

Modelos reactivos geoquímicos de extracción y reinyección en Salares: desafíos y ventajas

Foro de Litio, 3 de septiembre 2025

Pilar Enguita Lorenzo

Gerente de Operaciones Amphos 21 Chile - RSK

pilar.enguita@amphos21.com



CONTENIDO



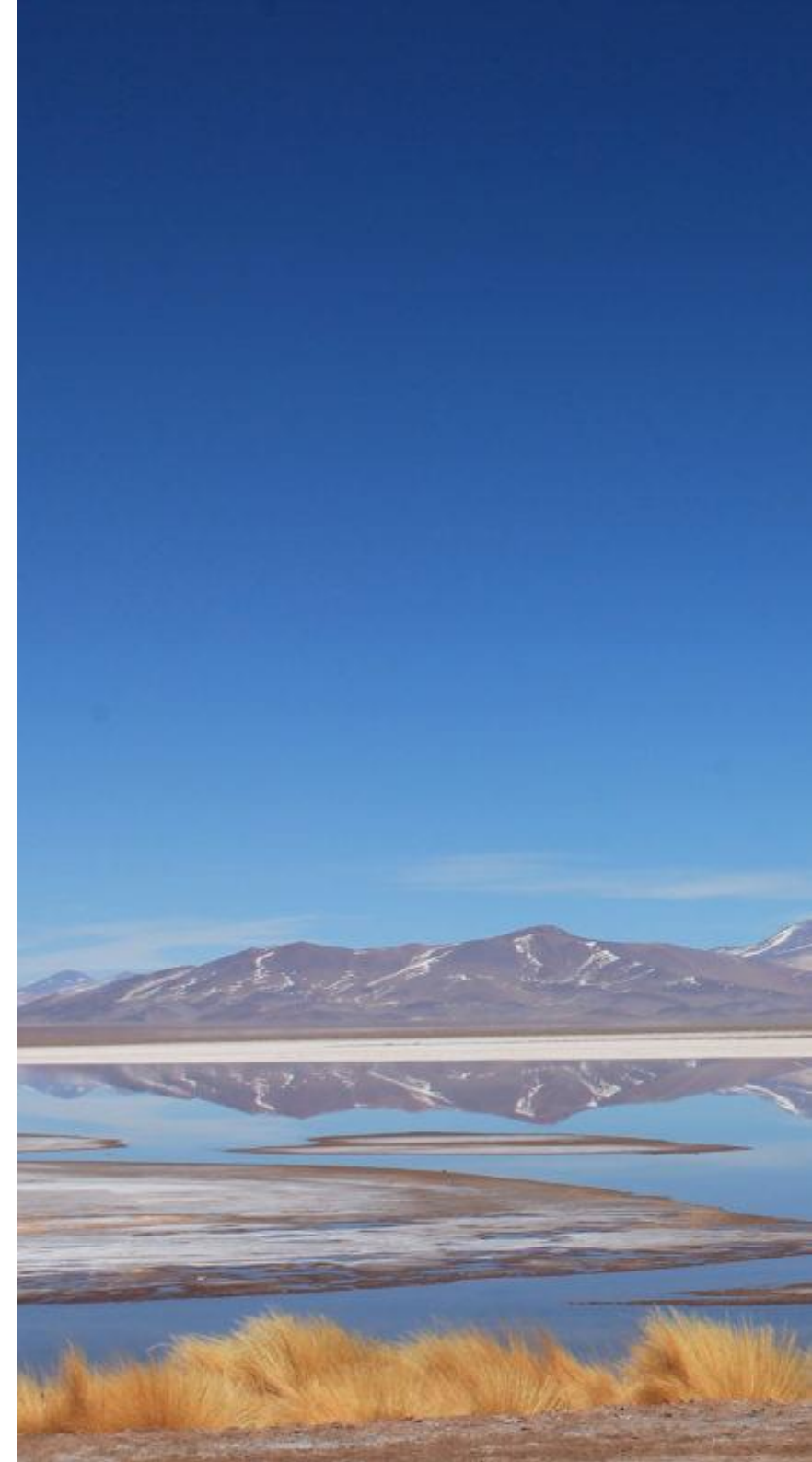
I. Generalidades

1. Contexto nacional: Estrategia Nacional del Litio
2. Reinyección de salmueras: Ventajas y Desafíos

II. Caso de estudio: Modelo de transporte reactivo

1. Caso 1: Extracción de salmuera
2. Caso 2: Reinyección de salmuera

III. Discusión



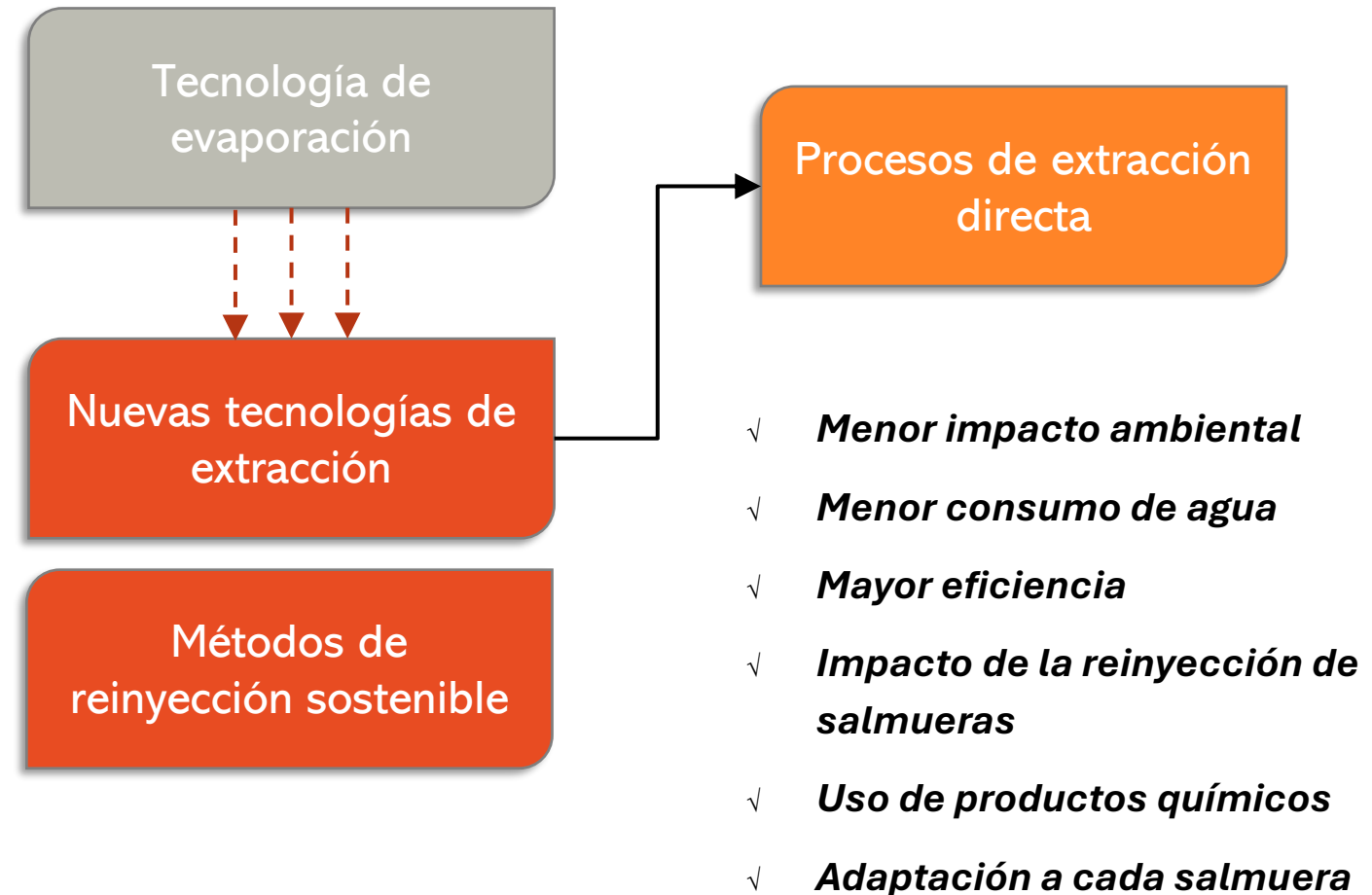


I. Generalidades

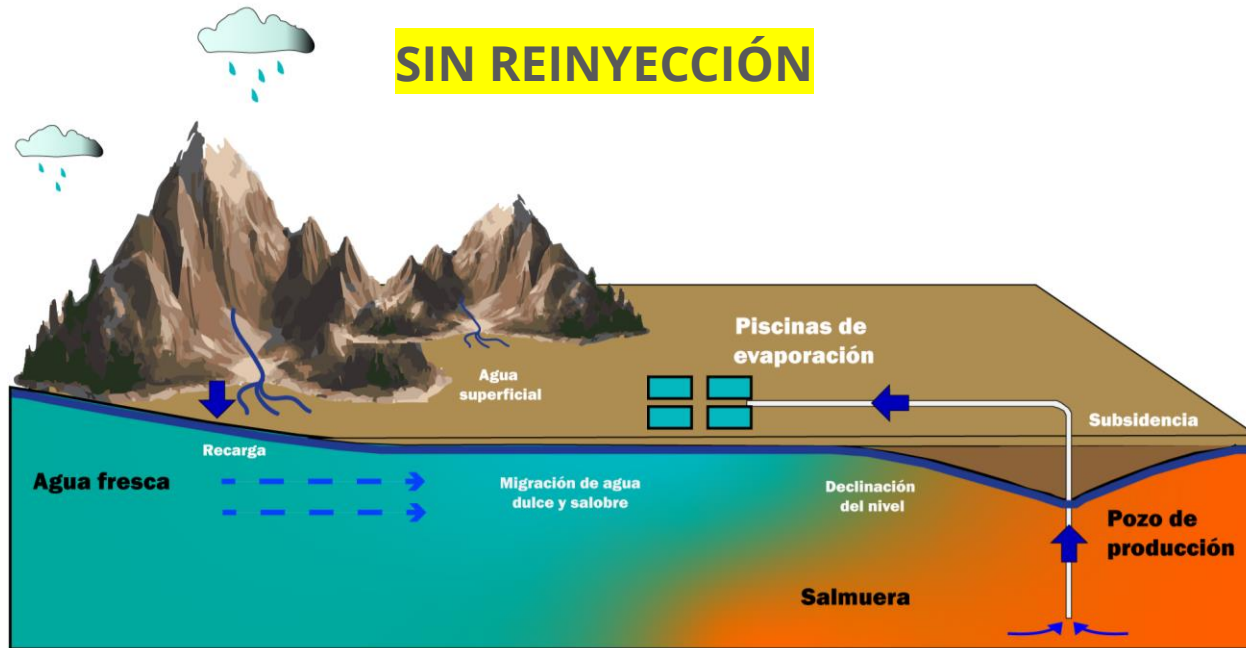


1. Contexto nacional: Estrategia Nacional del Litio

Es un **conjunto de medidas** que buscan incorporar capital, tecnología, sostenibilidad y agregación de valor al sector productivo en armonía con **las comunidades y el medio ambiente**.



2. Reinyección de salmueras - *Ventajas*



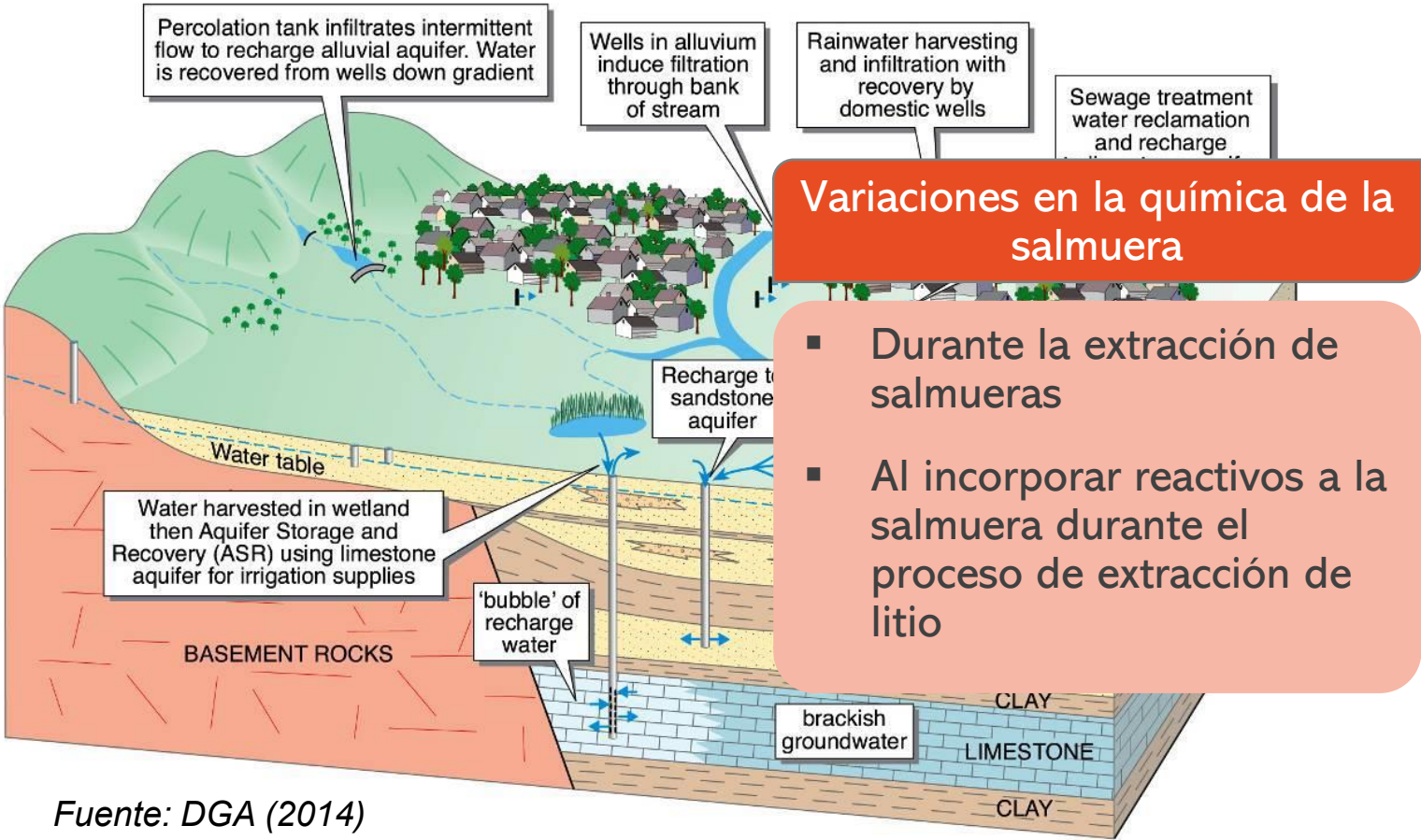
Minimizar los impactos ambientales y sociales

- Mantener las fuentes de agua naturales
- Preservar cuerpos de agua dulce
- Prevenir la subsidencia del terreno

Aumentar la eficiencia en la producción de litio

- Mantener el almacenamiento del reservorio
- Acople con técnicas de extracción directa

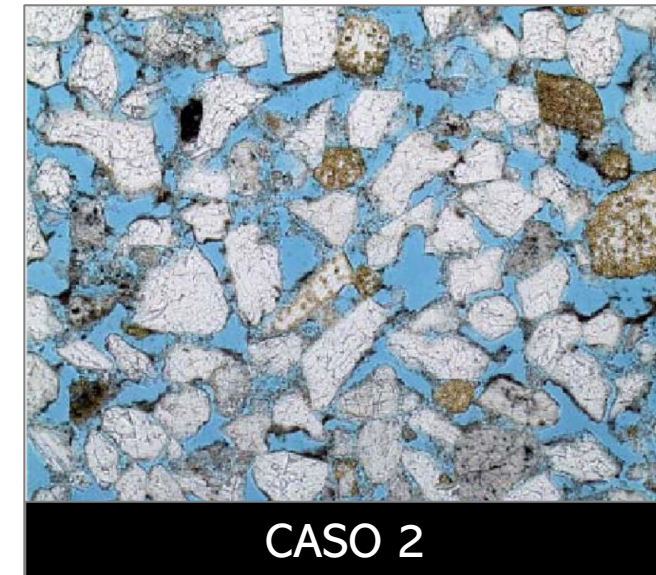
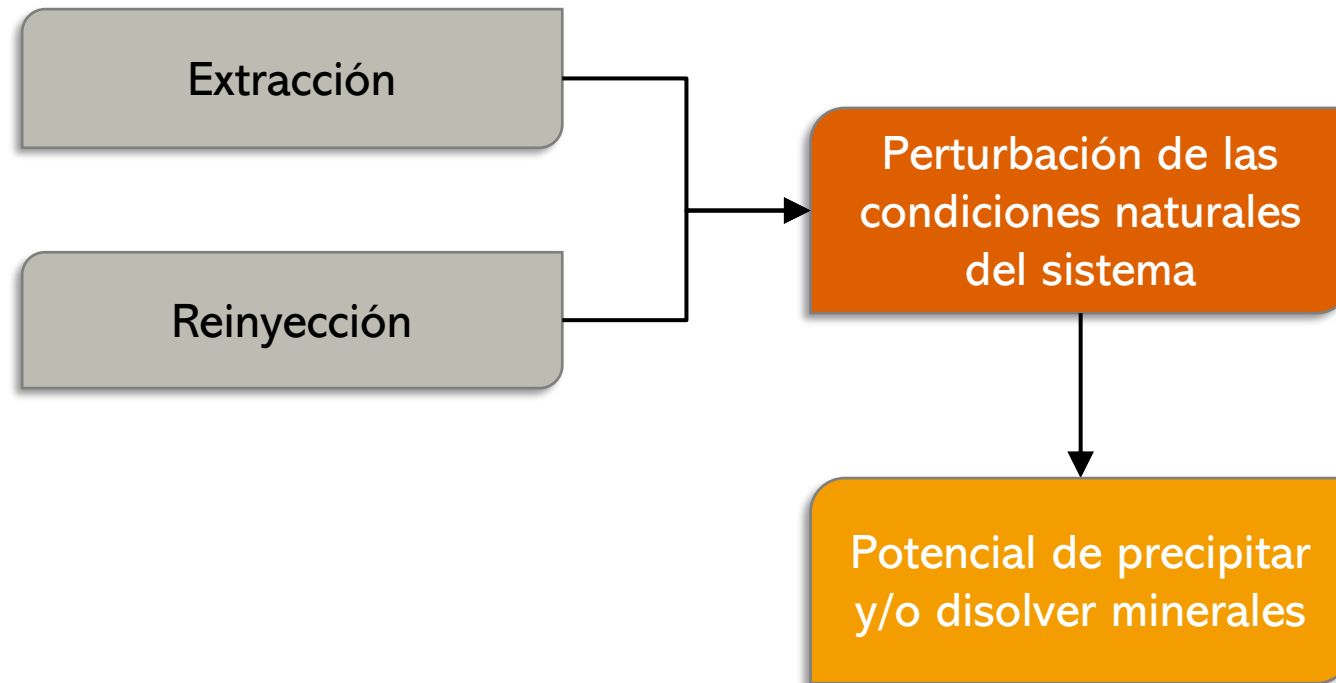
2. Reinyección de salmueras-Desafíos



PARÁMETRO	Dispositivos superficiales (procesos de tratamiento suelo-acuífero)		Dispositivos profundos (almacenamiento en el acuífero y posterior extracción)	
	SI	NO	SI	NO
Hidrogeología (Acuífero)	- poroso - karst si la calidad del agua es buena	Baja permeabilidad	Poroso	Porosidad por fracturas
Confinamiento	No confinados	Confinados	No influye	No influye
Pendiente	<5%	>5%	No influye	No influye
Infiltración	> 1 m/d	< 0,5 m/d		Si las velocidades de flujo son elevadas, mejor utilizar ASTR*.
Usos del suelo		Zonas comerciales y urbanas		Zonas comerciales y urbanas
Profundidad de la zona no saturada	> 5 m (si el volumen es suficiente)	< 5 m	> 10 m	< 10 m
Transmisividad	>40 m ² /d	<40 m ² /d	>40 m ² /d	<40 m ² /d
Tiempo de tránsito (depende de la calidad del agua)	>6 meses	< 3 meses	< 6 meses (para ASTR es al revés*)	> 6 meses

2. Reinyección de salmueras

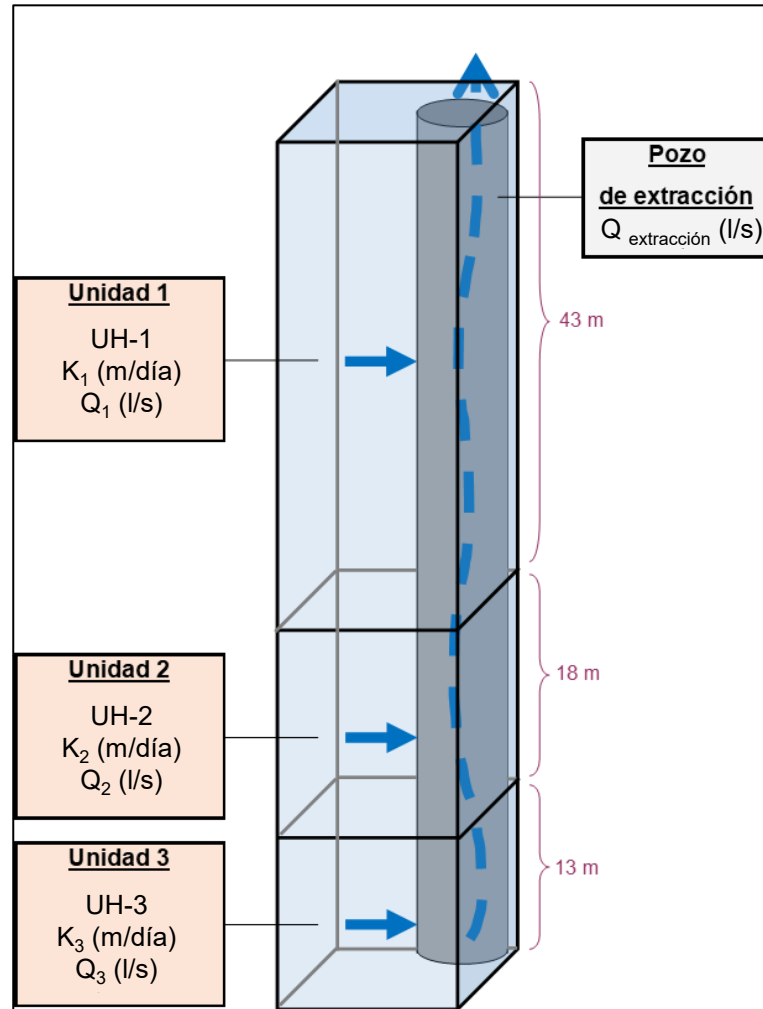
Desafíos



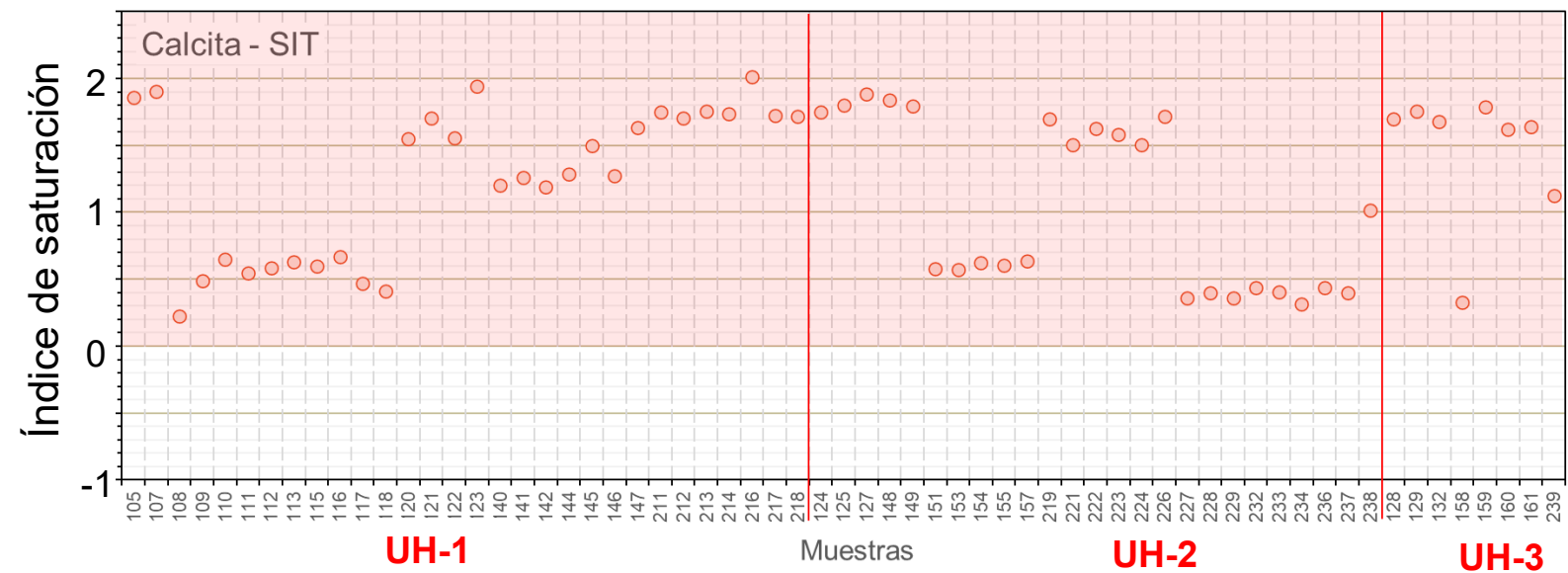


II. Caso de estudio: Modelo de transporte reactivo

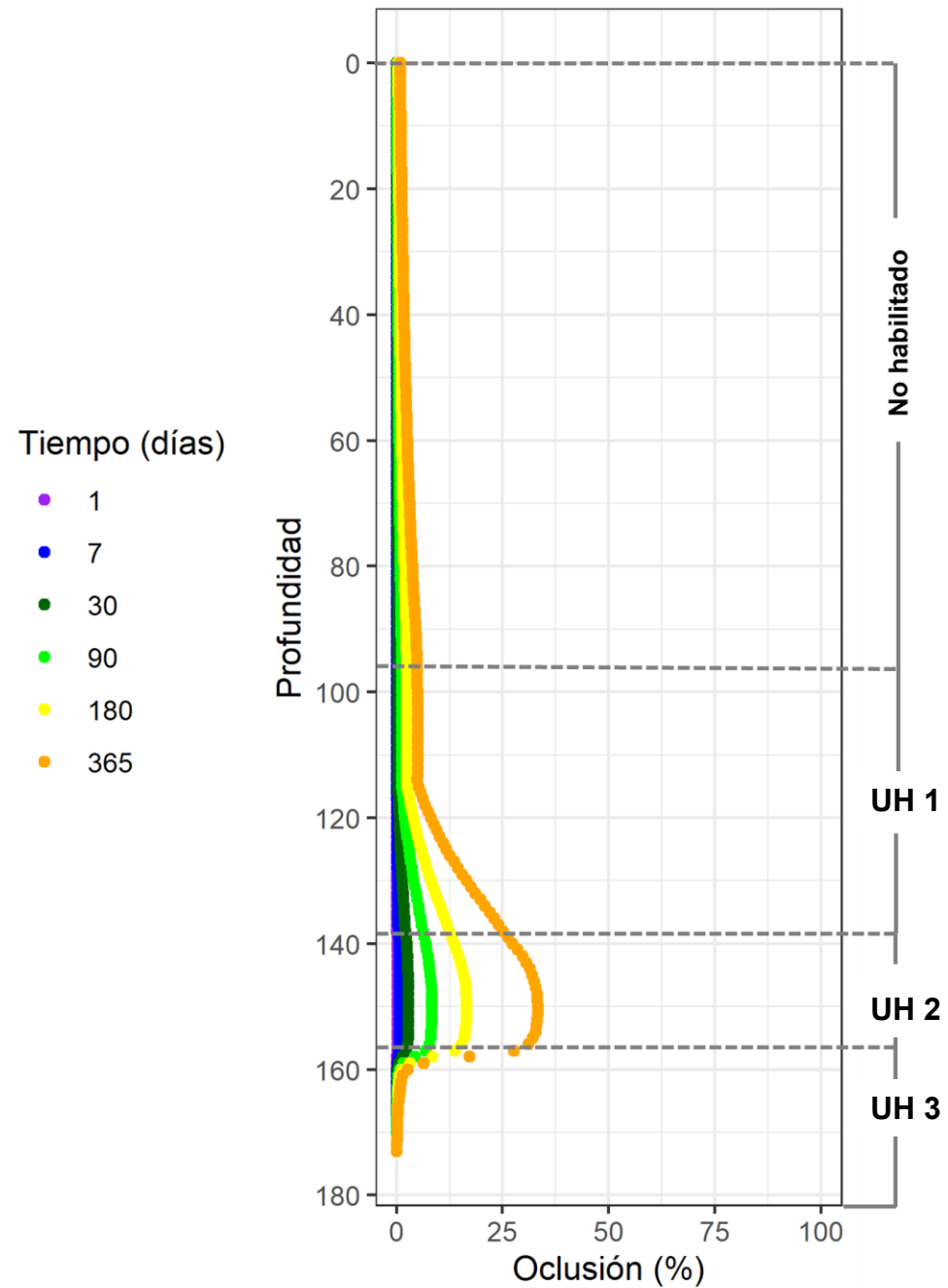
1. Caso 1: Extracción de salmueras



- Caracterización hidroquímica para cada UH
- Uso de software para modelación de transporte reactivo (PHAST, Comsol) acoplado a código PHREEQC para cálculos termodinámicos.



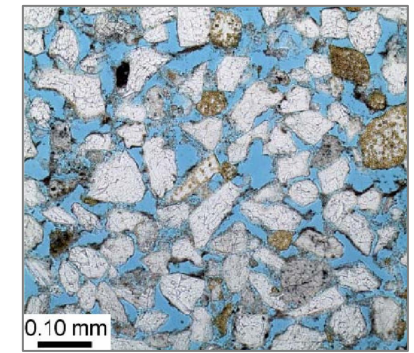
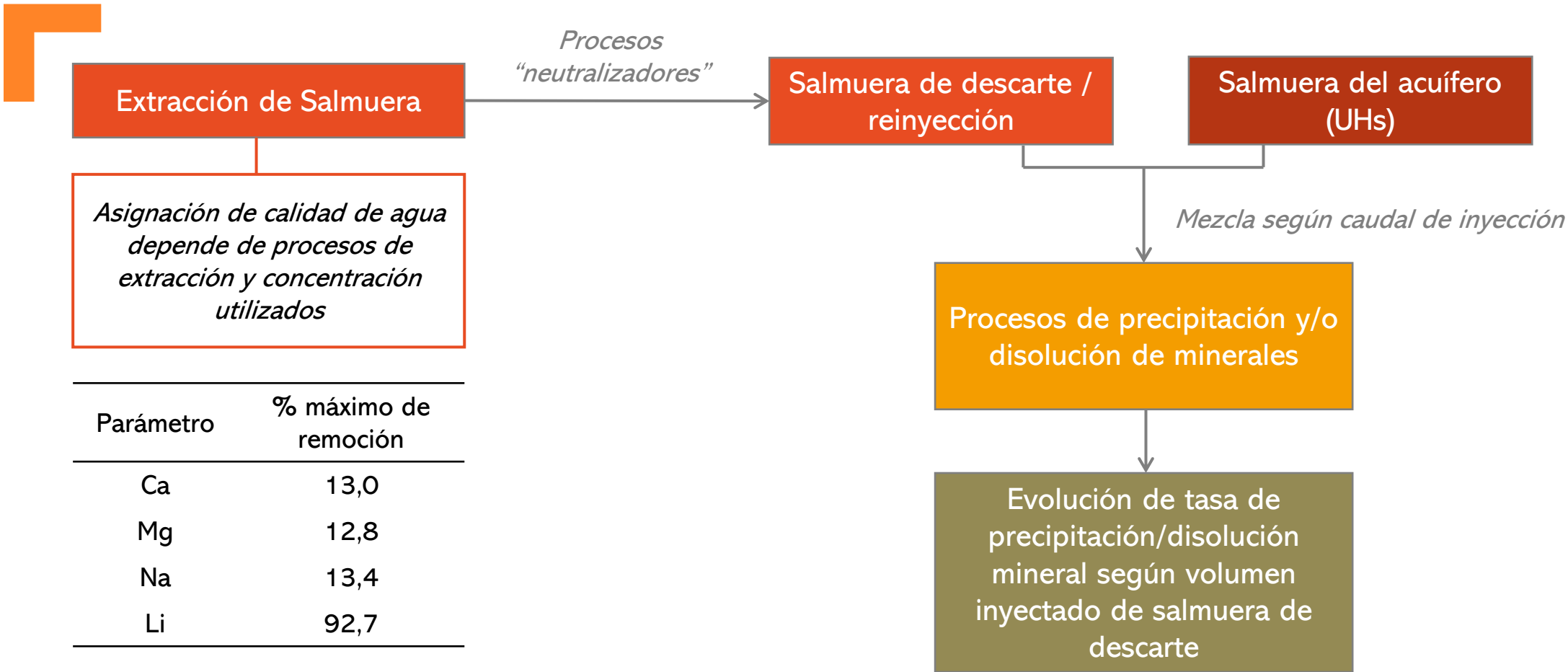
1. Caso 1: Extracción de salmueras



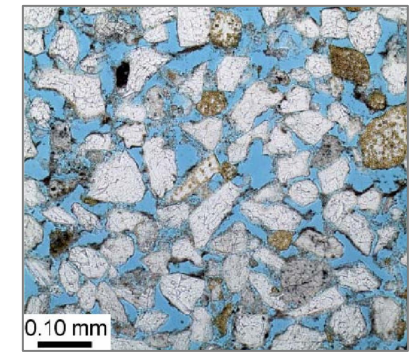
- Cálculo de tasa de oclusión indica que en 1 año el pozo se obtura en un 30% por precipitación de calcita, halita, ulexita y yeso.



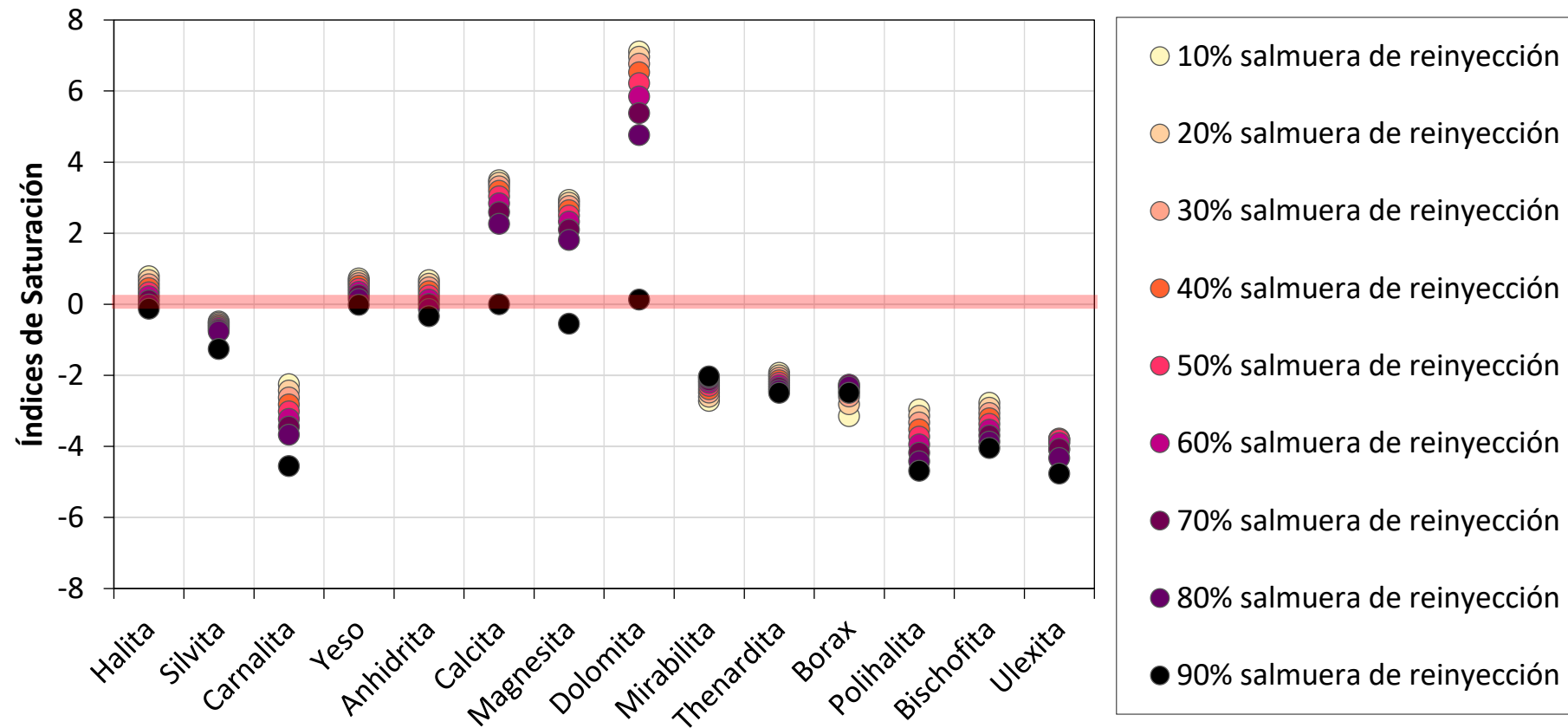
2. Caso 2: Reinyección de salmueras



2. Caso 2: Reinyección de salmueras



Reinyección en UH-2



- Reinyección generaría **precipitación** de algunos minerales como halita, yeso, calcita, entre otros
- Reinyección generaría **disolución** de minerales como mirabilita, thenardita y ulexita, en caso de estar presentes en el acuífero

III. Discusión

Elevadas tasas de oclusión de pozos suponen un problema operacional

- Comprender los procesos geoquímicos que ocurren al extraer salmueras y reinyectarlas permite tomar decisiones que optimicen la producción

Precisión de resultados depende de información disponible

- Modelo hidrogeológico conceptual
- Modelo hidrogeológico numérico
- Parámetros hidráulicos discretizados
- Técnicas de extracción y concentración de Li
- Caudal de reinyección
- Mineralogía presente en cada UH

AMPHOS²¹

an **RSK** company

CHILE

Avda. Nueva Tajamar, 481
WTC – Torre Sur – Of 1005
Las Condes, SANTIAGO
Tel.: +562 2 7991630

ESPAÑA

C. Veneçuela, 103, 2ª planta
08019 BARCELONA
Tel.: +34 93 583 05 00

C. Raquel Meller, 7, plta. baja.
Ciudad Lineal, 28027 MADRID
Tel.: +34 911 235 562

PERÚ

Av. Primavera 781-785, Int. 201,
San Borja, 15037 LIMA
Tel.: +51 1 592 1275

City Center, Of. 1605
Urb. Teresa de Jesús
AREQUIPA 04014

www.amphos21.com

www.rskgroup.com

