

Aportes de la hidrogeología para la estimación de recursos y reservas (salmueras)

Octubre 2024

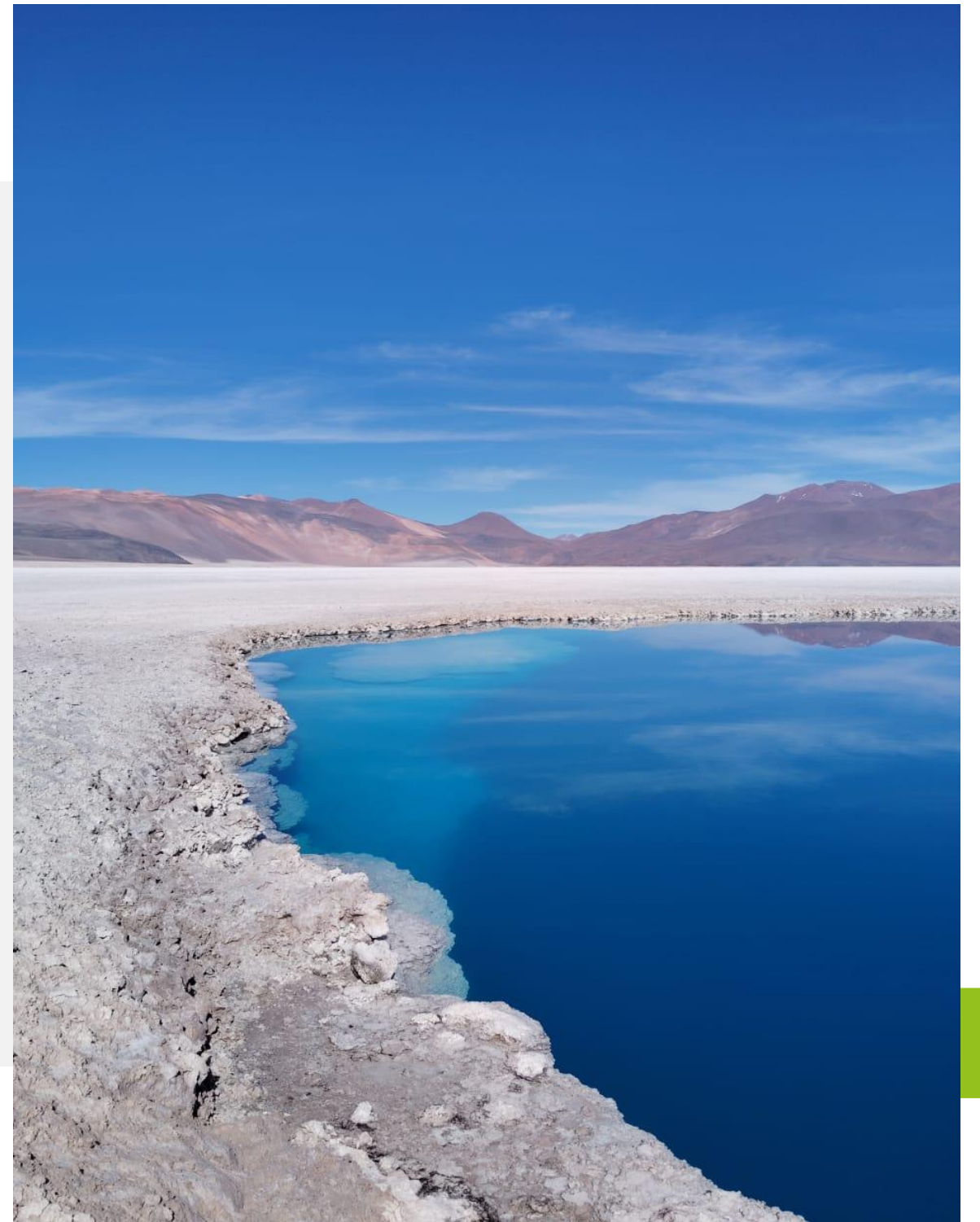


- **¿Qué es un salar?**
 - *Conceptos básicos*
- **Exploración salmueras**
- **Flujo de trabajo para la estimación de recursos y reservas**
 - *Captura de información.*
 - *Modelo conceptual.*
 - *Modelos numéricos.*

1. ¿QUÉ SON LOS SALARES?



1. ¿QUÉ SON LOS SALARES?

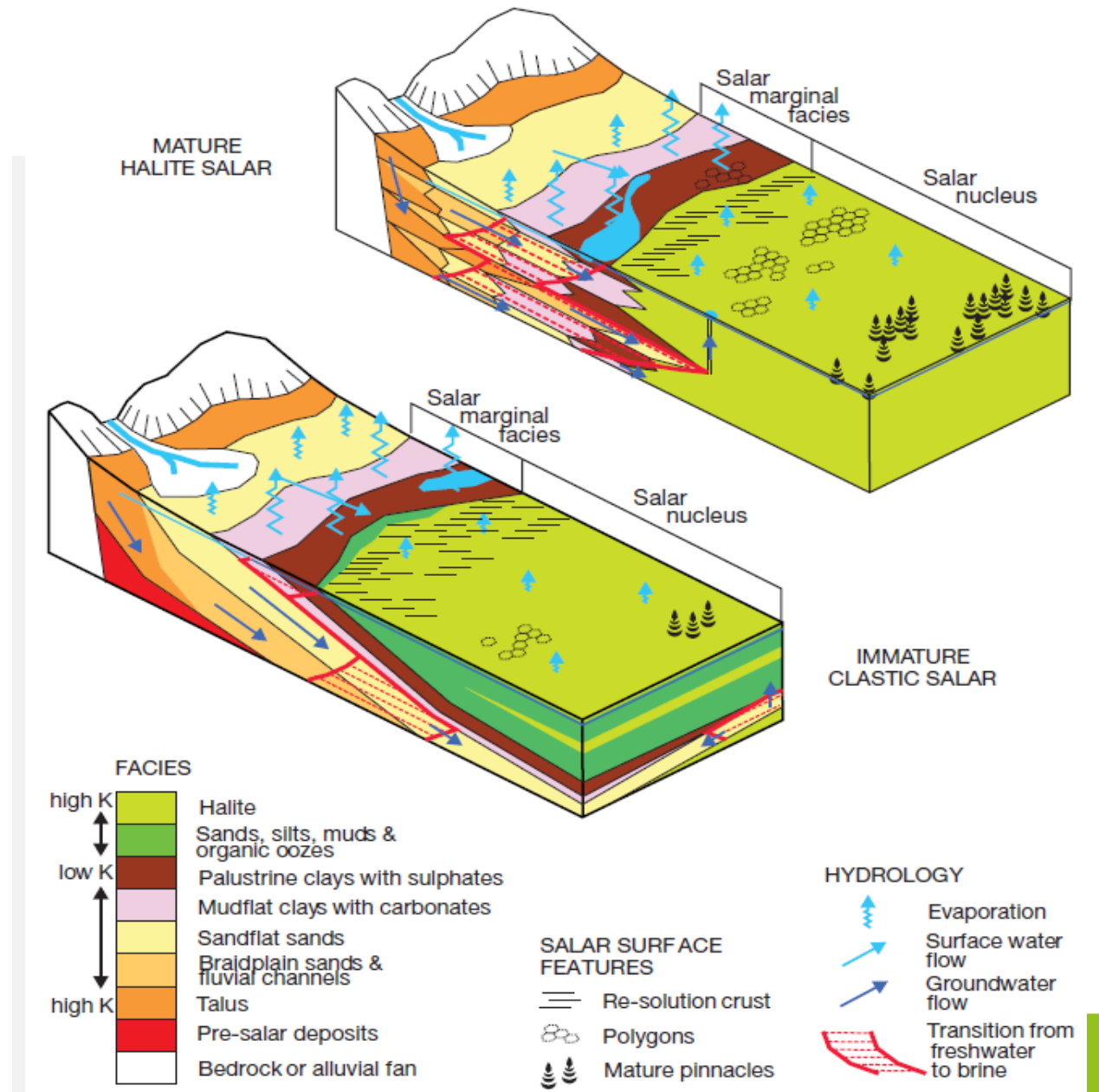


1. ¿QUÉ SON LOS SALARES?



1.¿QUÉ SON LOS SALARES?

- Son depósitos sedimentarios, formados en **cuencas endorreicas** de climas áridos e hiperáridos, en los cuales la tasa de evaporación es muy alta, lo que proporciona las condiciones ideales para su formación.
- Son **económicamente rentables**, producto de sus contenidos de Li, K, B y otros elementos necesarios en la actual revolución energética.
- Pueden ser clasificados en 3 tipos:
 - Maduros
 - Inmaduros
 - Mixtos



Houston et al, 2011

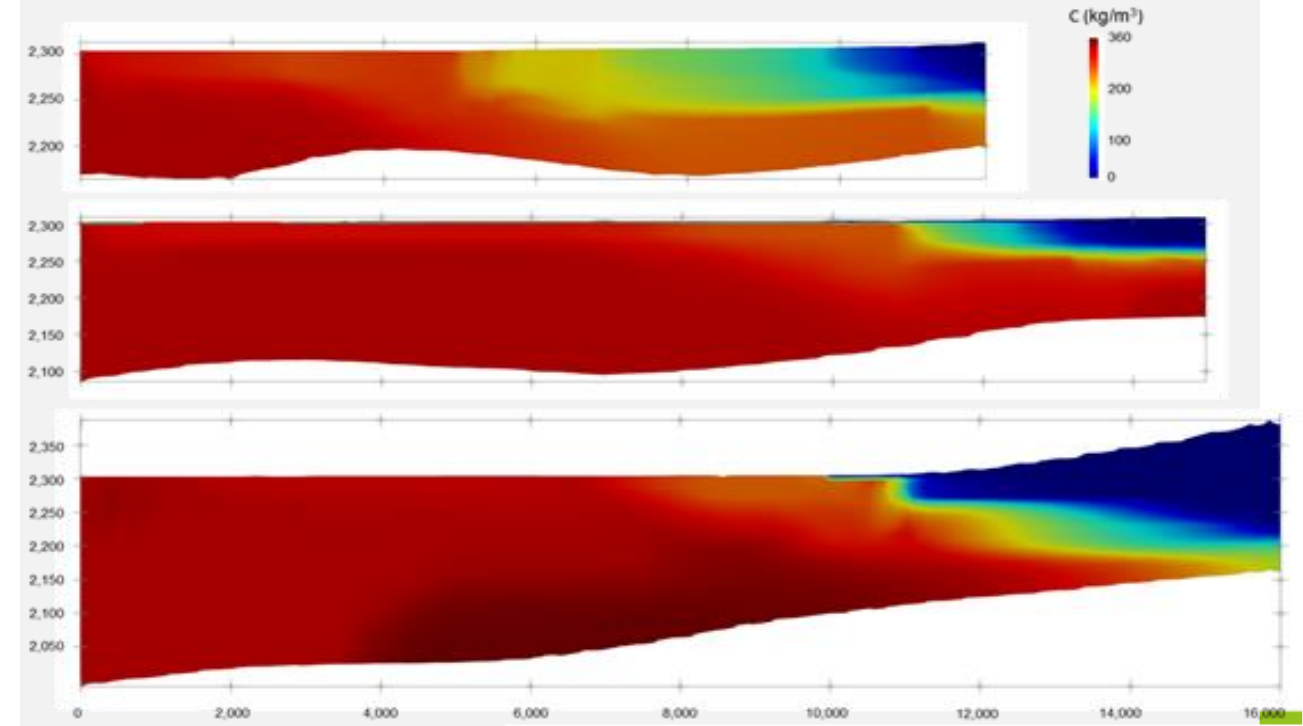
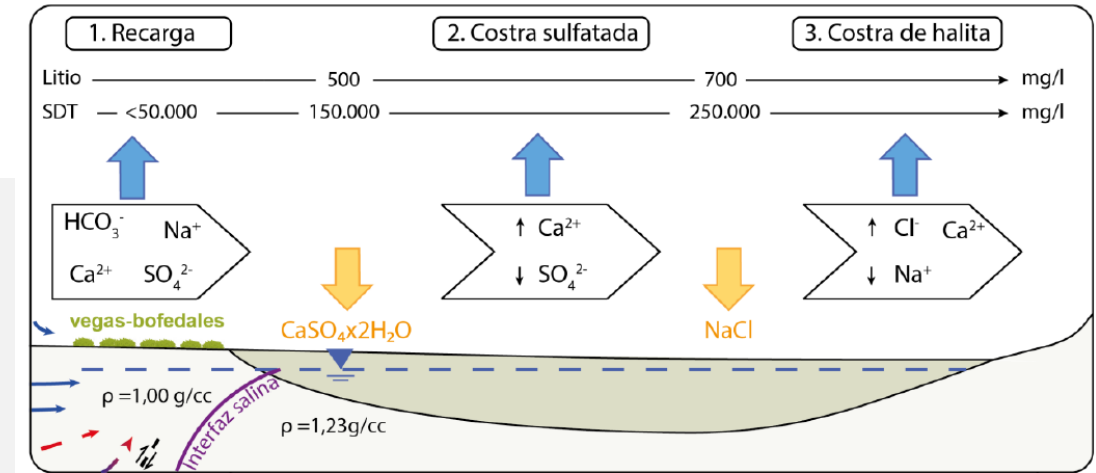
1¿QUÉ SON LOS SALARES?

NÚCLEO SALINO:

- En el cual se genera el enriquecimiento en la salinidad de la salmuera, por la evaporación, se precipitan **depósitos evaporíticos** compuestos de sulfatos, carbonatos, cloruros entre otros.

ZONA MIXTA:

- Sector, generalmente ubicado en los márgenes del salar, donde se produce una zona de mezcla entre el agua dulce (que viene desde la zona de recarga) y la salmuera del núcleo.
- Aquí, por **diferencias de densidad**, el agua dulce asciende y se producen lagunas y zonas de agua más somera

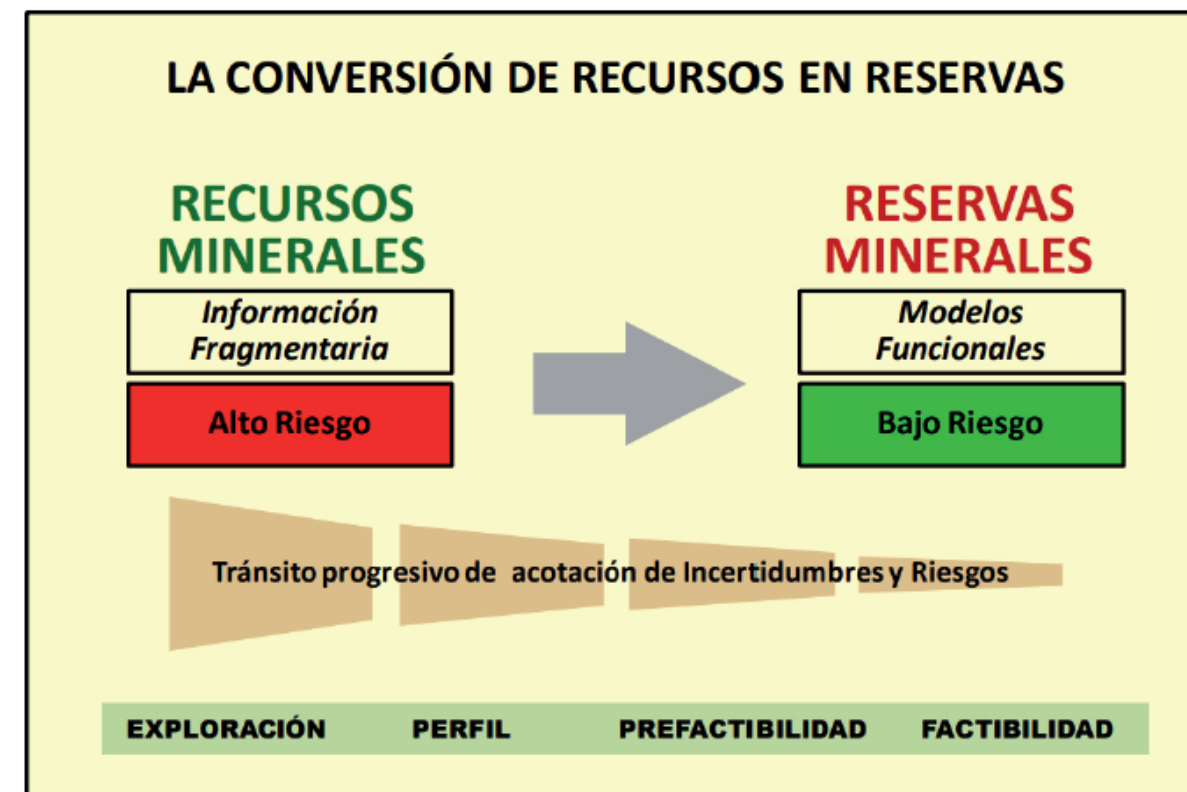


Elaboración propia, de Amphos 21

2. EXPLORACIÓN DE LI – RECURSOS Y RESERVAS

Los **recursos** son estimados como el producto del volumen acuífero, porosidad drenable (S_y) y las concentraciones del elemento de interés.

Las **reservas** son posteriormente estimadas como la cantidad de los recursos económicamente viables de ser extraídos por bombeo (modelación numérica).



Guía complementaria al código CH 20235 para informar sobre recursos y reservas minerales en salmueras (2021)

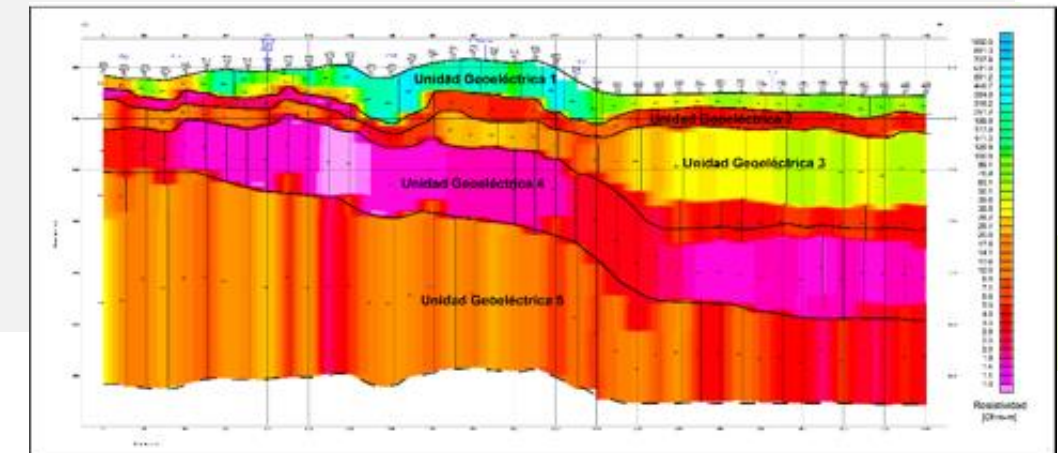
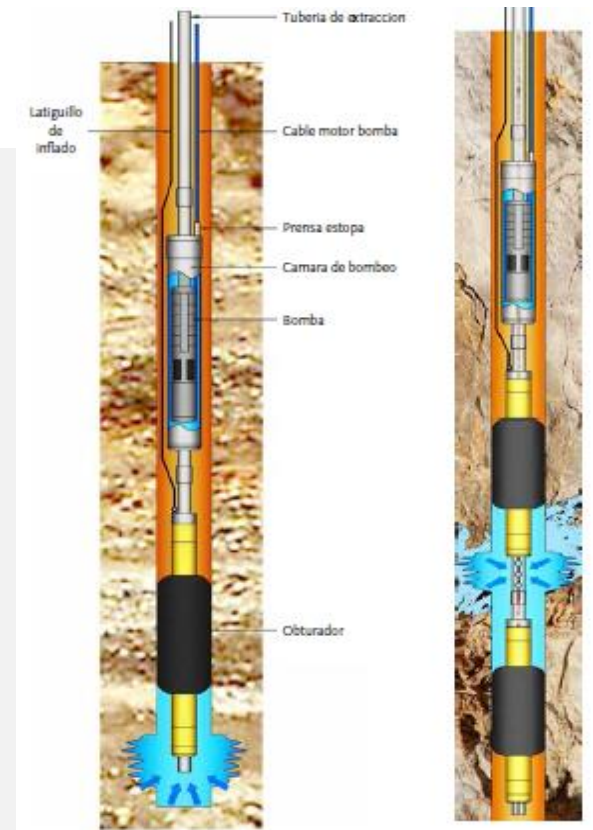
3. FLUJO DE TRABAJO PARA ESTIMACIÓN DE RECURSOS Y RESERVAS

- **Obtención de datos de terreno:** Supervisión de campaña de perforación y ensayos hidráulicos, instalación de punteras, estaciones meteorológicas y desarrollo de campañas de monitoreo para línea base (evaporación, medición de niveles e hidroquímica).
- **Gestión de muestras y laboratorios:** Gestión de muestras de terreno, almacenamiento y envío a laboratorios. Aplicación de QAQC.
- **Modelaciones:** Modelaciones conceptuales y numéricas hidrogeológicas. Construcción de un modelo de recursos y un modelo numérico de flujo y transporte para estimación de reservas de Li y K.



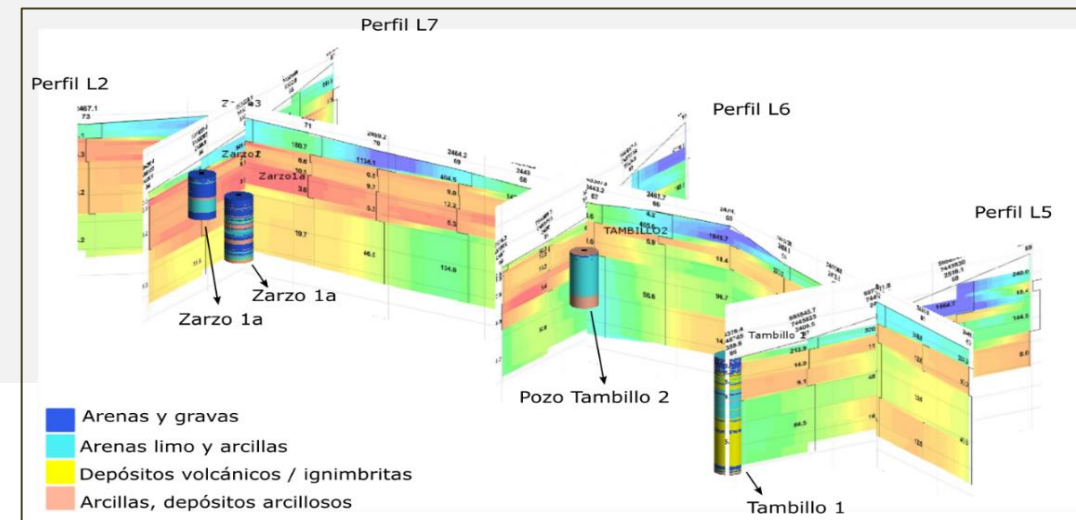
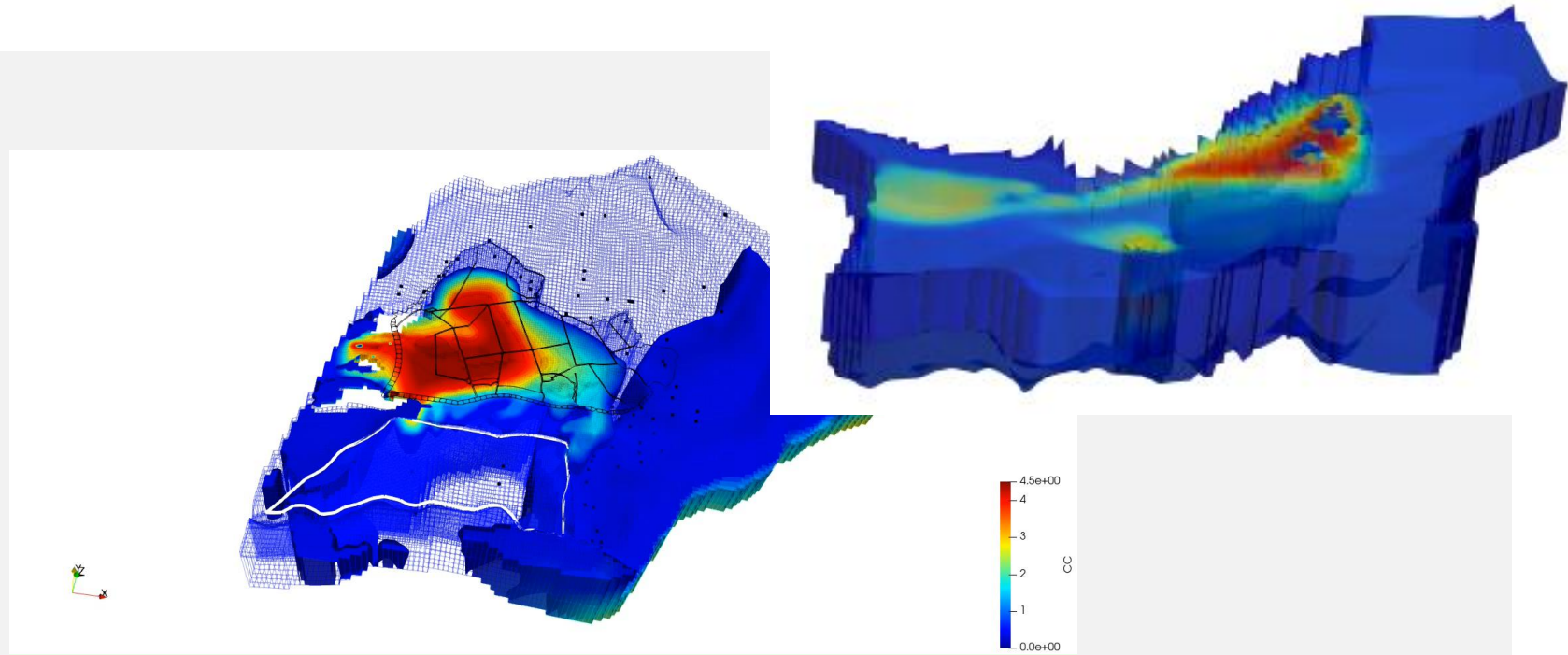
4. CAPTURA DE INFORMACIÓN EN TERRENO

- Perforación de sondajes.
- Obtención de muestras litológicas.
- Obtención de muestras para porosidad.
- Obtención de muestras para hidroquímica e isótopos.
- Ejecución de ensayos hidráulicos.
- Geofísica de pozos, videoinspecciones y registros fotográficos.
- Levantamiento de información hidrogeológica (monitoreo de niveles y química, estaciones meteorológicas, estudio de lagunas, conocimiento de la cuña salina etc).



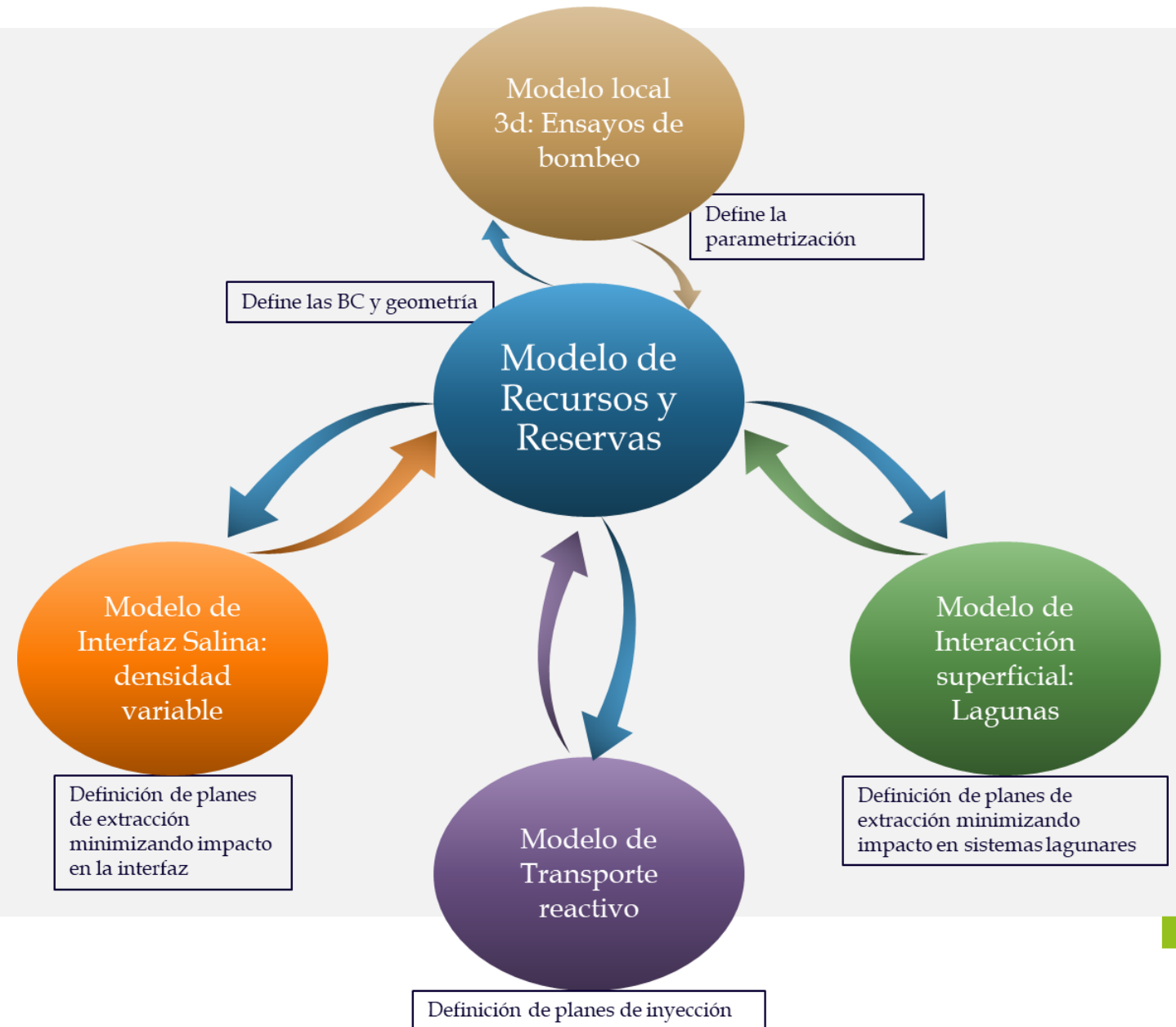
5. MODELACIÓN HIDROGEOLÓGICA CONCEPTUAL

- ✓ Geología regional y local.
- ✓ Unidades Hidrogeológicas.
- ✓ Parámetros Hidráulicos.
- ✓ Superficie piezométría.
- ✓ Interfaz salina.
- ✓ Balance Hídrico.
- ✓ **Geometría 3 D del modelo hidrogeológico.**



6. DESARROLLO DE MODELOS NUMÉRICOS

- **Modelos de Recursos (estático).**
- Modelación de las Pruebas de Bombeo.
- **Construcción y calibración de un modelo numérico de flujo y transporte para estimar las Reservas.**
- Modelo Numérico Densidad Variable.



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

