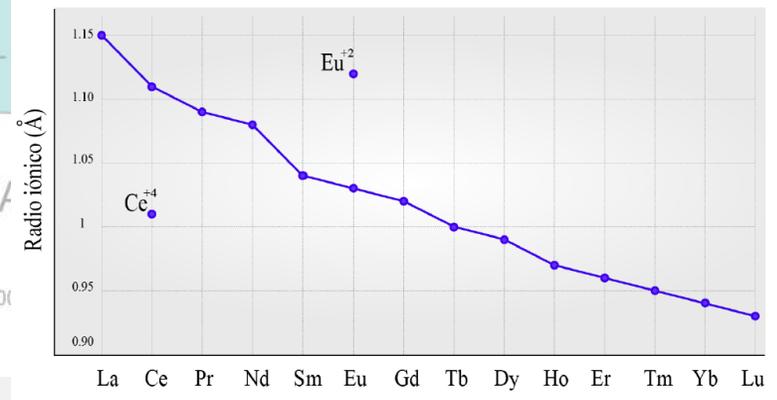
Las Tierras Raras (RARE EARTH ELEMENTS-REE) o Lantánidos

PROPIEDADES QUE LAS HACEN DE UTILIDAD EN ESTUDIOS PETROGENÉTICOS

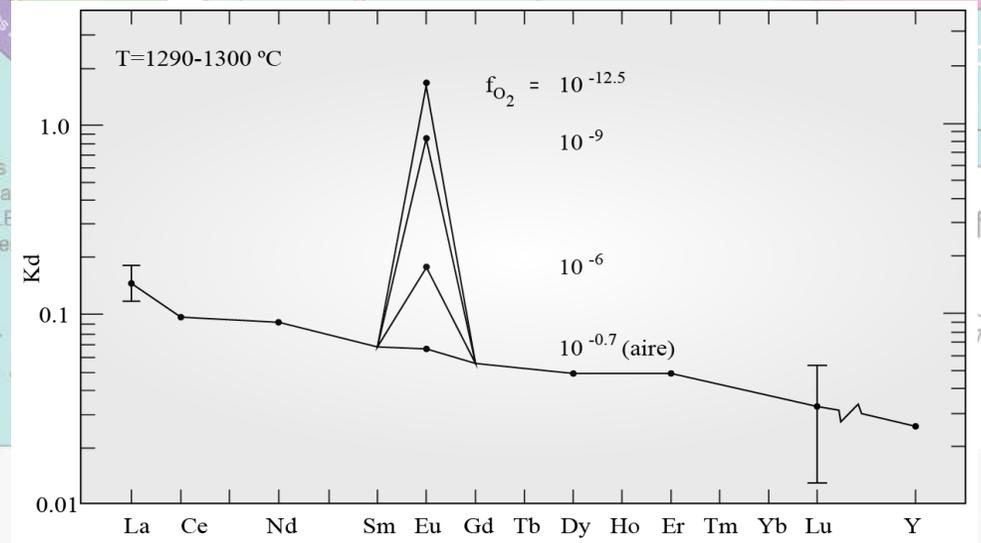
- Son consideradas inmóviles
- Son incompatibles en la mayoría de minerales formadores de roca
- Se comportan como un grupo de propiedades muy similares... presentan todas carga +3 (excepto Ce +4 y Eu +2)
- El fenómeno de *contracción lantánida* hace que su patrón sea influenciado por el fraccionamiento de fases minerales



INTRODUCCIÓN	
METODOLOGÍA	
CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	
LITOGEOQUÍMICA	Base teórica
	Coeficiente de partición
	Potencial iónico
	Tierras raras
	Diagramas Spider
Arcos magmáticos del Sur	
Ratios litogeoquímicos	La _N /Yb _N -Sr/Y Eu _N /Eu* -señal adakítica
	Nb _N /Ta _N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
	U/Th-contenido de volátiles
	Ce/Y-espesor cortical
Guías de exploración-síntesis	
CONCLUSIONES	



Contracción lantánida



Variación del K_d del Eu en feldspatos a diferentes fO₂

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Base teórica

Coefficiente de partición

Potencial iónico

Tierras raras

Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

$La_N/Yb_N-Sr/Y$ Eu_N/Eu^*
-señal adakítica

Nb_N/Ta_N vs Th/Yb
Componente mantélica-
componente cortical

U/Th-contenido de
volátiles

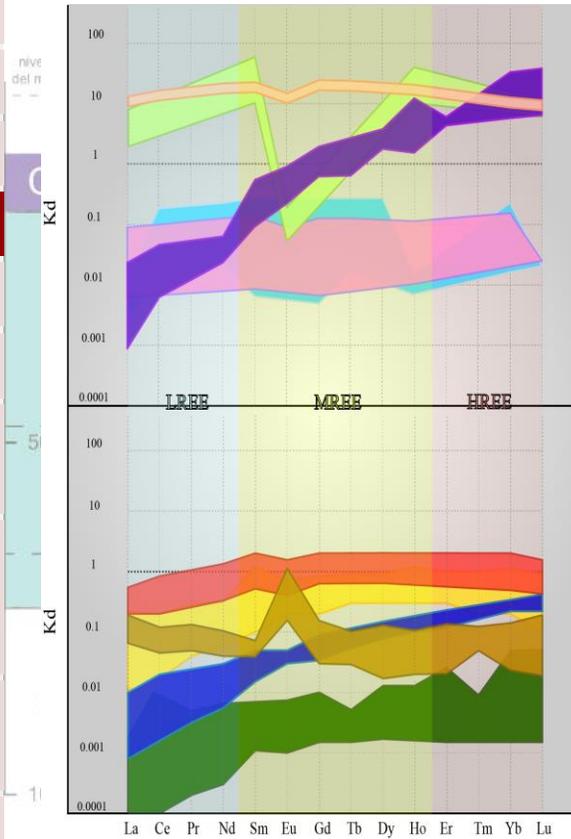
Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

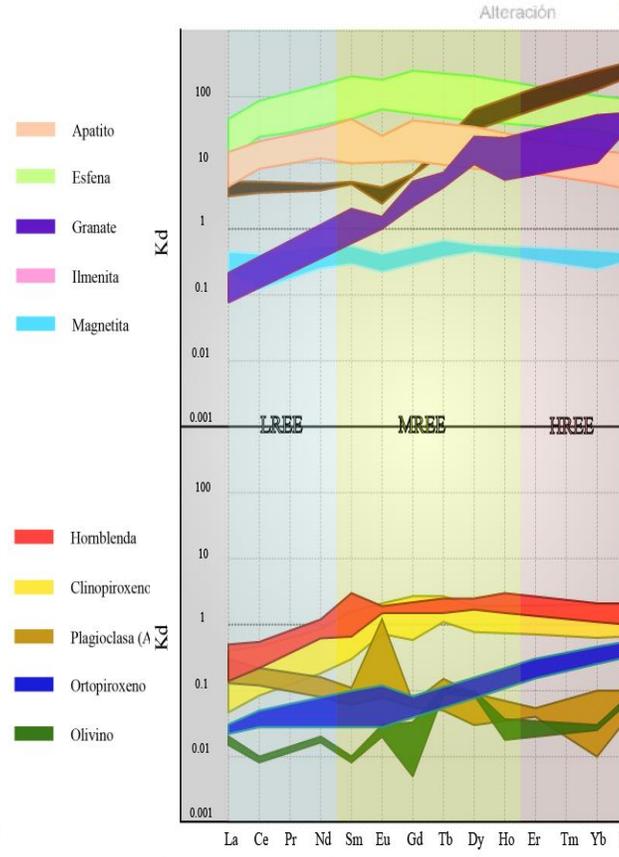
CONCLUSIONES

LITOGEOQUÍMICA

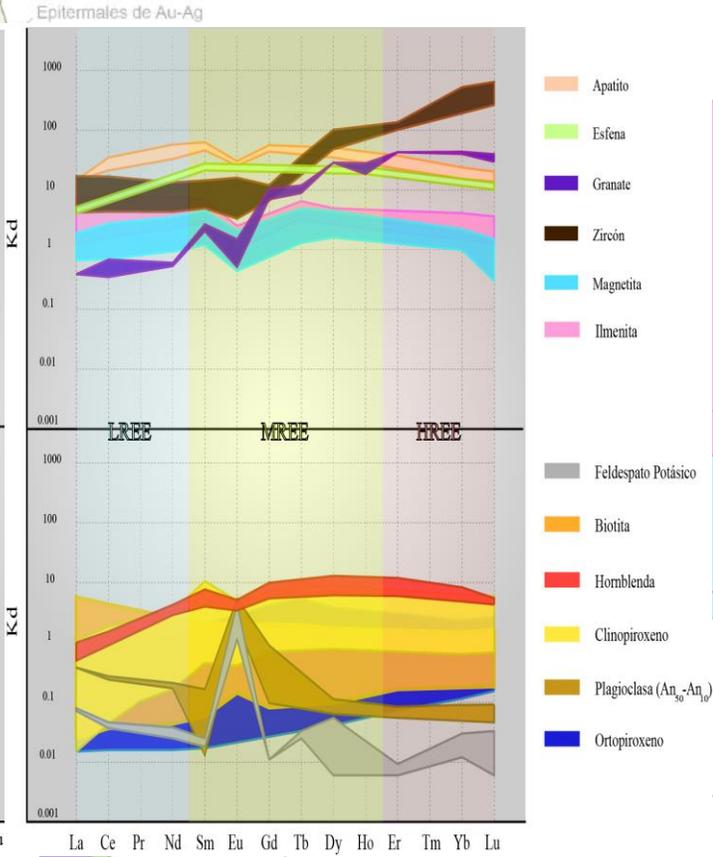
Tierras Raras-RANGOS DE COEFICIENTES DE PARTICIÓN EN MINERALES FORMADORES DE ROCA Y MINERALES ACCESORIOS



MAGMAS BASÁLTICOS Y ANDESÍTICO/BASÁLTICOS



MAGMAS ANDESÍTICOS



MAGMAS RIOLÍTICOS Y DACÍTICOS

- Apatito
- Esfena
- Granate
- Ilmenita
- Magnetita

- Hornblenda
- Clinopiroxeno
- Plagioclasa (Δ)
- Ortopiroxeno
- Olivino

- Apatito
- Esfena
- Granate
- Zirón
- Magnetita
- Ilmenita
- Feldespato Potásico
- Biotita
- Hornblenda
- Clinopiroxeno
- Plagioclasa ($An_{30}-An_{10}$)
- Ortopiroxeno

Tierras Raras-Interacción con facies metamórficas a distintas P y T

INTRODUCCIÓN

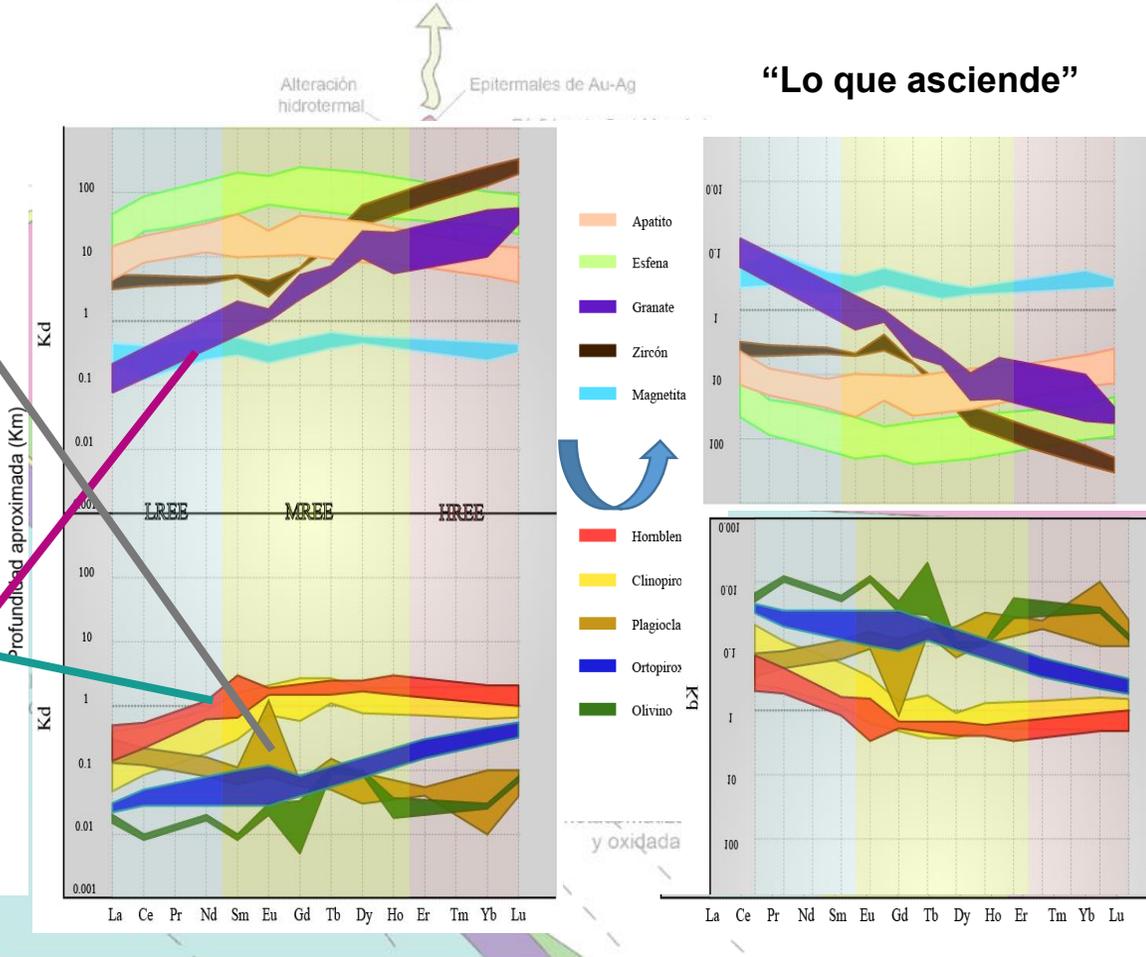
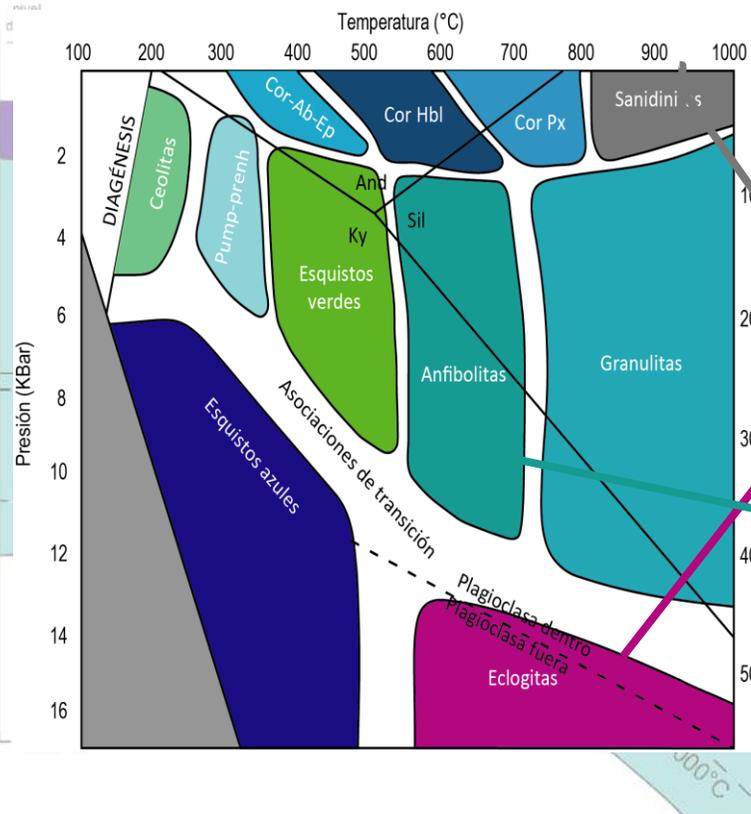
METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA

- Base teórica
 - Coefficiente de partición
 - Potencial iónico
 - Tierras raras**
 - Diagramas Spider
- Arcos magmáticos del Sur
- Ratios litogeoquímicos
 - $La_N/Yb_N-Sr/Y$ Eu_N/Eu^* -señal adakítica
 - Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica-componente cortical
 - U/Th-contenido de volátiles
 - Ce/Y-espesor cortical
- Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES



“Lo que asciende”

Condiciones P y T de facies metamórficas Patrón en fase cristalizada/no fundida ⇔ Patrón en el fundido residual

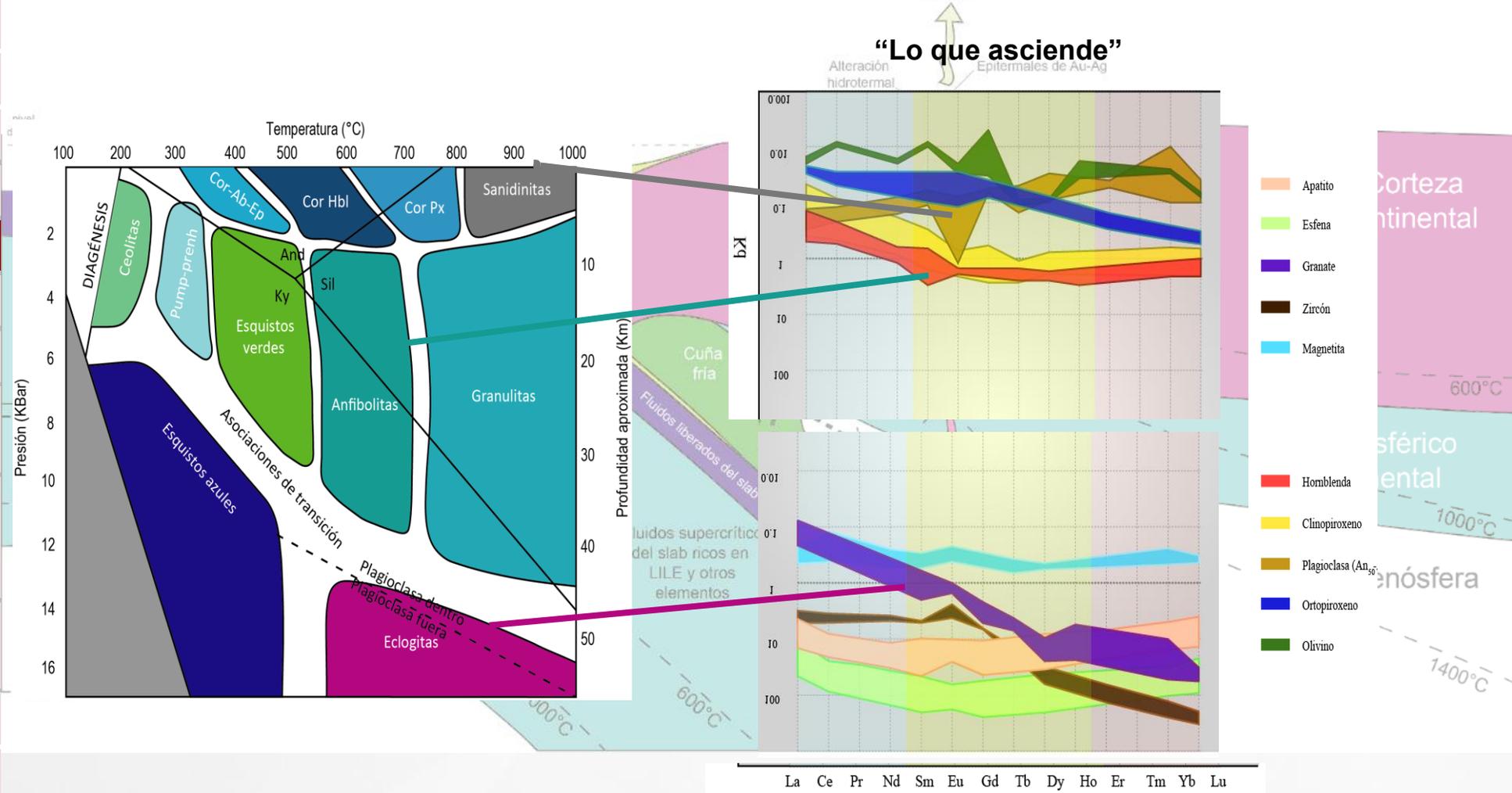
INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA	Base teórica	Coeficiente de partición
		Potencial iónico
		Tierras raras
		Diagramas Spider
	Ratios litogeoquímicos	Arcos magmáticos del Sur
		$La_N/Yb_N-Sr/Y$ Eu_N/Eu^* -señal adakítica
		Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
		U/Th-contenido de volátiles
		Ce/Y-espesor cortical
		Guías de exploración-síntesis
CONCLUSIONES		

Tierras Raras-Interacción con facies metamórficas a distintas P y T



PATRÓN FINAL: RESULTANTE DE LA PONDERACIÓN DE LA INTERACCIÓN DE TODAS ESTAS FASES EN TODOS LOS NIVELES CORTICALES... (RESULTADO OBSERVADO A SER INTERPRETADO)

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA

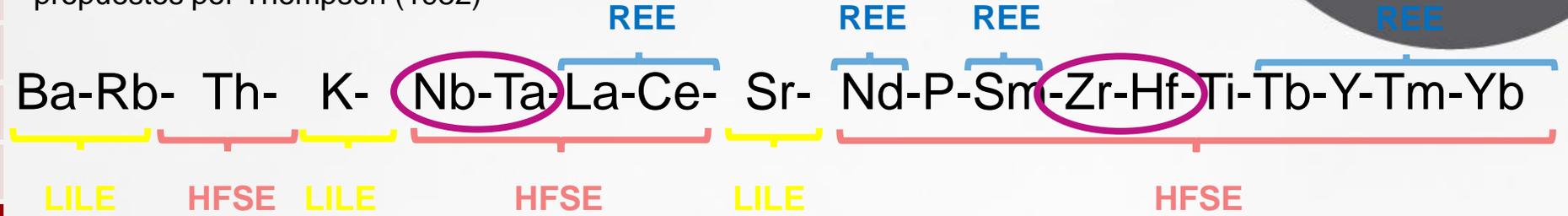
Base teórica	Coeficiente de partición
	Potencial iónico
	Tierras raras
	Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur	
Ratios litogeoquímicos	La _N /Yb _N -Sr/Y Eu _N /Eu* -señal adakítica
	Nb _N /Ta _N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
	U/Th-contenido de volátiles
	Ce/Y-espesor cortical
Guías de exploración-síntesis	

CONCLUSIONES

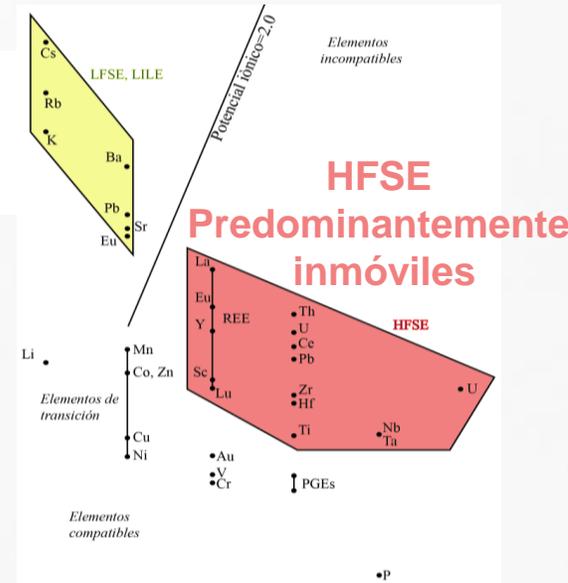
Diagramas Spider-Criterios de construcción

*Orden de los elementos propuestos por Thompson (1982)



- ✓ Intercalación LILE (+derecha)-HFSE(+izquierda)
- ✓ Inician grupo compatibles en feldespatos-micas
- ✓ Nb-Ta/Zr-Hf son par coherente (?)
- ✓ REE intercaladas (por comportamiento coherente, para contrastar)
- ✓ Elementos mayores inmóviles (P, Ti)
- ✓ FIRMA DE SUBDUCCIÓN ➔ Empobrecimiento de HFSE

LILE Predominantemente móviles





INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA

Base teórica

Coefficiente de partición

Potencial iónico

Tierras raras

Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

Ratios litogeoquímicos

$La_N/Yb_N-Sr/Y$ Eu_N/Eu^*
-señal adakítica

Nb_N/Ta_N vs Th/Yb
Componente mantélica-
componente cortical

U/Th-contenido de volátiles

Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

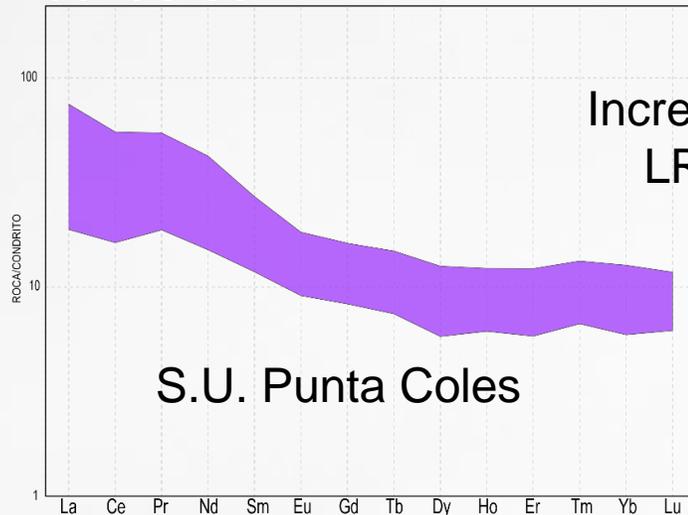
CONCLUSIONES

Litogeoquímica-Arcos magmáticos del Sur

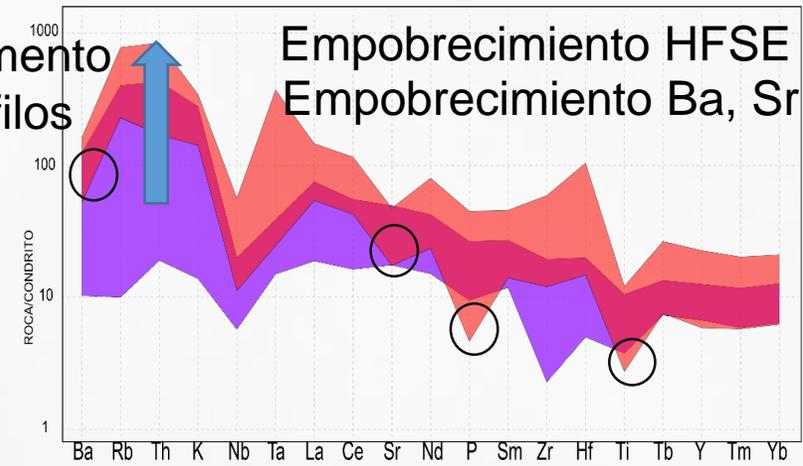
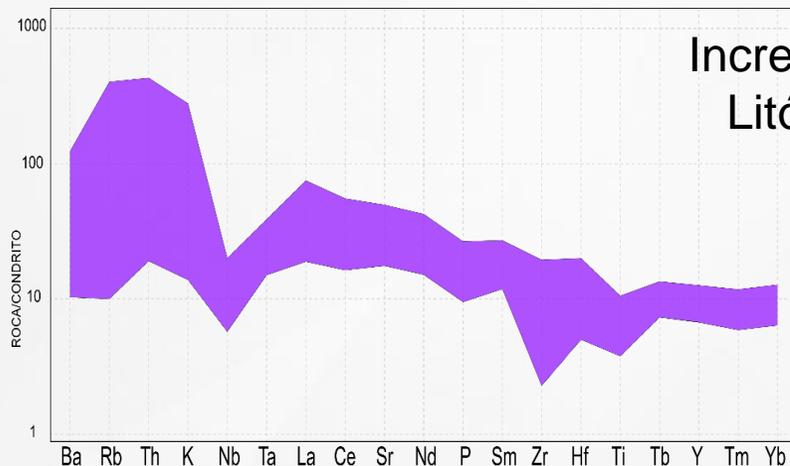
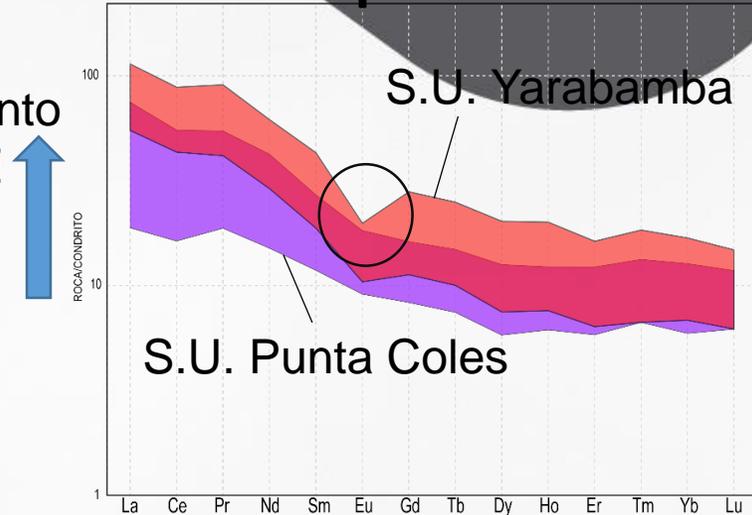
Diagramas REE

Diagramas Spider

Jurásico



Cretácico superior-Paleoceno



S.U. Punta Coles S.U. Yarabamba



Litogeoquímica-Arcos magmáticos del Sur

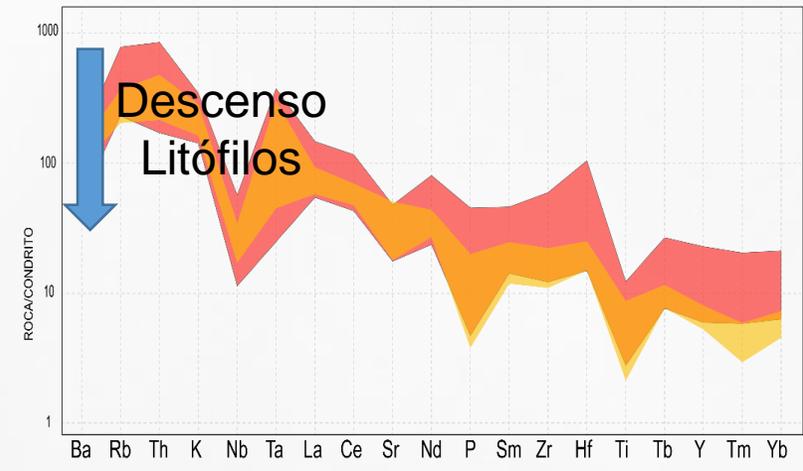
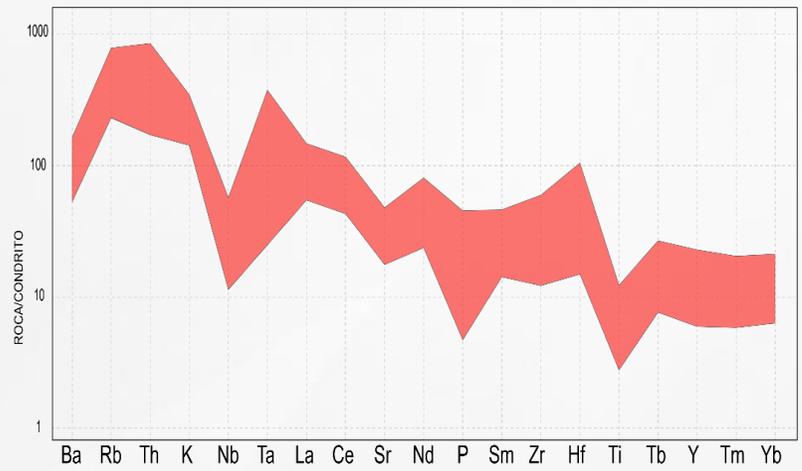
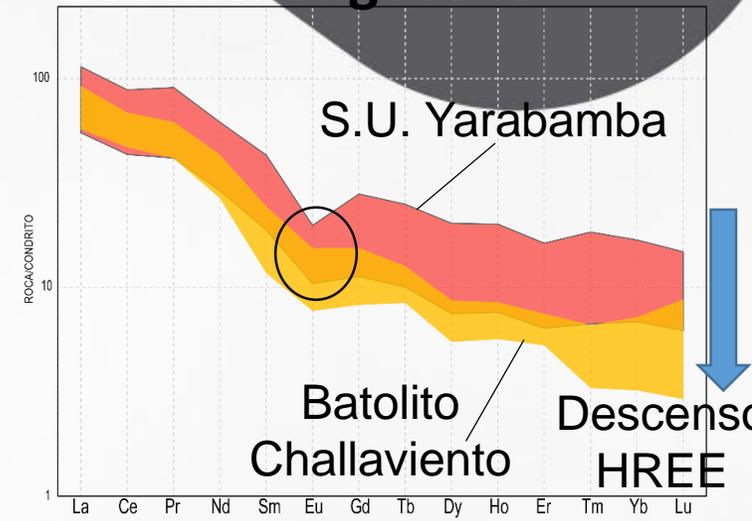
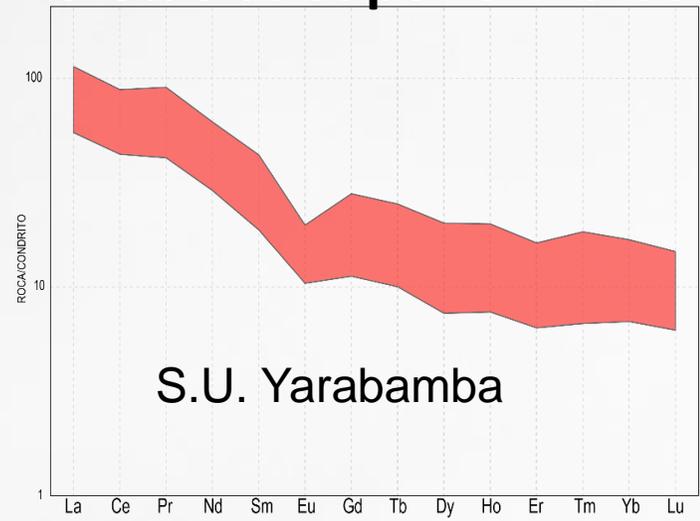
INTRODUCCIÓN	
METODOLOGÍA	
CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	
LITOGEOQUÍMICA	Base teórica
	Coeficiente de partición
	Potencial iónico
	Tierras raras
	Diagramas Spider
	Arcos magmáticos del Sur
	$La_N/Yb_N-Sr/Y$ Eu_N/Eu^* -señal adakítica
	Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
	U/Th-contenido de volátiles
	Ce/Y-espesor cortical
Guías de exploración-síntesis	
CONCLUSIONES	

Diagramas REE

Diagramas Spider

Cretácico superior-Paleoceno

Eoceno-Oligoceno



■ S.U. Yarabamba ■ Batolito Challaviento



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Base teórica
Coeficiente de partición
Potencial iónico
Tierras raras
Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

Ratios litogeoquímicos
 $La_N/Yb_N - Sr/Y$ Eu_N/Eu^* -señal adakítica
 Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica-componente cortical
U/Th-contenido de volátiles
Ce/Y-espesor cortical
Guías de exploración-síntesis

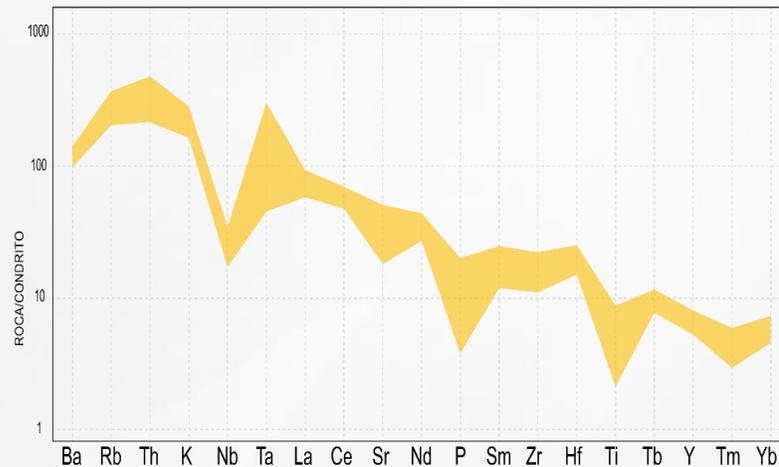
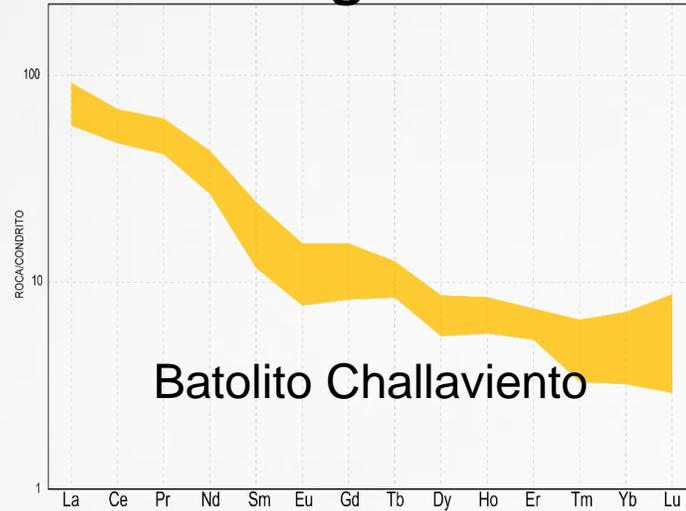
CONCLUSIONES

Litogeoquímica-Arcos magmáticos del Sur

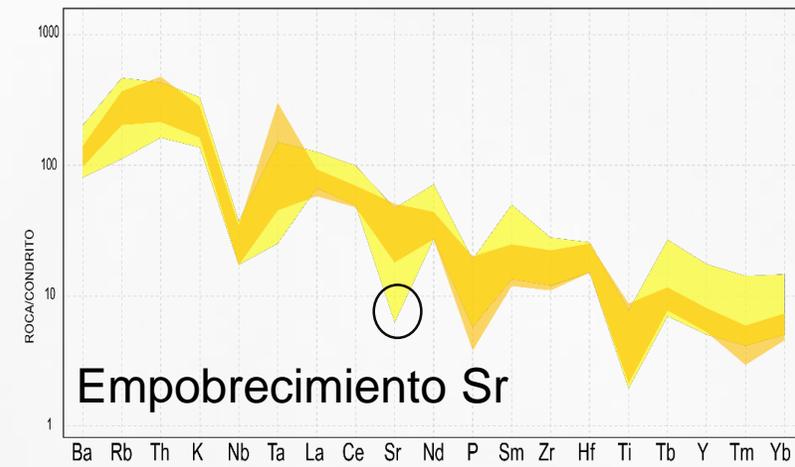
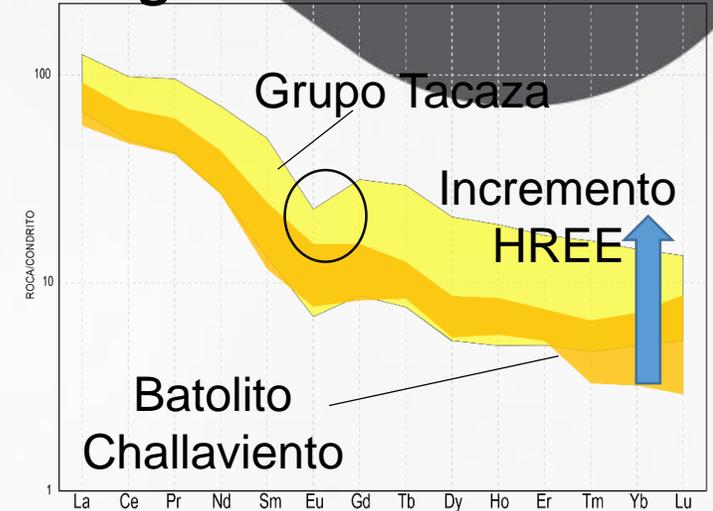
Diagramas REE

Diagramas Spider

Eoceno-Oligoceno



Oligo-Mioceno



Batolito Challaviento Grupo Tacaza

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Arcos magmáticos del Sur

**La_N/Yb_N-Sr/Y Eu_N/Eu*
-señal adakítica**

Nb_N/Ta_N vs Th/Yb
Componente mantélica-
componente cortical

U/Th-contenido de
volátiles

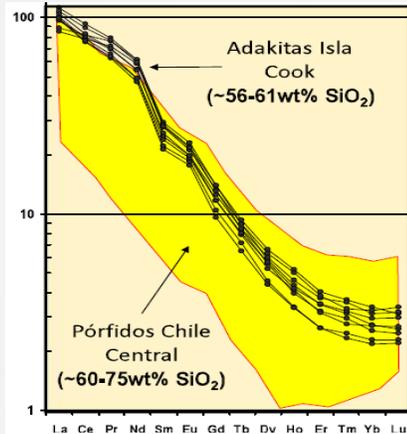
Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

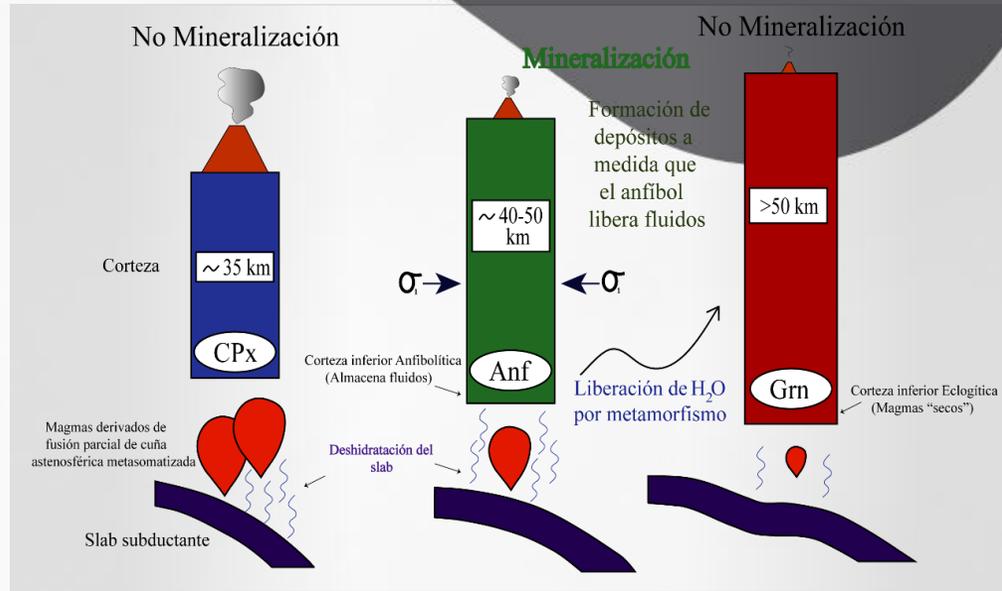
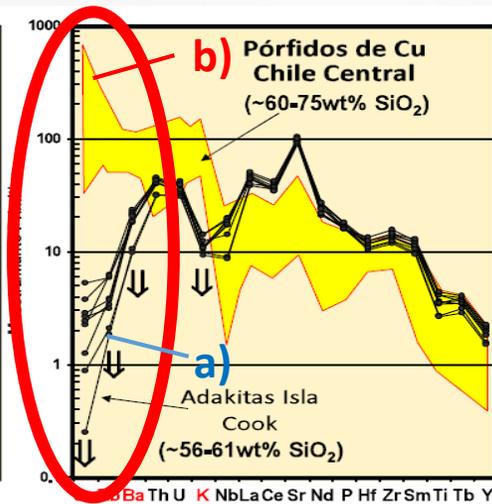
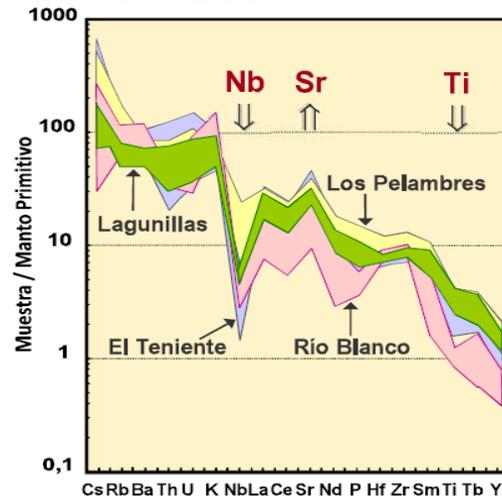
CONCLUSIONES

La_N/Yb_N-Sr/Y Eu_N/Eu* -señal adakítica

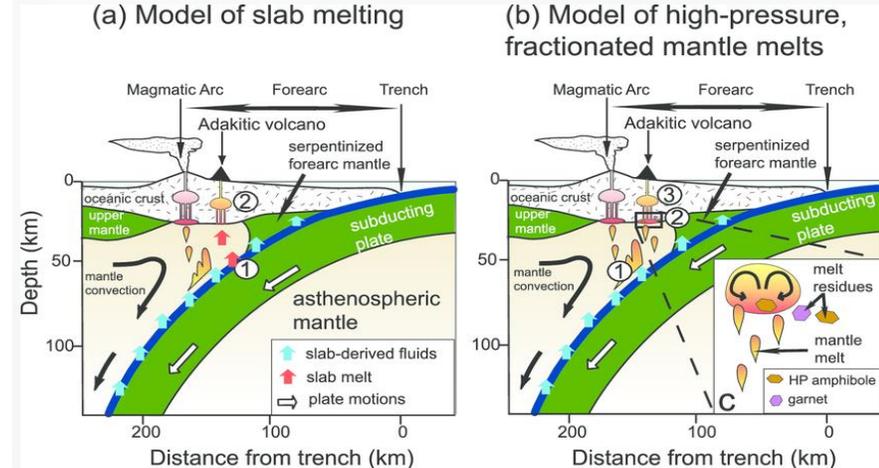
Para pórfidos Paleocenos-Eocenos
(margen derecho de cordillera occidental)-
composiciones denominadas **“adakíticas”**.



- $La_N/Yb_N > 20$
- $Sr/Y > 40$ (~50-150)
- $Eu_N/Eu_N^* > 1$
- Enriquecimiento en litófilos



Modificado de Kay & Mpodozis (2001)



Tomado de Ribeiro et al. (2016)

LITOGEOQUÍMICA

Base teórica

Coefficiente de partición

Potencial iónico

Tierras raras

Diagramas Spider

Ratios litogeoquímicos

Nb_N/Ta_N vs Th/Yb
Componente mantélica-
componente cortical

U/Th-contenido de
volátiles

Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

- Base teórica
 - Coefficiente de partición
 - Potencial iónico
 - Tierras raras
 - Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

**La_N/Yb_N-Sr/Y Eu_N/Eu*
-señal adakítica**

Nb_N/Ta_N vs Th/Yb
Componente mantélica-
componente cortical

U/Th-contenido de
volátiles

Ce/Y-espesor cortical

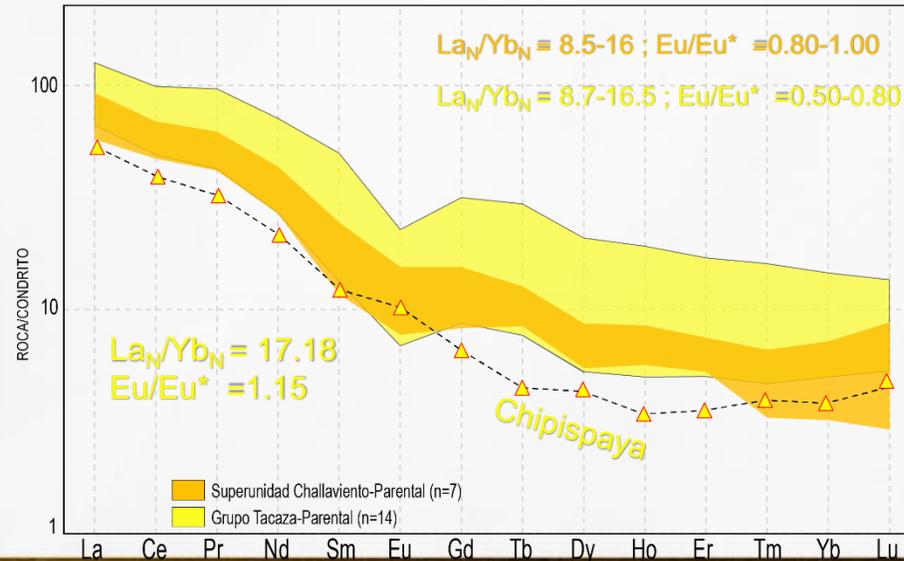
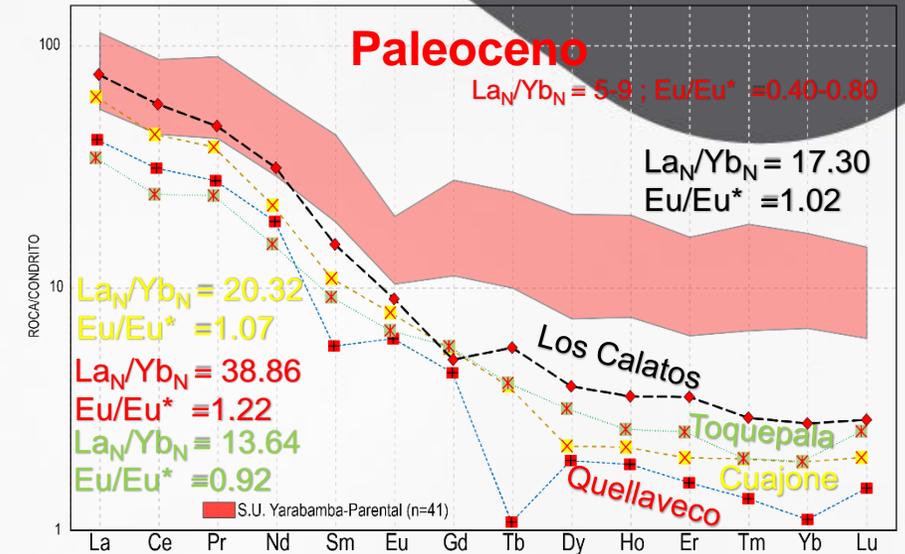
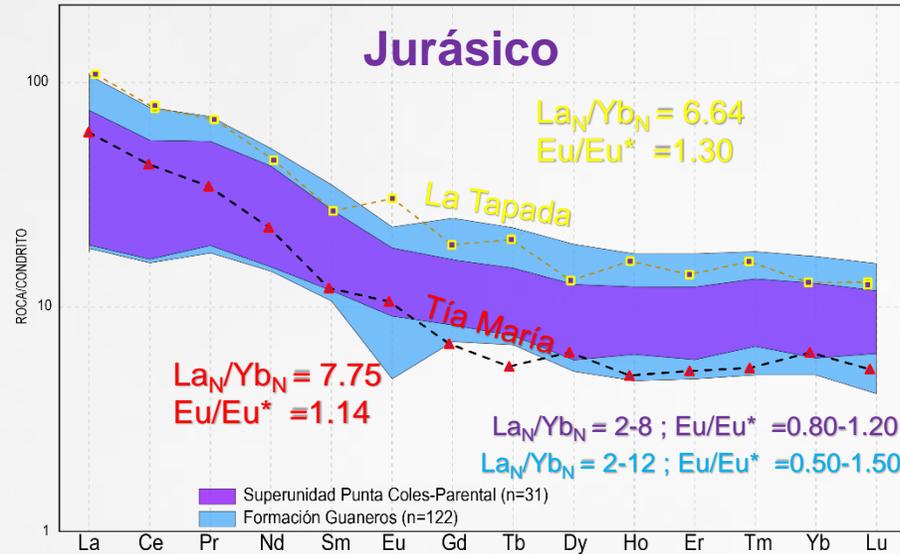
Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

LITOGEOQUÍMICA

Ratios litogeoquímicos

La_N/Yb_N-Sr/Y Eu_N/Eu* -señal adakítica



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Arcos magmáticos del Sur

LITOGEOQUÍMICA

Base teórica

Coeficiente de partición

Potencial iónico

Tierras raras

Diagramas Spider

Ratios litogeoquímicos

$La_N/Yb_N-Sr/Y$ Eu_N/Eu^*
-señal adakítica

Nb_N/Ta_N vs Th/Yb
Componente mantélica-
componente cortical

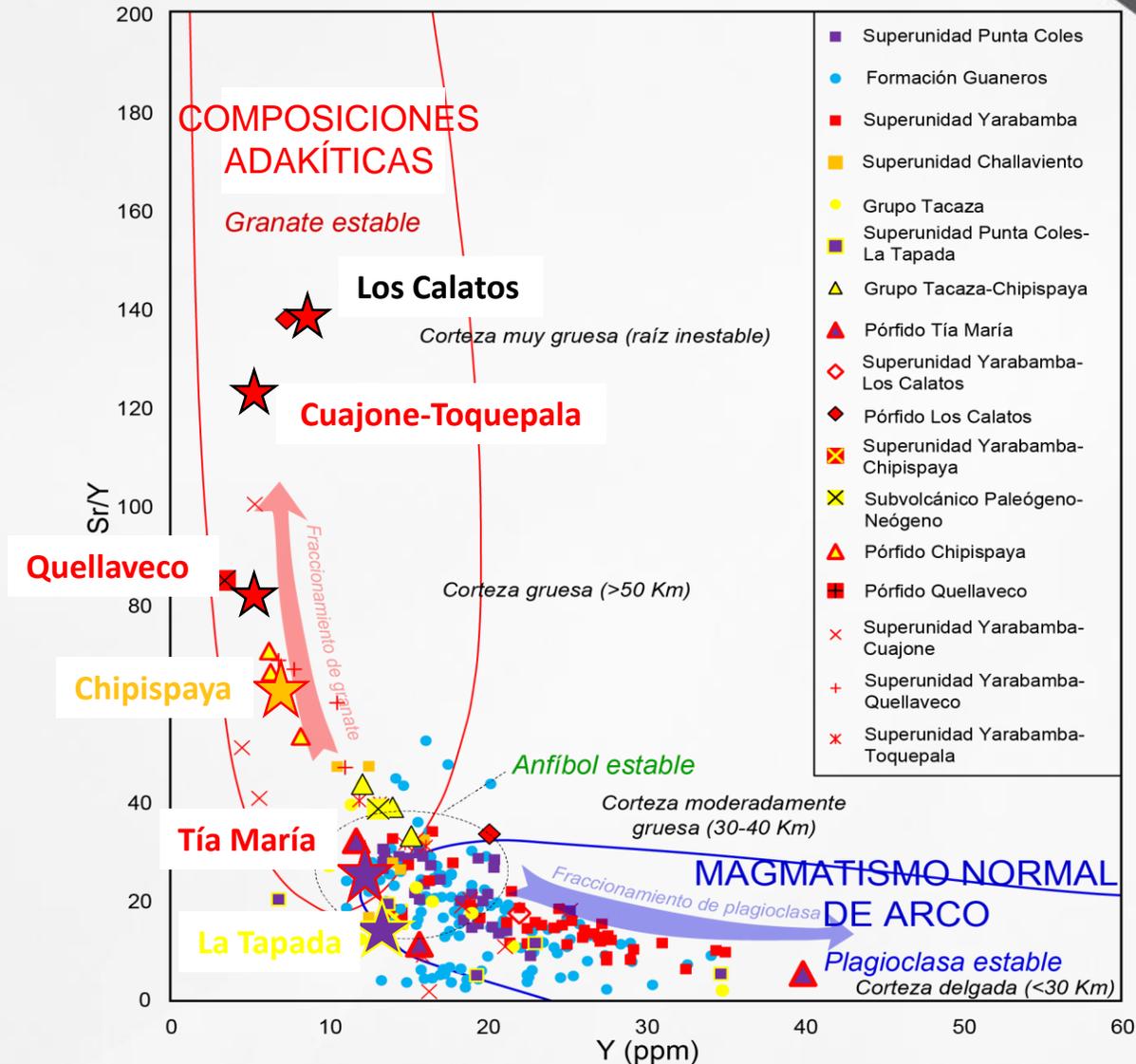
U/Th-contenido de
volátiles

Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

$La_N/Yb_N-Sr/Y$ Eu_N/Eu^* -señal adakítica





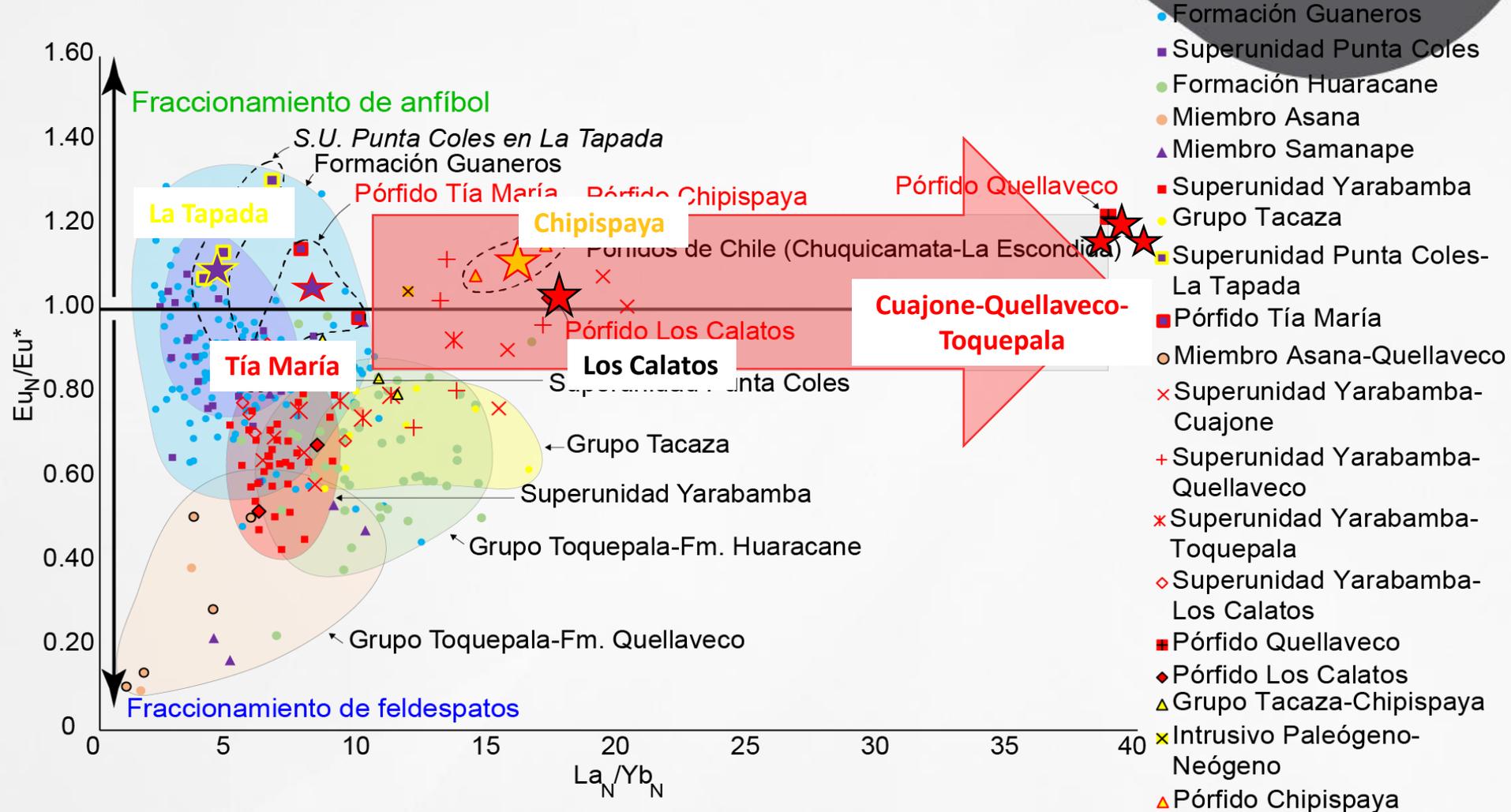
INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA	Base teórica	Coeficiente de partición
		Potencial iónico
		Tierras raras
		Diagramas Spider
		Arcos magmáticos del Sur
	Ratios litogeoquímicos	La_N/Yb_N-Sr/Y Eu_N/Eu* -señal adakítica
		Nb _N /Ta _N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
		U/Th-contenido de volátiles
		Ce/Y-espesor cortical
		Guías de exploración-síntesis
CONCLUSIONES		

La_N/Yb_N-Sr/Y Eu_N/Eu* -señal adakítica



Rangos adakíticos para los pórfidos de Chile tomados de Richards (1999)

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Base teórica	Coeficiente de partición
	Potencial iónico
	Tierras raras
	Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

Ratios litogeoquímicos	$La_N/Yb_N - Sr/Y - Eu_N/Eu^*$ -señal adakítica
	Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
	U/Th-contenido de volátiles
	Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

Nb_N/Ta_N vs Th/Yb -Componente mantélica-componente cortical

$K_d Nb = 7$; $K_d Ta = 20$ en esfena
 $K_d Nb = 52$; $K_d Ta = 100$ en rutilo

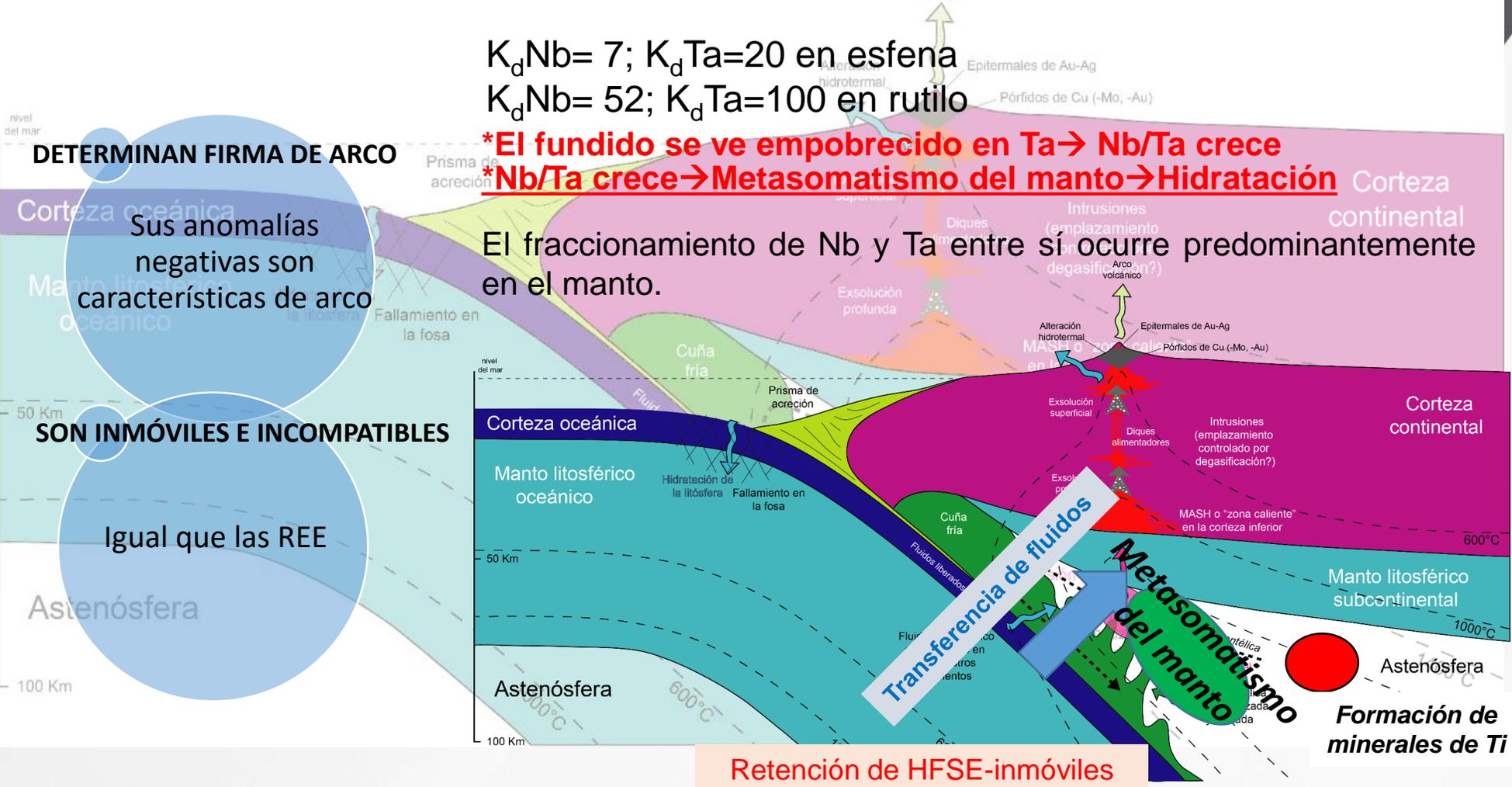
***El fundido se ve empobrecido en Ta → Nb/Ta crece**
*** Nb/Ta crece → Metasomatismo del manto → Hidratación**

El fraccionamiento de Nb y Ta entre sí ocurre predominantemente en el manto.

DETERMINAN FIRMA DE ARCO
 Sus anomalías negativas son características de arco

SON INMÓVILES E INCOMPATIBLES

Igual que las REE



Transferencia de fluidos
Metasomatismo del manto

Retención de HFSE-inmóviles (Nb, Ta, Zr, Hf, Ti, P-firma de arco)

Formación de minerales de Ti

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Base teórica	Coeficiente de partición
	Potencial iónico
	Tierras raras
	Diagramas Spider

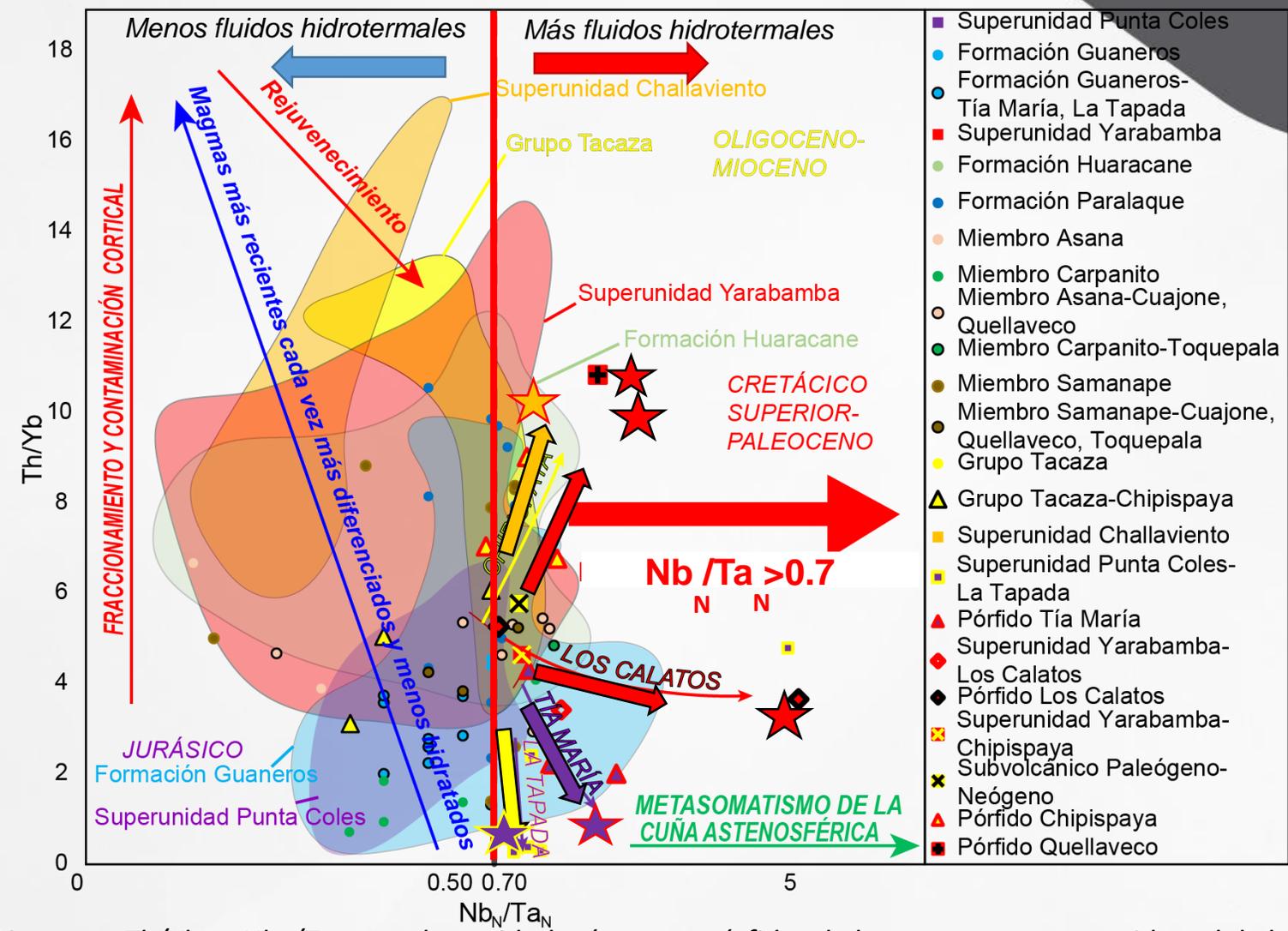
Arcos magmáticos del Sur

Ratios litogeoquímicos	$La_N/Yb_N - Sr/Y - Eu_N/Eu^*$ -señal adakítica
	Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
	U/Th-contenido de volátiles
	Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

Nb_N/Ta_N vs Th/Yb -Componente mantélica-componente cortical



- Superunidad Punta Coles
- Formación Guaneros
- Formación Guaneros-Tía María, La Tapada
- Superunidad Yarabamba
- Formación Huaracane
- Formación Paralaque
- Miembro Asana
- Miembro Carpanito
- Miembro Asana-Cuajone, Quellaveco
- Miembro Carpanito-Toquepala
- Miembro Samanape
- Miembro Samanape-Cuajone, Quellaveco, Toquepala
- Grupo Tacaza
- ▲ Grupo Tacaza-Chispaya
- Superunidad Challaviento
- Superunidad Punta Coles-La Tapada
- ▲ Pórfido Tía María
- ▲ Superunidad Yarabamba-Los Calatos
- ◆ Pórfido Los Calatos
- ◆ Pórfido Los Calatos
- ◆ Superunidad Yarabamba-Chispaya
- ◆ Subvolcánico Paleógeno-Neógeno
- ▲ Pórfido Chispaya
- Pórfido Quellaveco

Diagrama Th/Yb vs Nb_N/Ta_N para las unidades ígneas y pórfidos de la costa y margen occidental de la cordillera en el sur del Perú. Tomado de Marchena (2019).

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA

Base teórica

Coefficiente de partición

Potencial iónico

Tierras raras

Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

Ratios litogeoquímicos

$La_N/Yb_N - Sr/Y - Eu_N/Eu^*$
-señal adakítica

Nb_N/Ta_N vs Th/Yb
Componente mantélica-
componente cortical

**U/Th-contenido de
volátiles**

Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

U/Th vs Th como trazador de contenido de volátiles y de contaminación con magmas primitivos



✓ El U y Th evolucionan (en magmas normales) de manera conjunta, su cociente permanece casi constante.

✓ Ambos son incompatibles e inmóviles...salvo el U, que puede ser removilizado por fluidos con alto contenido de volátiles (cloruros, CO₂).

➤ Por lo tanto, un incremento desmedido en el cociente U/Th puede señalar principalmente **influjo de volátiles (movilizan metales)**, que reflejan el incremento del U.



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA

- Base teórica**
- Coeficiente de partición
 - Potencial iónico
 - Tierras raras
 - Diagramas Spider

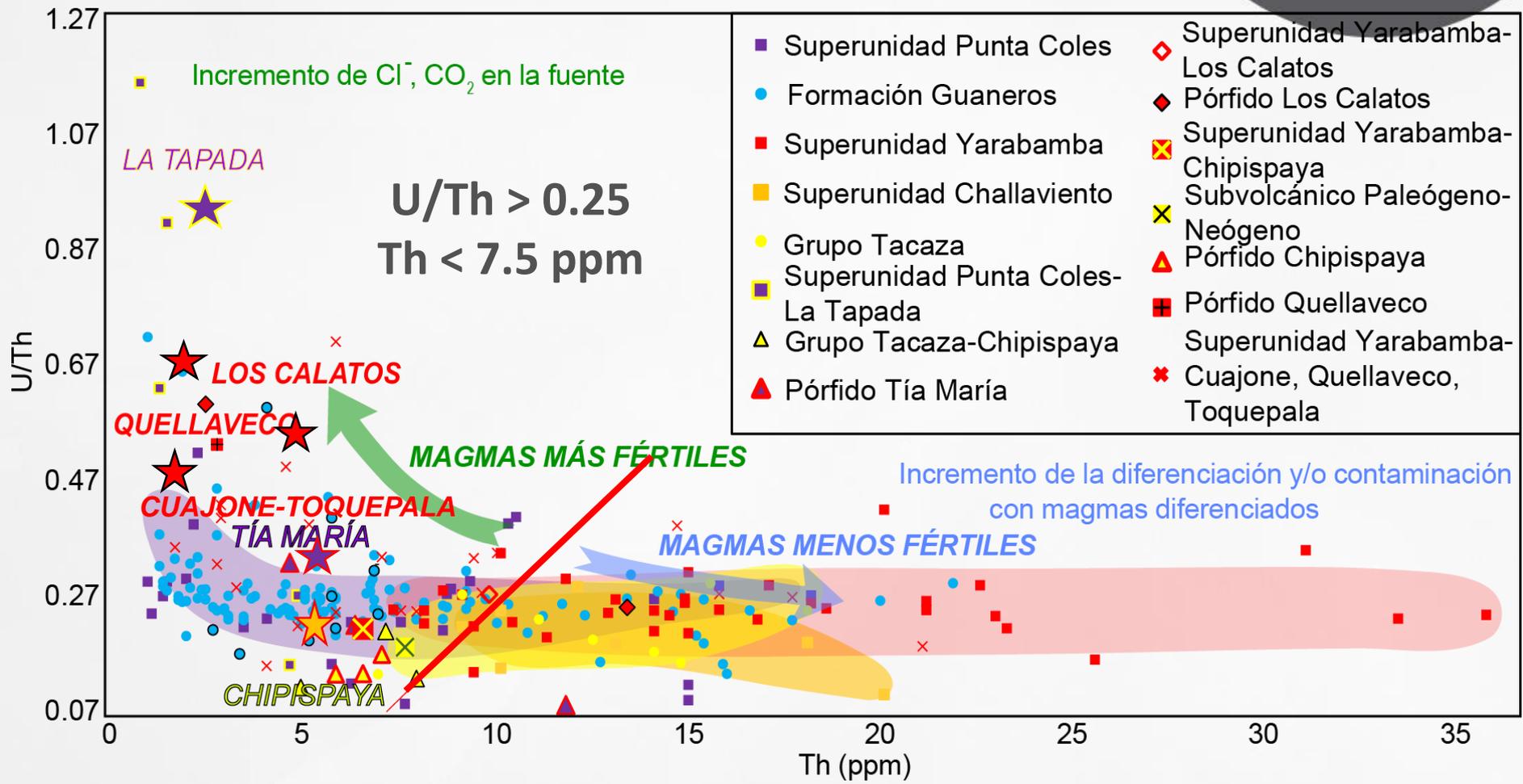
Arcos magmáticos del Sur

- Ratios litogeoquímicos**
- $La_N/Yb_N - Sr/Y$ Eu_N/Eu^* -señal adakítica
 - Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica-componente cortical
 - U/Th-contenido de volátiles**
 - Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

U/Th vs Th como trazador de contenido de volátiles y de contaminación con magmas primitivos



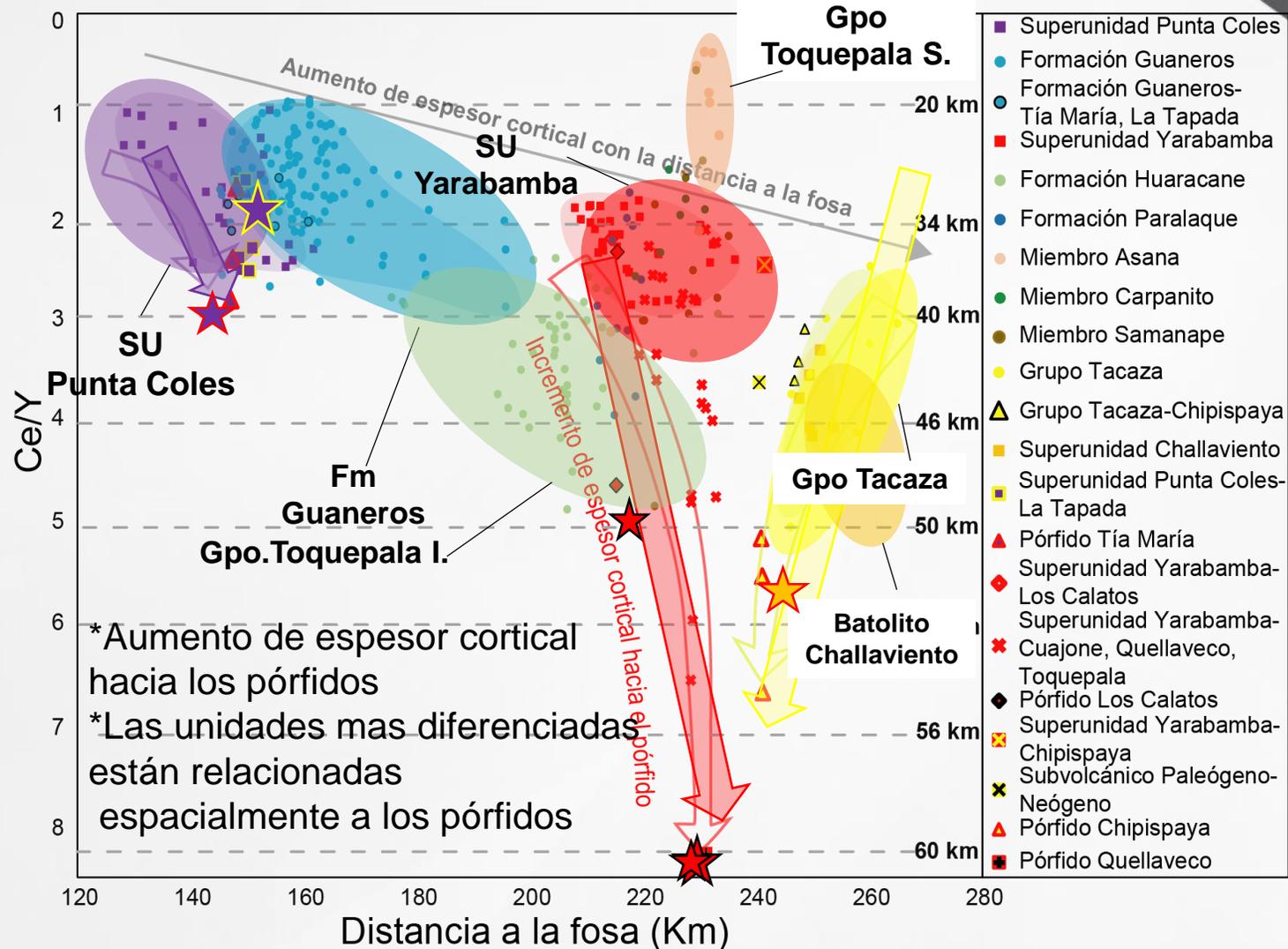
INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

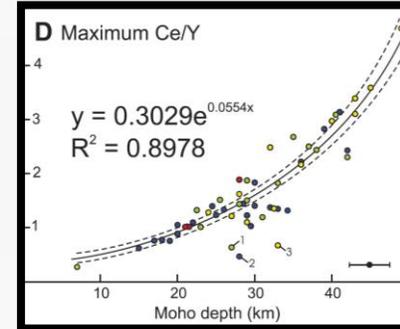
CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Base teórica	Coeficiente de partición
	Potencial iónico
	Tierras raras
	Diagramas Spider
Arcos magmáticos del Sur	
Ratios litogeoquímicos	La _N /Yb _N -Sr/Y Eu _N /Eu* -señal adakítica
	Nb _N /Ta _N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
	U/Th-contenido de volátiles
	Ce/Y-espesor cortical
Guías de exploración-síntesis	
CONCLUSIONES	

Ce/Y como trazador del espesor cortical



Profundidad del Moho (km)



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

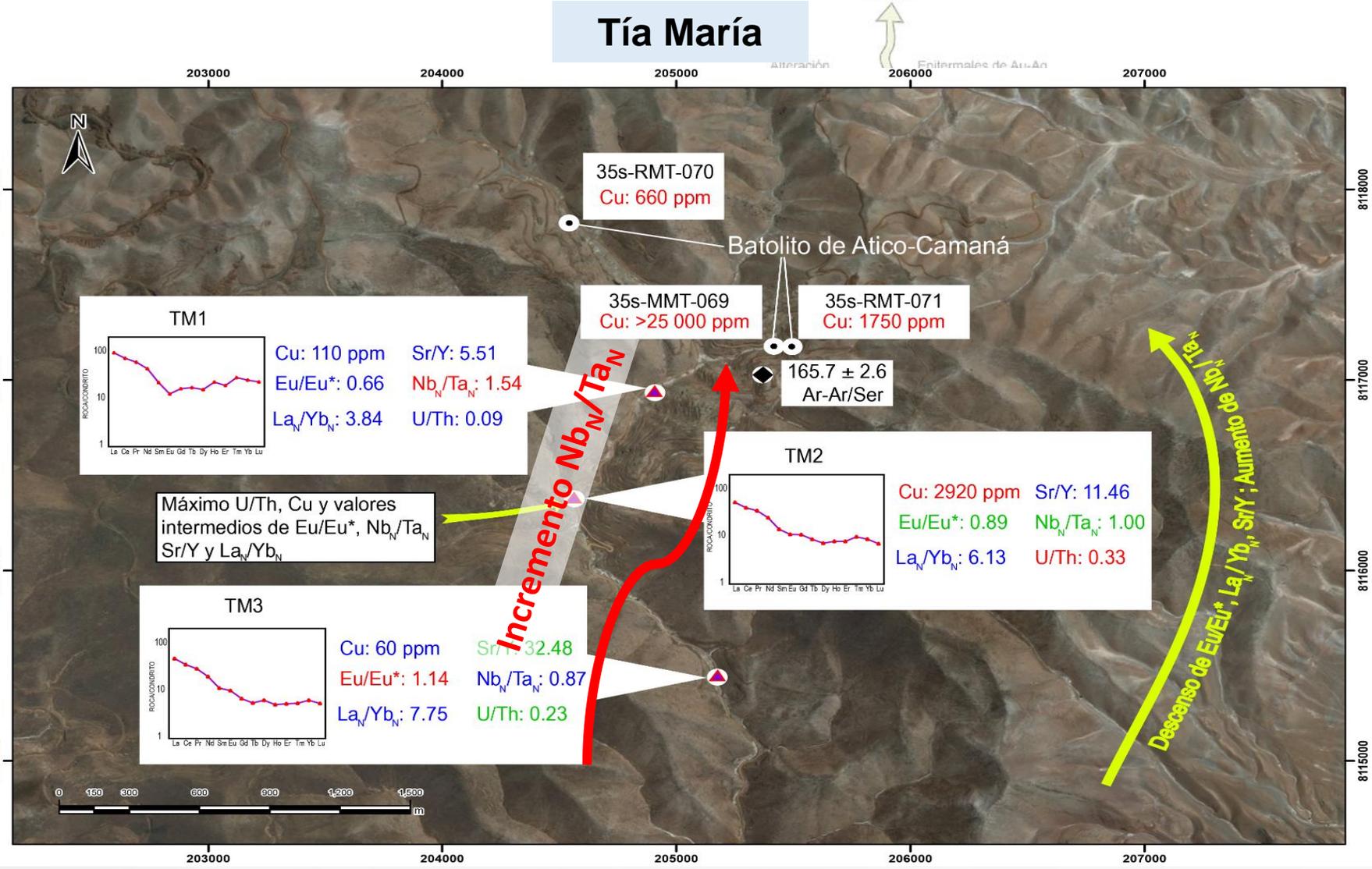
CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA

- Base teórica
 - Coeficiente de partición
 - Potencial iónico
 - Tierras raras
 - Diagramas Spider
- Arcos magmáticos del Sur
- Ratios litogeoquímicos
 - La_N/Yb_N-Sr/Y Eu_N/Eu*
-señal adakítica
 - Nb_N/Ta_N vs Th/Yb
Componente mantélica-
componente cortical
 - U/Th-contenido de
volátiles
 - Ce/Y-espesor cortical
- Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

Guías de exploración-variación espacial



Guías de exploración-variación espacial

La Tapada

- INTRODUCCIÓN
- METODOLOGÍA
- CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

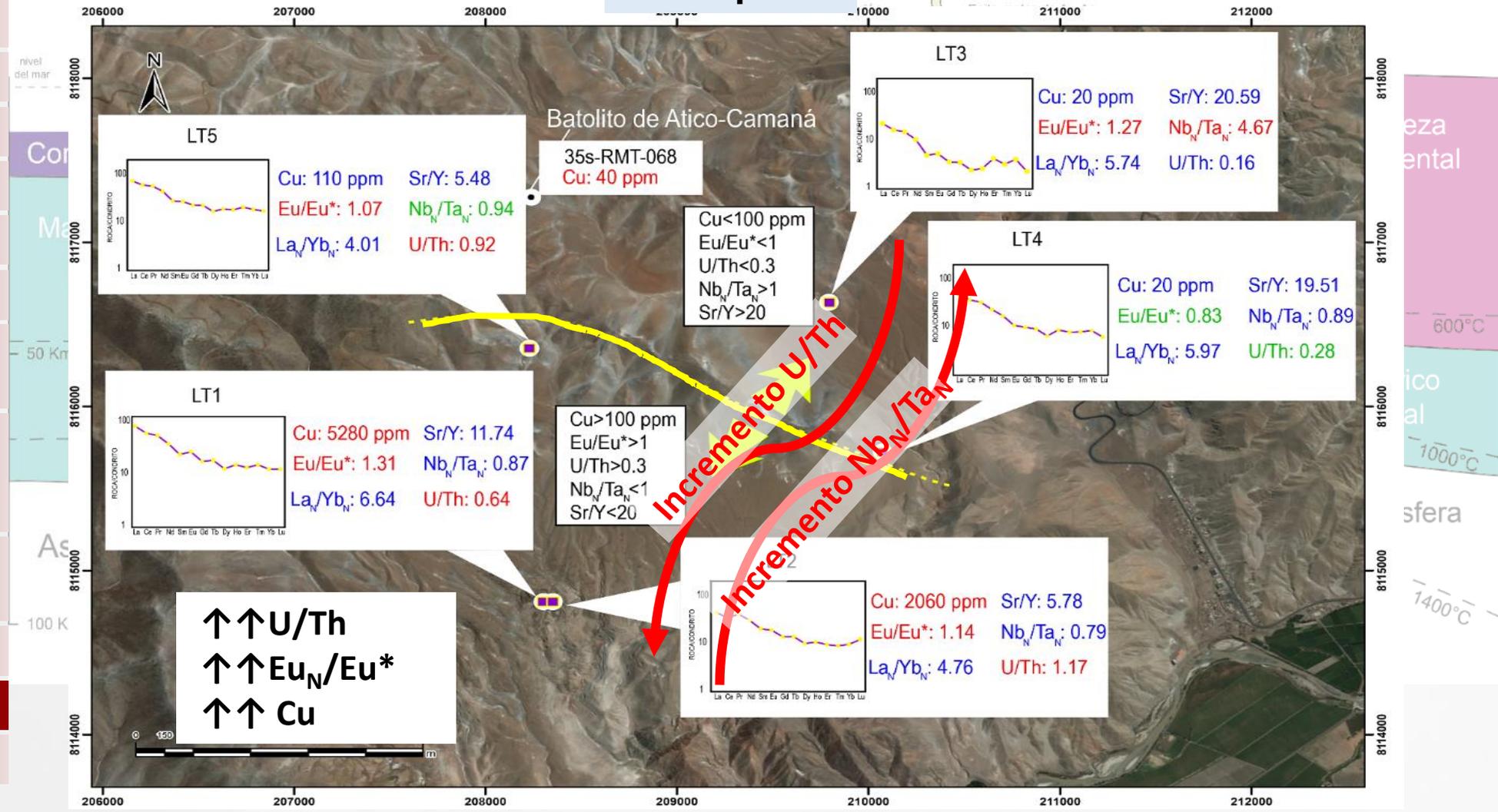
- LITOGEOQUÍMICA**
- Base teórica
 - Coeficiente de partición
 - Potencial iónico
 - Tierras raras
 - Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

- Ratios litogeoquímicos
 - La_N/Yb_N - Sr/Y Eu_N/Eu^* -señal adakítica
 - Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica-componente cortical
 - U/Th-contenido de volátiles
 - Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA

- Base teórica
- Coefficiente de partición
 - Potencial iónico
 - Tierras raras
 - Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

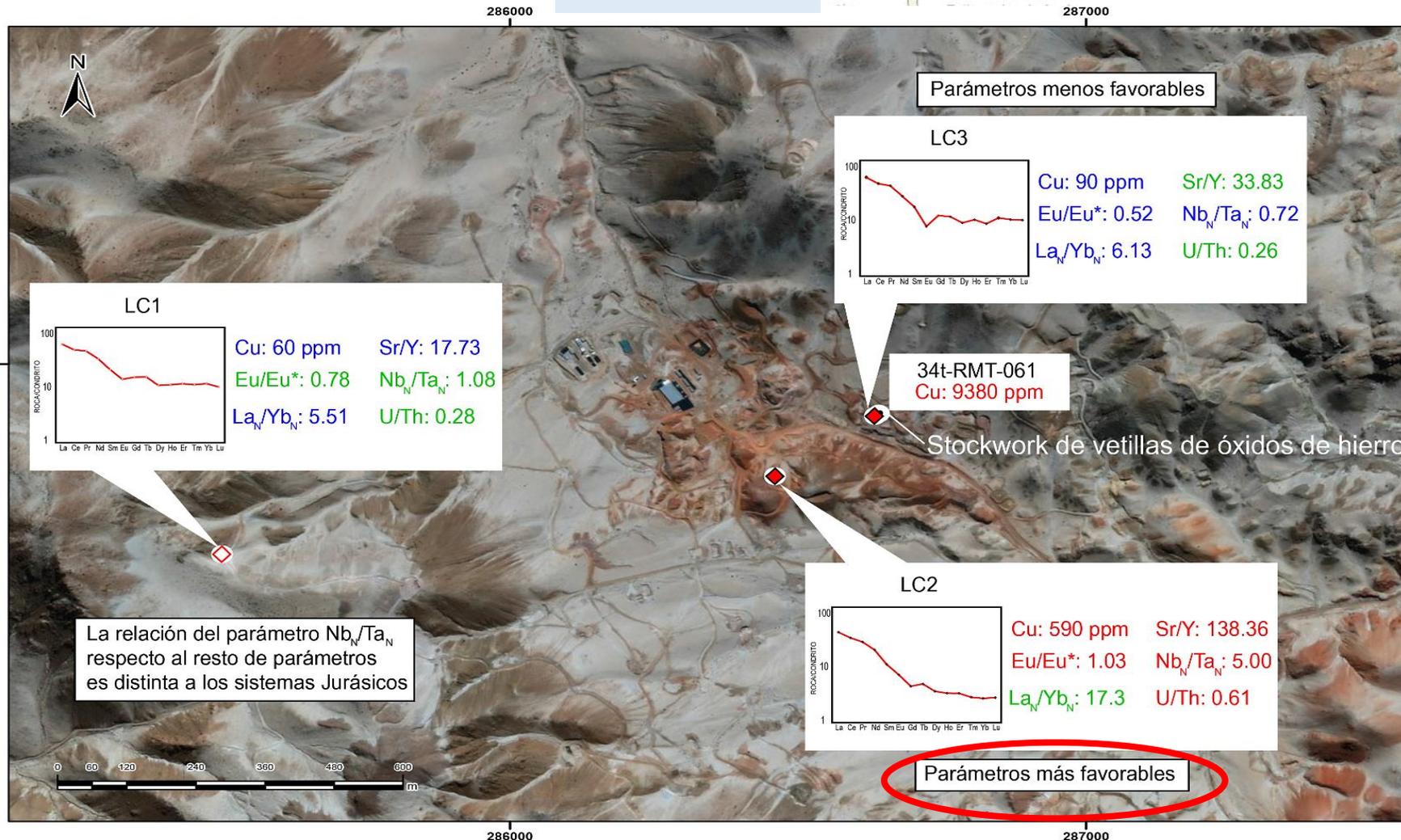
- Ratios litogeoquímicos
- La_N/Yb_N - Sr/Y Eu_N/Eu^* -señal adakítica
 - Nb_N/Ta_N vs Th/Yb
Componente mantélica-
componente cortical
 - U/Th-contenido de volátiles
 - Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

Guías de exploración-variación espacial

Los Calatos



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA

- Base teórica**
- Coefficiente de partición
 - Potencial iónico
 - Tierras raras
 - Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

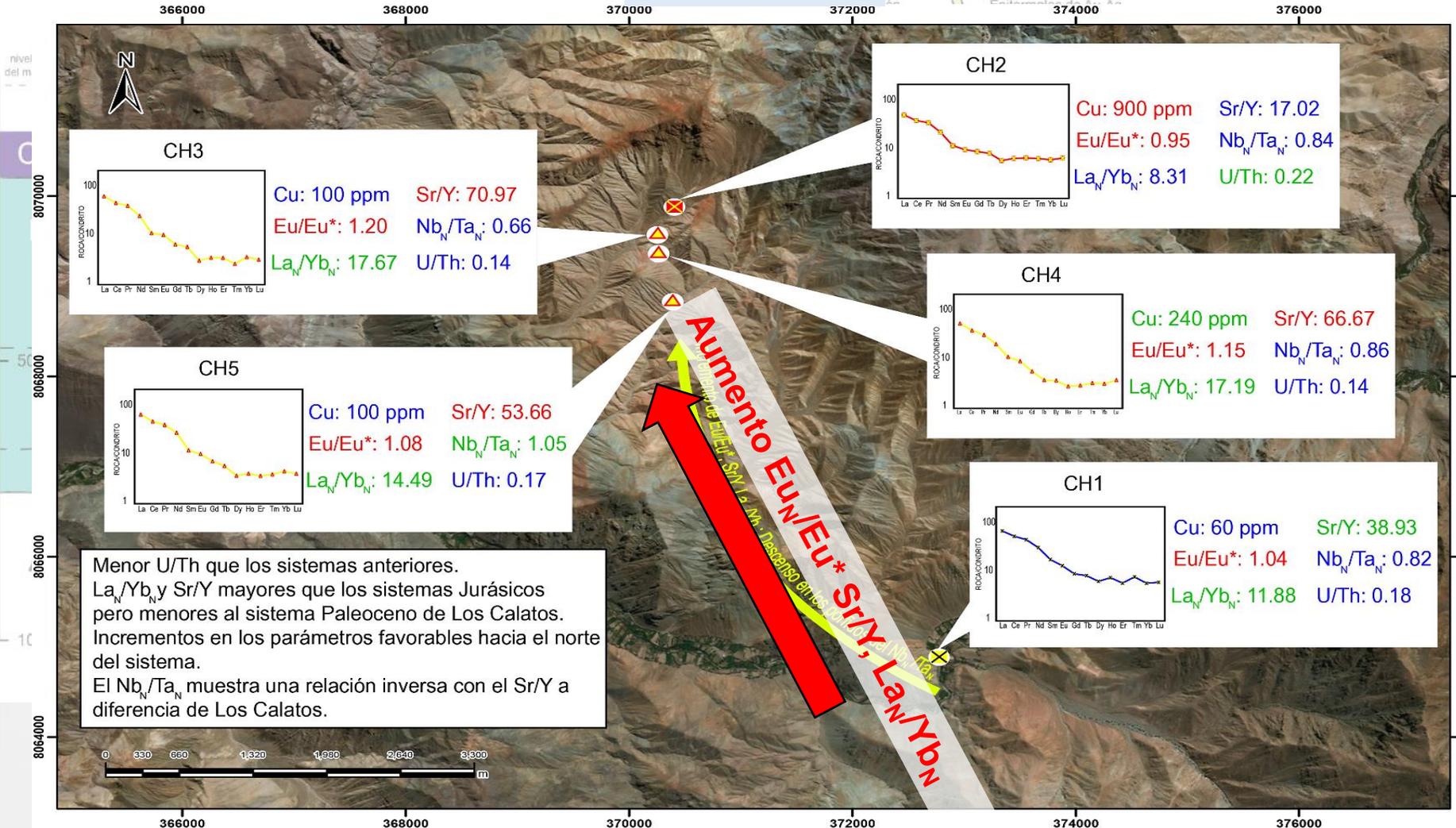
- Ratios litogeoquímicos**
- La_N/Yb_N - Sr/Y Eu_N/Eu^* -señal adakítica
 - Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica-componente cortical
 - U/Th-contenido de volátiles
 - Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

Guías de exploración-variación espacial

Chipispaya



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA

- Base teórica**
- Coeficiente de partición
 - Potencial iónico
 - Tierras raras
 - Diagramas Spider

Arcos magmáticos del Sur

- Ratios litogeoquímicos**
- $La_N/Yb_N - Sr/Y$ Eu_N/Eu^* -señal adakítica
 - Nb_N/Ta_N vs Th/Yb Componente mantélica-componente cortical
 - U/Th-contenido de volátiles
 - Ce/Y-espesor cortical

Guías de exploración-síntesis

CONCLUSIONES

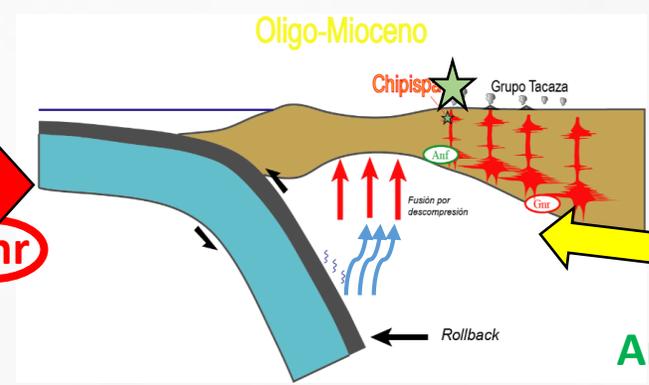
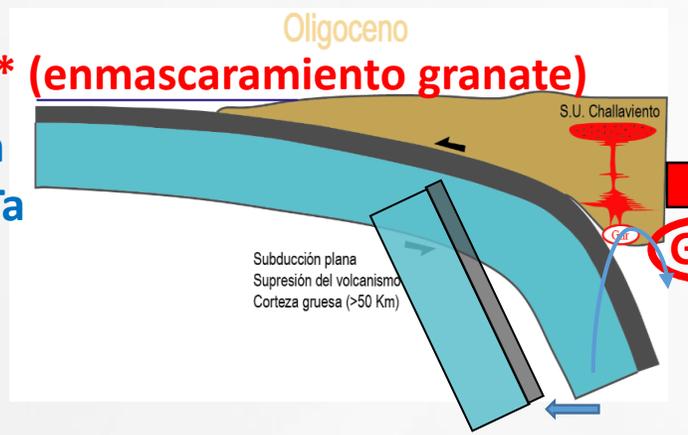
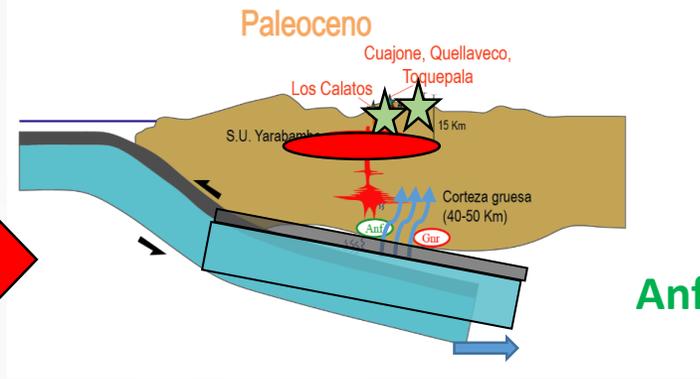
Guías de exploración-síntesis

- ↑ Nb/Ta
- ↑↑ U/Th
- ↑↑ Eu/Eu*
- ↓ Sr/Y
- ↓ La/Yb

- ↑ Sr/Y
- ↑ La/Yb
- ↑ Eu/Eu* (enmascaramiento granate)
- ↓↓ U/Th
- ↓↓ Nb/Ta

- ↑↑ Sr/Y
- ↑↑ La/Yb
- ↑ Eu/Eu*
- ↑ U/Th
- ↑ Nb/Ta

- ↑ Sr/Y
- ↑ La/Yb
- ↑ Eu/Eu*
- ↑ Nb/Ta
- ↓ U/Th



Anf ↔ Gnr

Anf ↔ Gnr



**INSTITUTO
DE INGENIEROS
DE MINAS
DEL PERÚ**

CONCLUSIONES

WWW.IIMP.ORG.PE

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

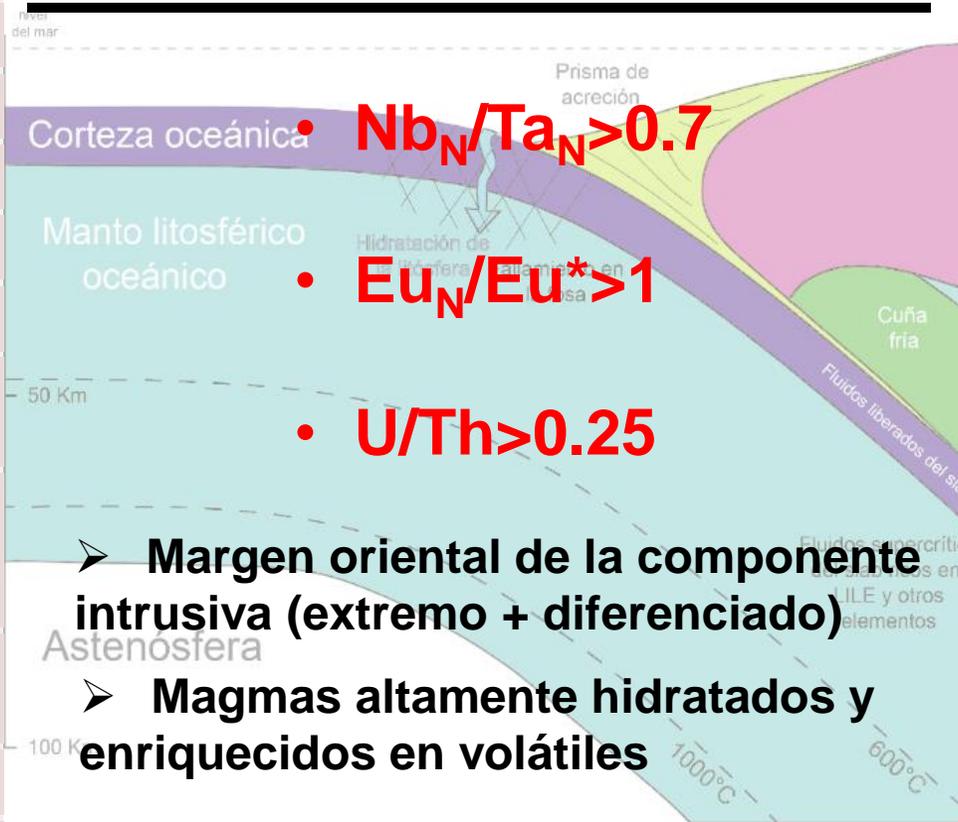
CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

LITOGEOQUÍMICA

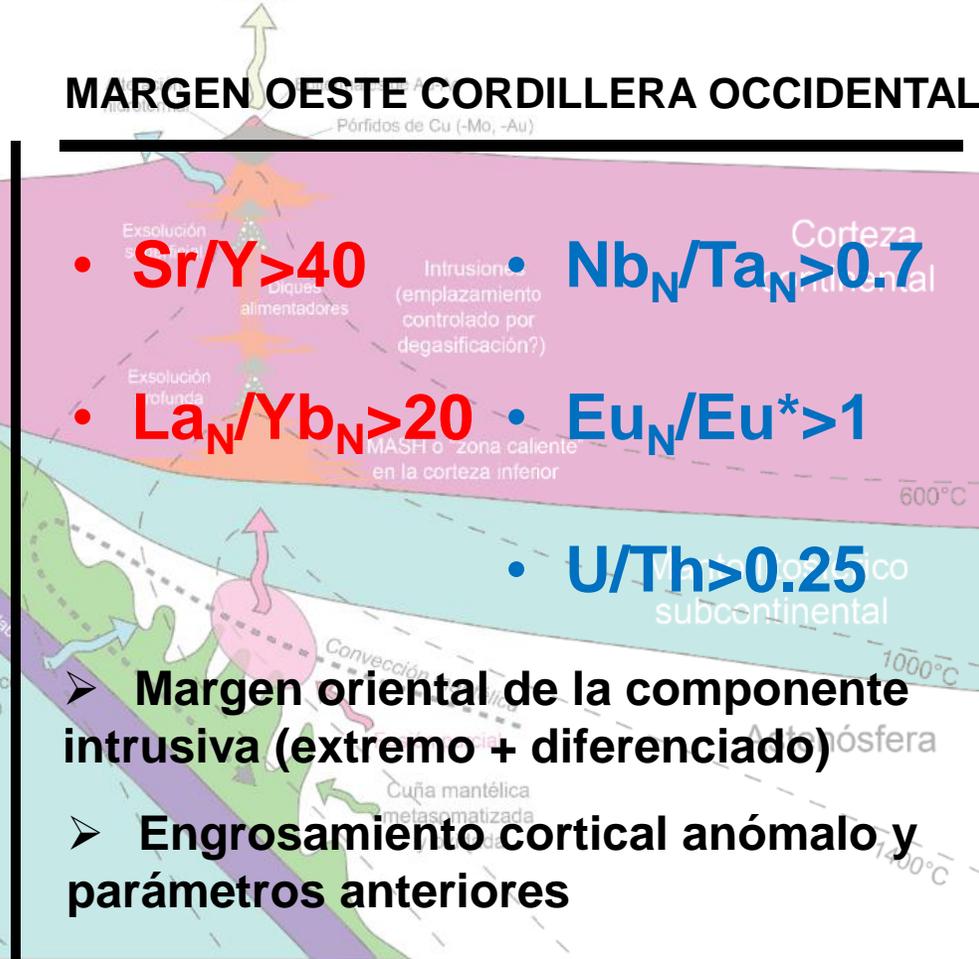
Base teórica	Coeficiente de partición
	Potencial iónico
	Tierras raras
	Diagramas Spider
Arcos magmáticos del Sur	
Ratios litogeoquímicos	La _N /Yb _N -Sr/Y Eu _N /Eu* -señal adakítica
	Nb _N /Ta _N vs Th/Yb Componente mantélica- componente cortical
	U/Th-contenido de volátiles
	Ce/Y-espesor cortical
Guías de exploración-síntesis	

CONCLUSIONES

ARCO COSTERO CONTINENTAL



MARGEN OESTE CORDILLERA OCCIDENTAL



***Guías para reconocer magmas con potencial de generar yacimientos de tipo pórfido**

CONCLUSIONES



**INSTITUTO
DE INGENIEROS
DE MINAS
DEL PERÚ**

INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERÚ

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

📍 Los Canarios 155 - 157 urb. San César
II Etapa, La Molina, Lima 12, Perú
📞 (511) 313.41.60
✉ iimp@iimp.org.pe
🌐 www.iimp.org.pe

Síguenos en:

