

Modelos reactivos de extracción y reinyección en Salares

Pilar Enguita

Carla Barbosa

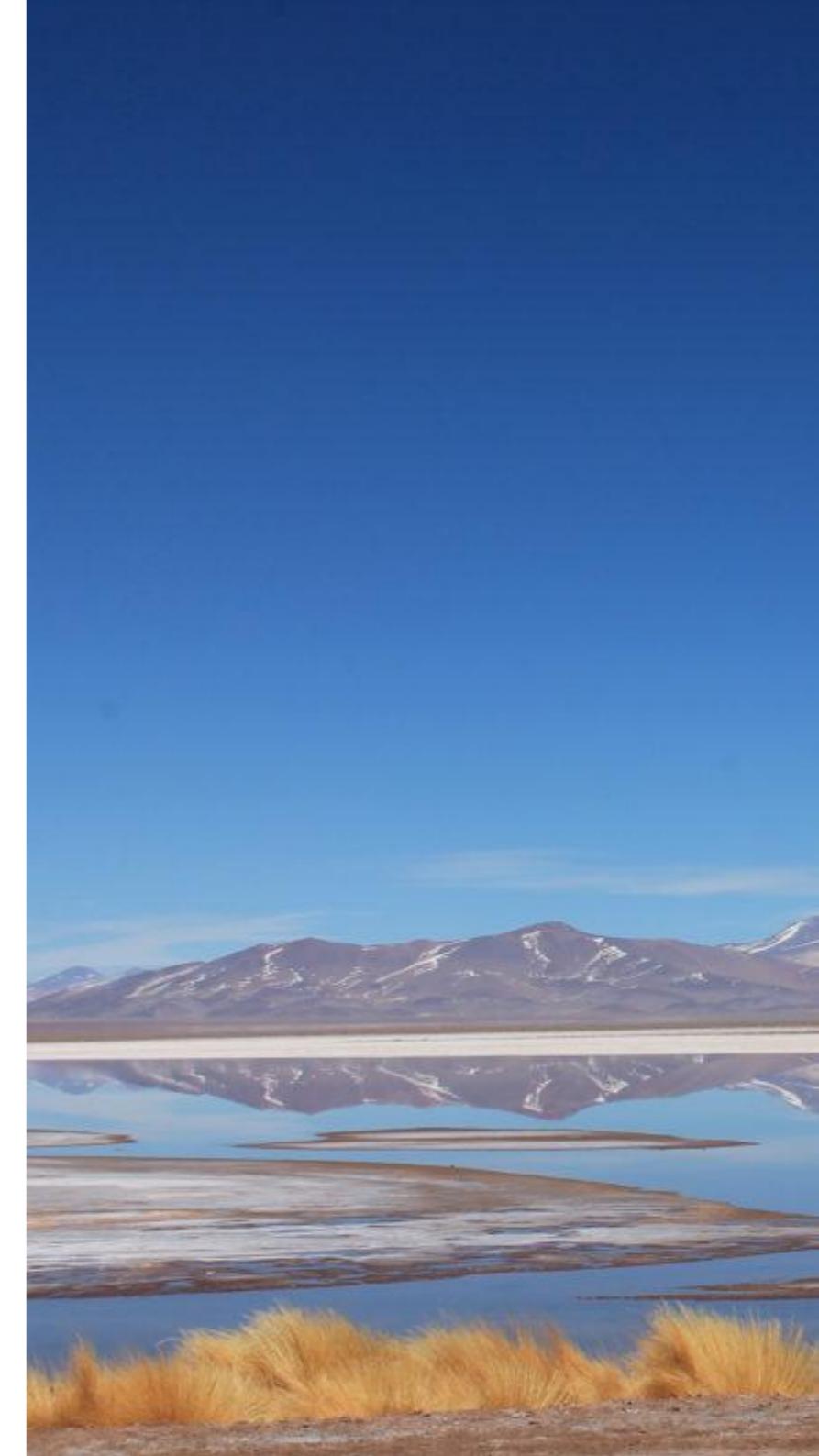
Marzo 2025



ÍNDICE

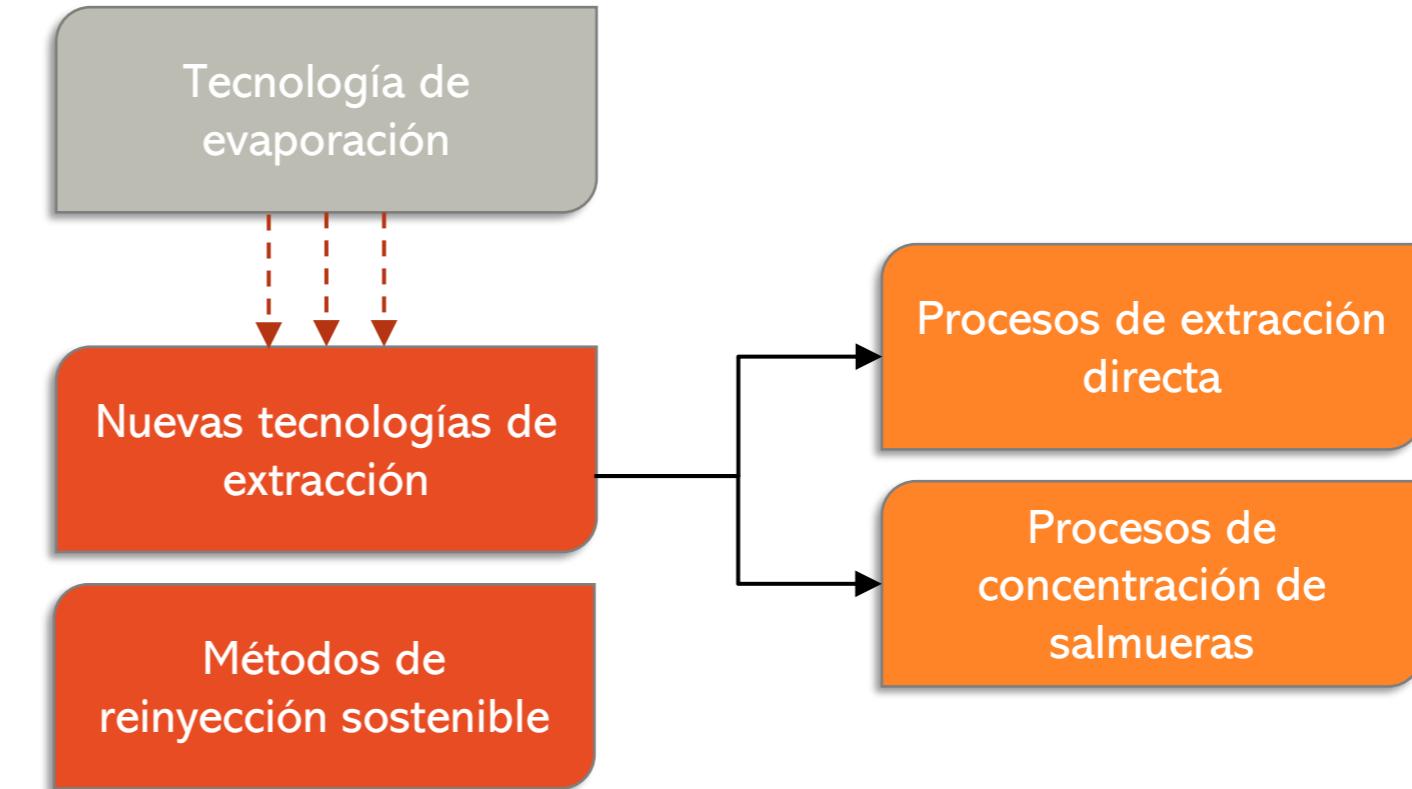


- I. Generalidades
 - 1. Contexto nacional: Estrategia Nacional del Litio
 - 2. Reinyección de salmueras: Ventajas y Desafíos
- II. Caso de estudio: Modelo de transporte reactivo
 - 1. Caso 1: Extracción de salmuera
 - 2. Caso 2: Reinyección de salmuera
- III. Discusión



I. Generalidades

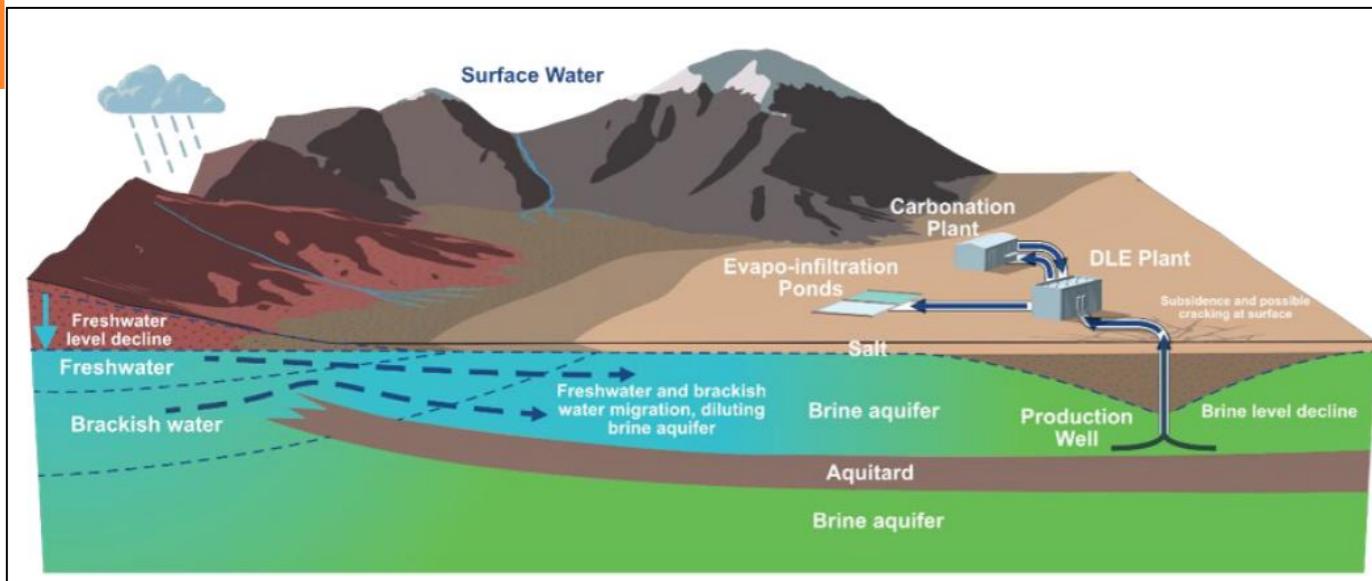
1. Contexto nacional: Estrategia Nacional del Litio



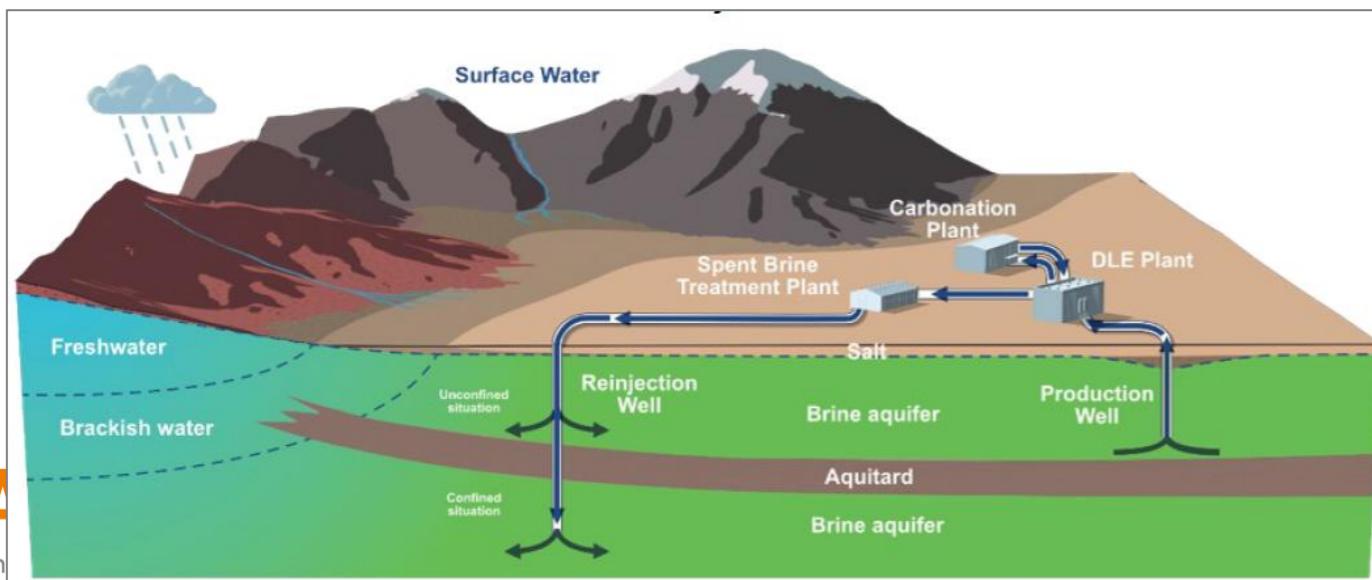
2. Reinyección de salmueras

Ventajas

SIN REINYECCIÓN



CON REINYECCIÓN



Minimizar los impactos ambientales y sociales

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

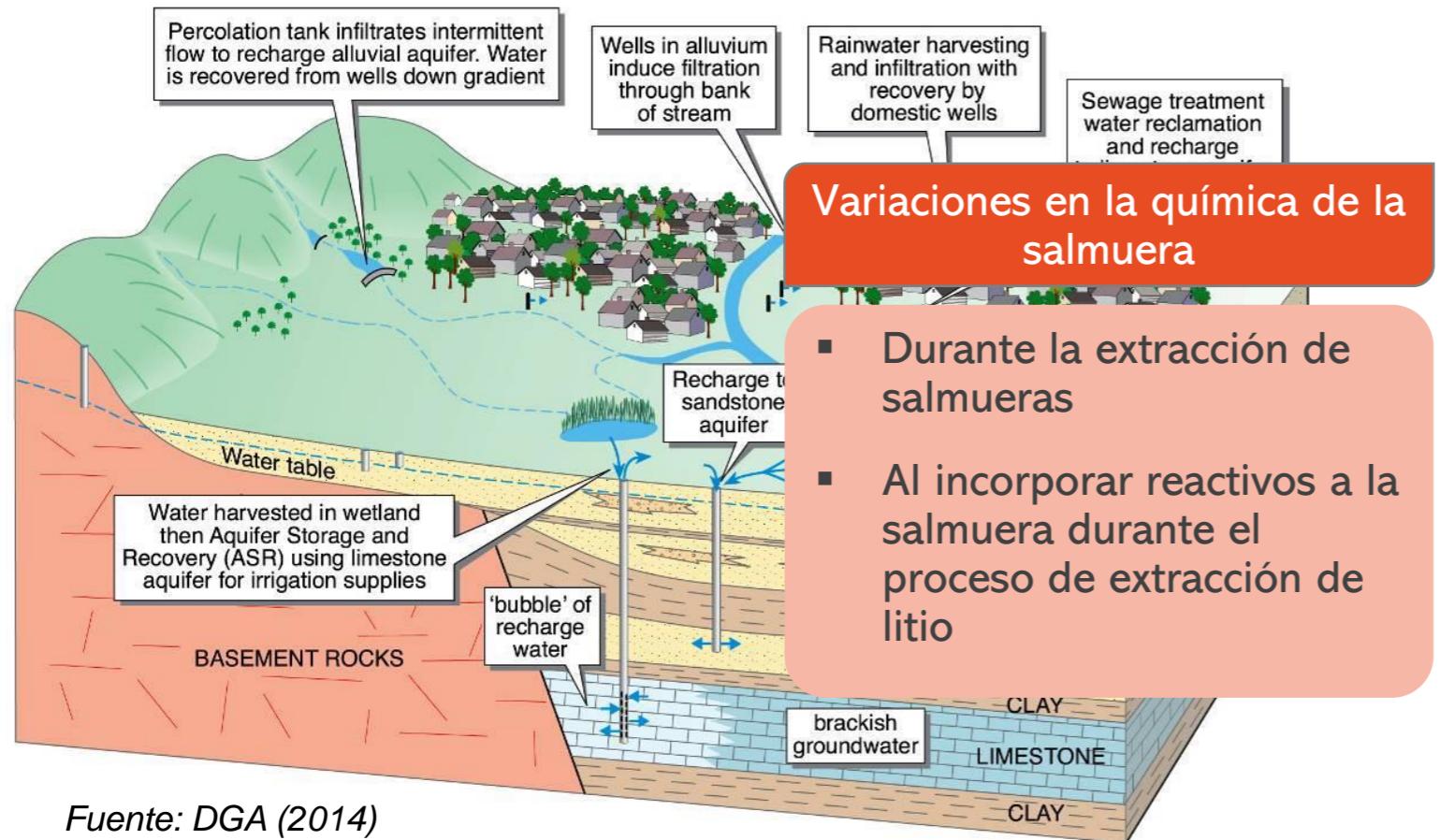
Aumentar la eficiencia en la producción de litio

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

Fuente: Zelandez (2024)

2. Reinyección de salmueras

Desafíos

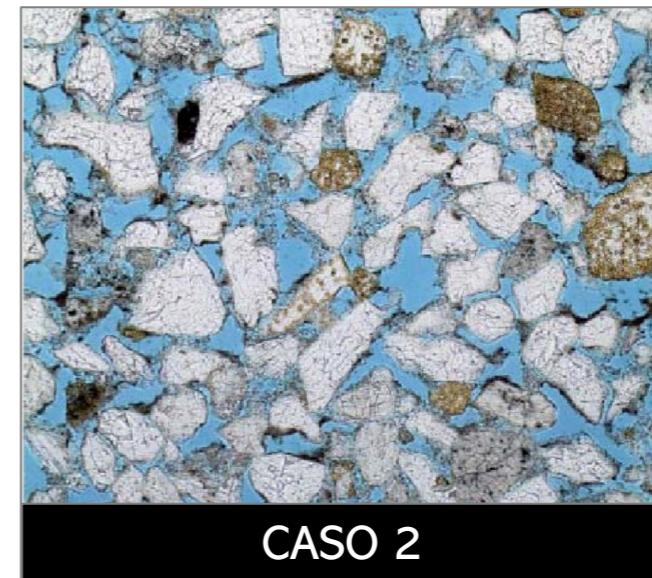
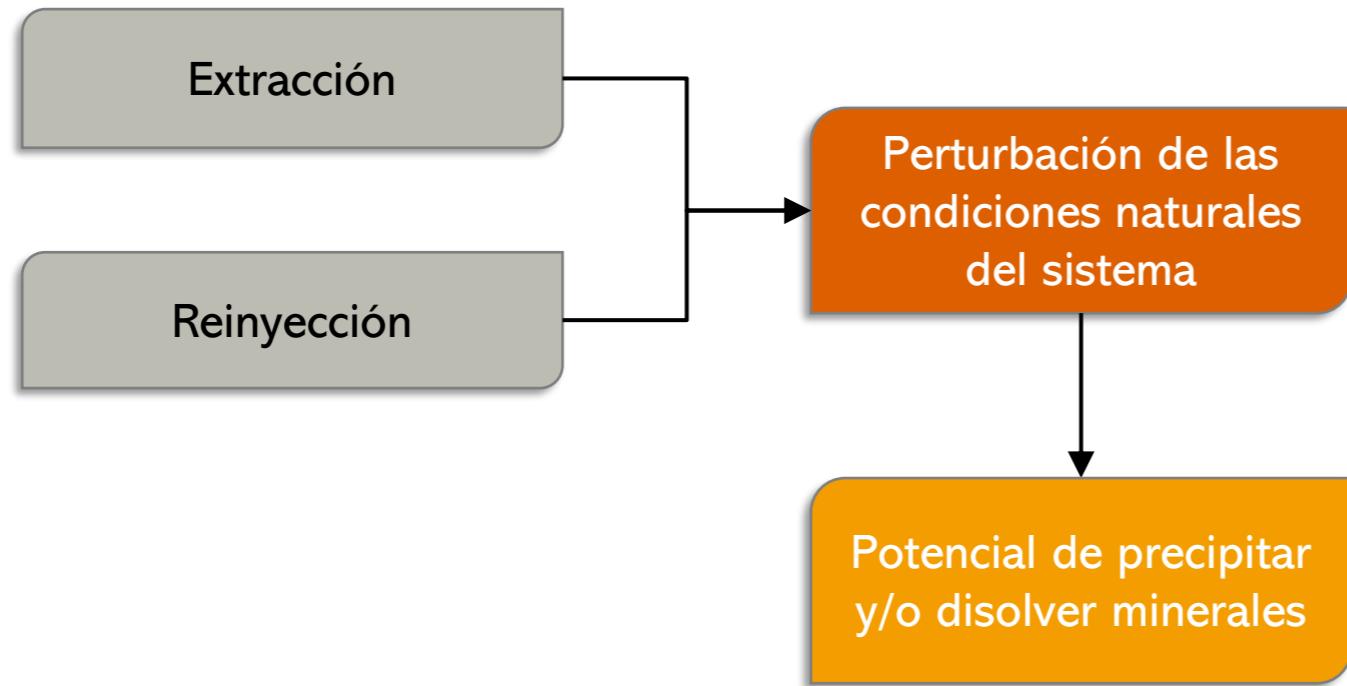


Fuente: DGA (2014)

| 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 |
| 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 |

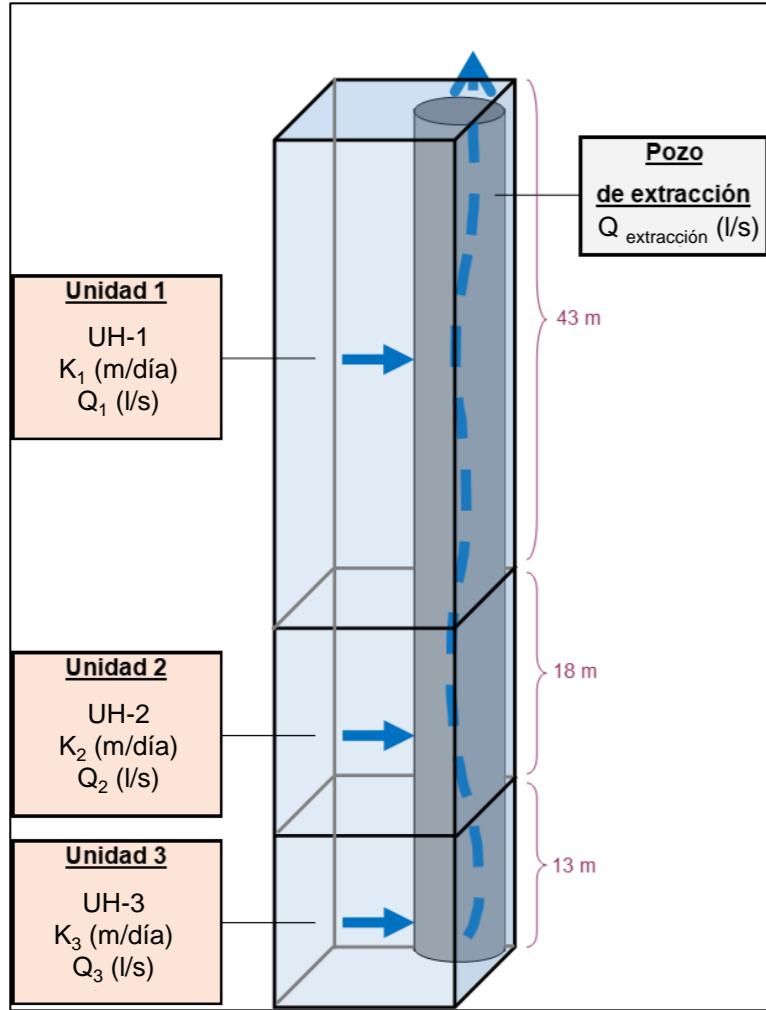
2. Reinyección de salmueras

Desafíos

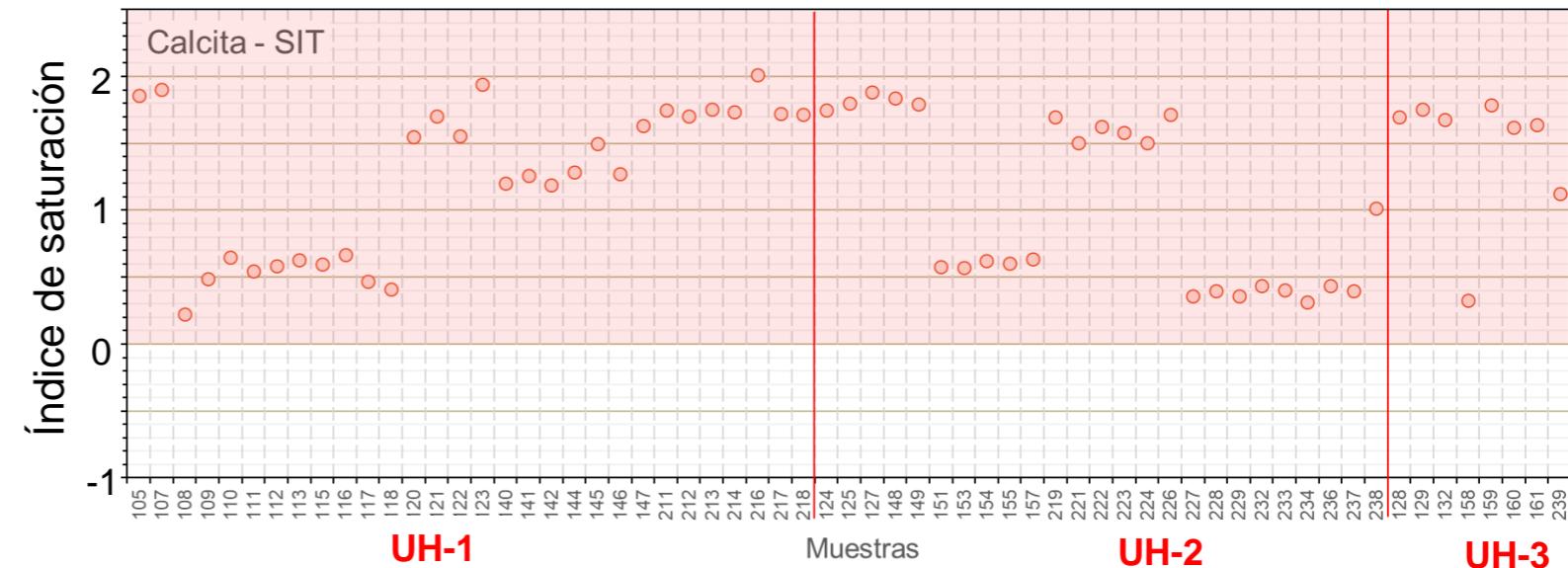


II. Caso de estudio: Modelo de transporte reactivo

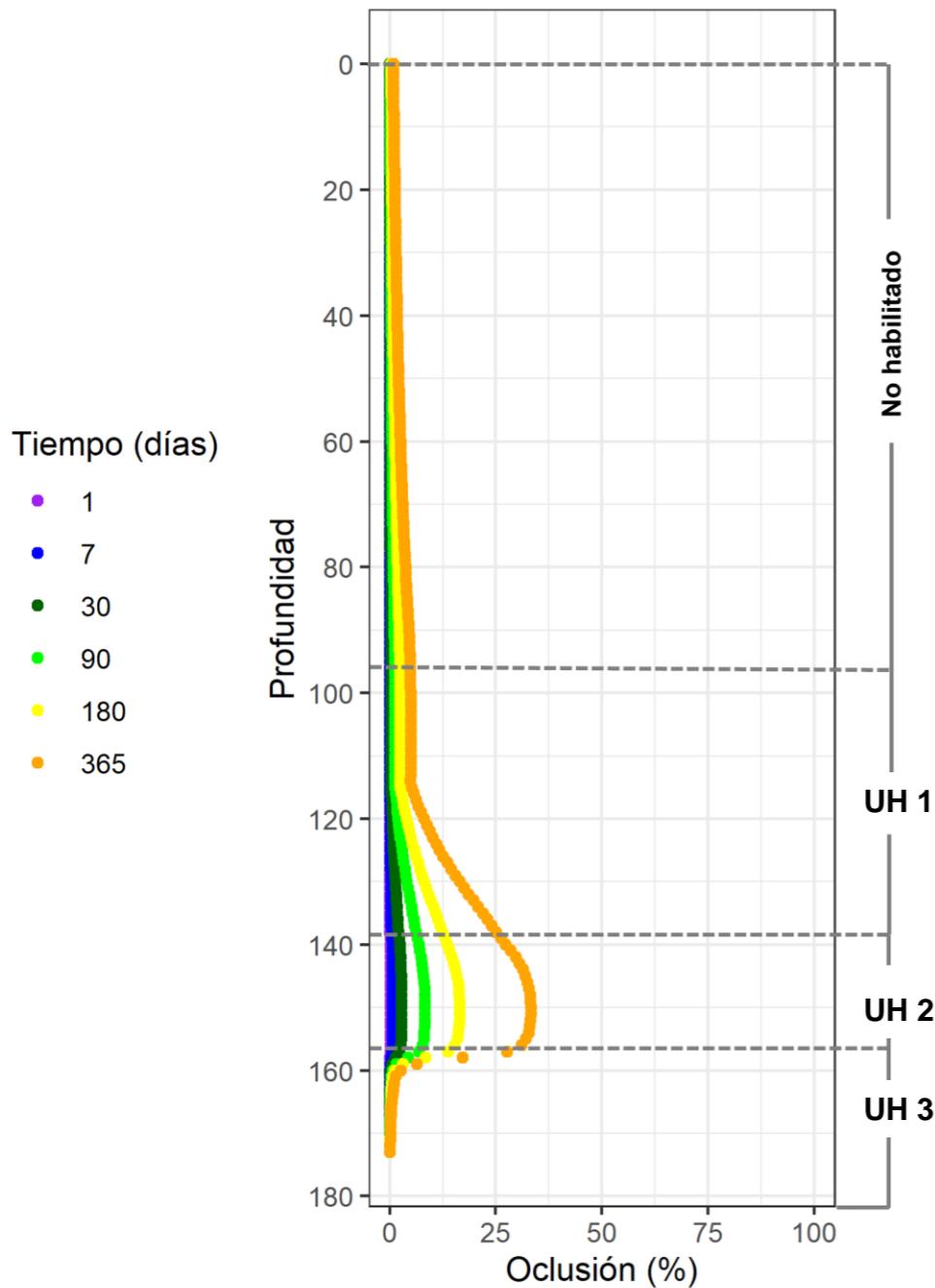
1. Caso 1: Extracción de salmueras



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



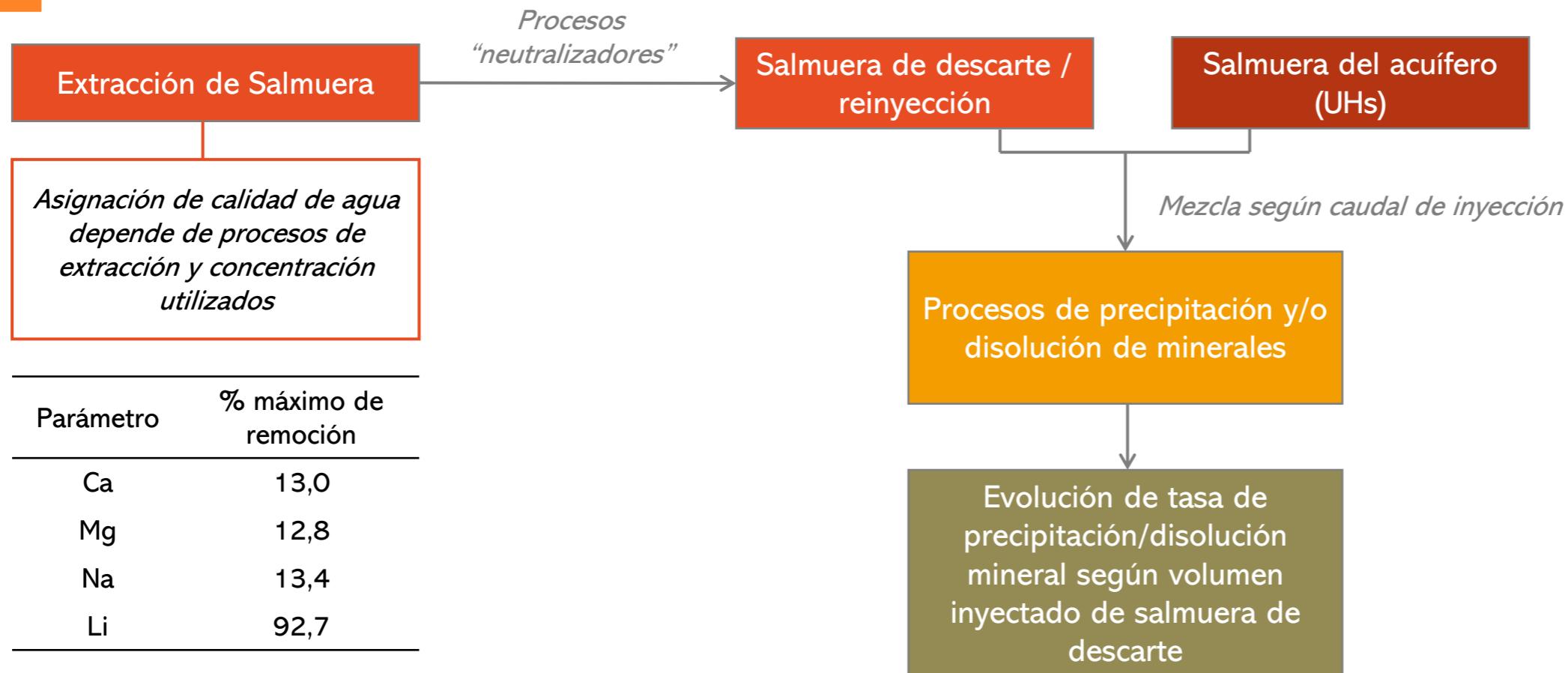
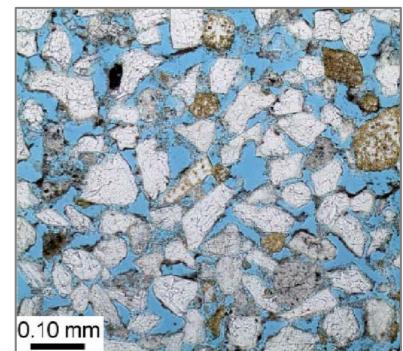
1. Caso 1: Extracción de salmueras



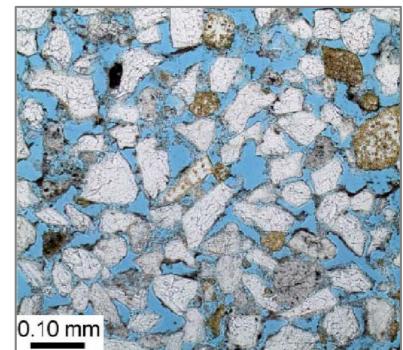
- Cálculo de tasa de oclusión indica que en 1 año el pozo se obtura en un % por precipitación de calcita, halita, ulexita y yeso.



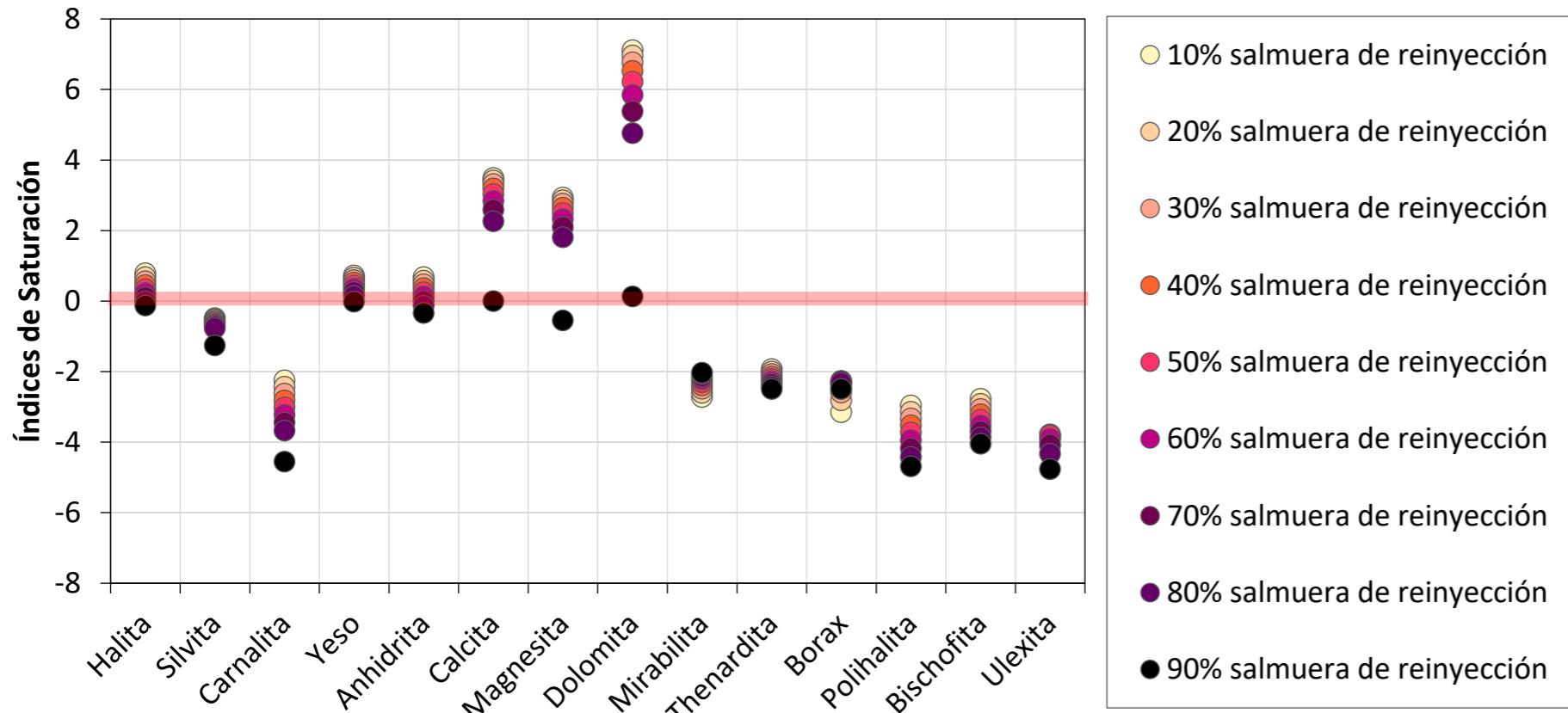
2. Caso 2: Reinyección de salmueras



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

Precisión de resultados depende de información disponible

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

- 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. Venezuela, 103, 2^a 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

