

EVALUACIÓN DE DAÑO A LA FORMACIÓN: ESTUDIOS PETROFÍSICOS, GEOLÓGICOS Y DE CALIDAD DE AGUAS

**Barrios B. (INLAB S.A.); Cabrera M. (INLAB S.A.);
Canestro F. (INLAB S.A.); Varas M.(YPF S.A)**



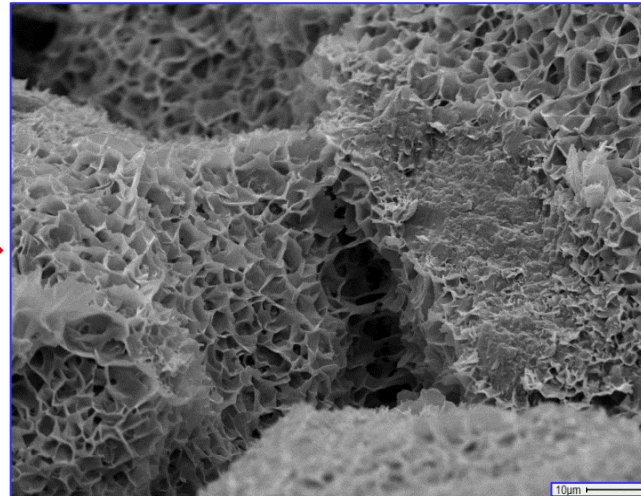
Objetivo:

- Visualizar la multiplicidad de fenómenos de daño a la que están sometidas las formaciones geológicas durante las operaciones de campo.
- Interpretar los resultados de las mediciones de laboratorio para colaborar con la toma de decisiones operativas tanto en forma predictiva como reactiva.



ENSAYOS DE LABORATORIO

- Caracterización fisicoquímica de las muestras de fluido.
- Caracterización petrofísica y geológica de la roca.
- Ensayos de flujo en medios porosos en condiciones de temperatura y presión de reservorio.



ENSAYOS DE LABORATORIO

Caracterización fisicoquímica de las muestras de fluido

ENSAYO	VARIABLE ANALIZADA
ANÁLISIS DE ANIONES Y CATIONES	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
pH	SUSCEPTIBILIDAD DE COMPONENTES DE LA FRACCIÓN ARCILLA
MATERIAL EN SUSPENSIÓN (calidad, distribución)	DAÑO MECÁNICO POR ACCIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN EL MEDIO POROSO



ENSAYOS DE LABORATORIO

Caracterización petrofísica y geológica de la roca:

- Petrofísica básica.
- Distribución de tamaño de garganta poral por inyección de mercurio.
- Estudios geológicos: Difracción de Rayos X, Microscopía Electrónica de Barrido/EDAX.

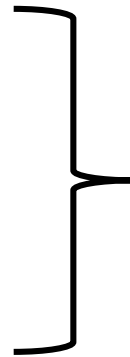
PREVIO AL ENSAYO DE FLUJO



ENSAYOS DE LABORATORIO

Estudios de flujo en medios porosos a condiciones de reservorio

- Velocidad crítica
- Salinidad crítica
- Mezcla de aguas
- pH
- Sólidos en suspensión



Ensayos con fluidos filtrados

ENSAYOS DE LABORATORIO

Determinaciones luego del ensayo de flujo

- Estudios geológicos:
 - Sobre la roca: Difracción de Rayos X, Microscopía Electrónica de Barrido/EDAX
 - Filtrado del efluente del ensayo de flujo: Microscopía Electrónica de Barrido/EDAX

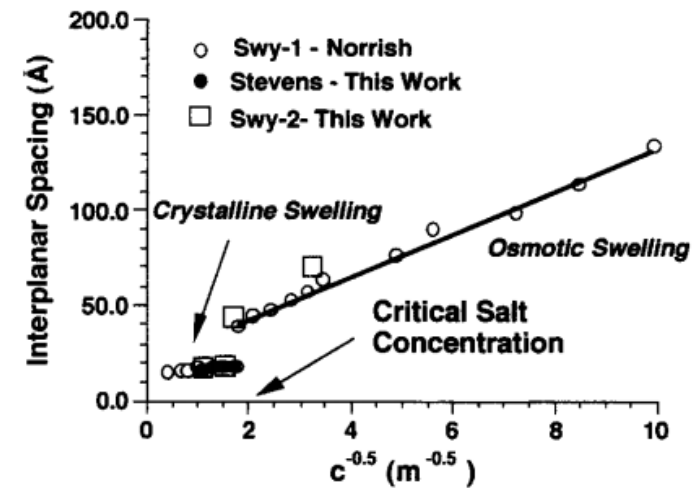
**SUGERENCIA DE POSIBLE
MECANISMO DE DAÑO**



CARACTERISTICAS DE LOS FLUIDOS ENSAYADOS

Agua	Salinidad equivalente [g/l NaCl Total]	Sólidos en suspensión [ppm]
Agua de purga	40	65
Agua salada	18	38
Agua dulce	1	2

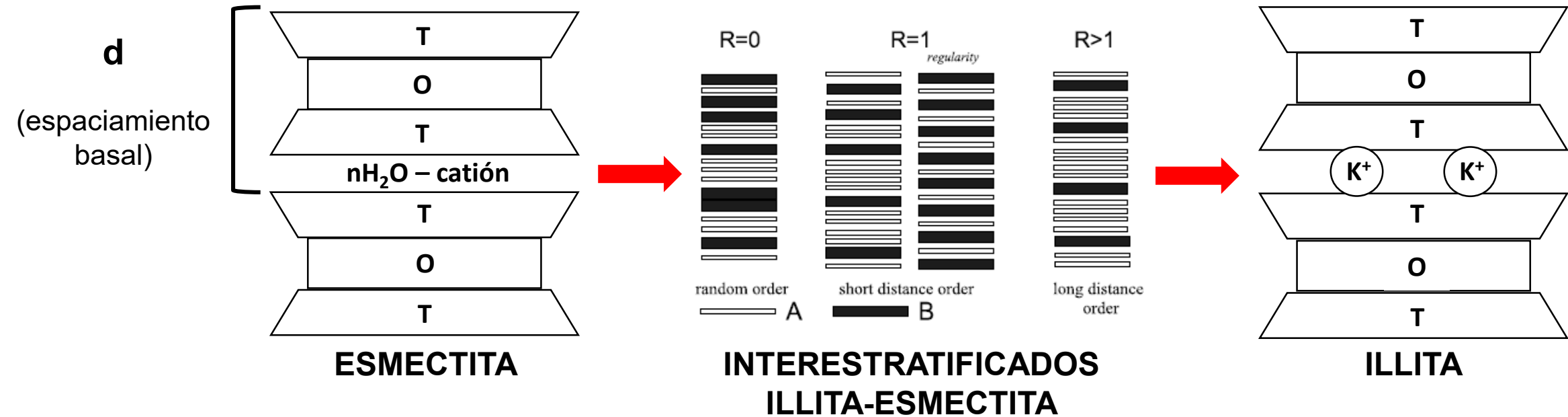
Agua de referencia



(Modificado de Mohan y Fogler, 1997)



CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA ARCILLAS CON CAPACIDAD DE EXPANSIÓN

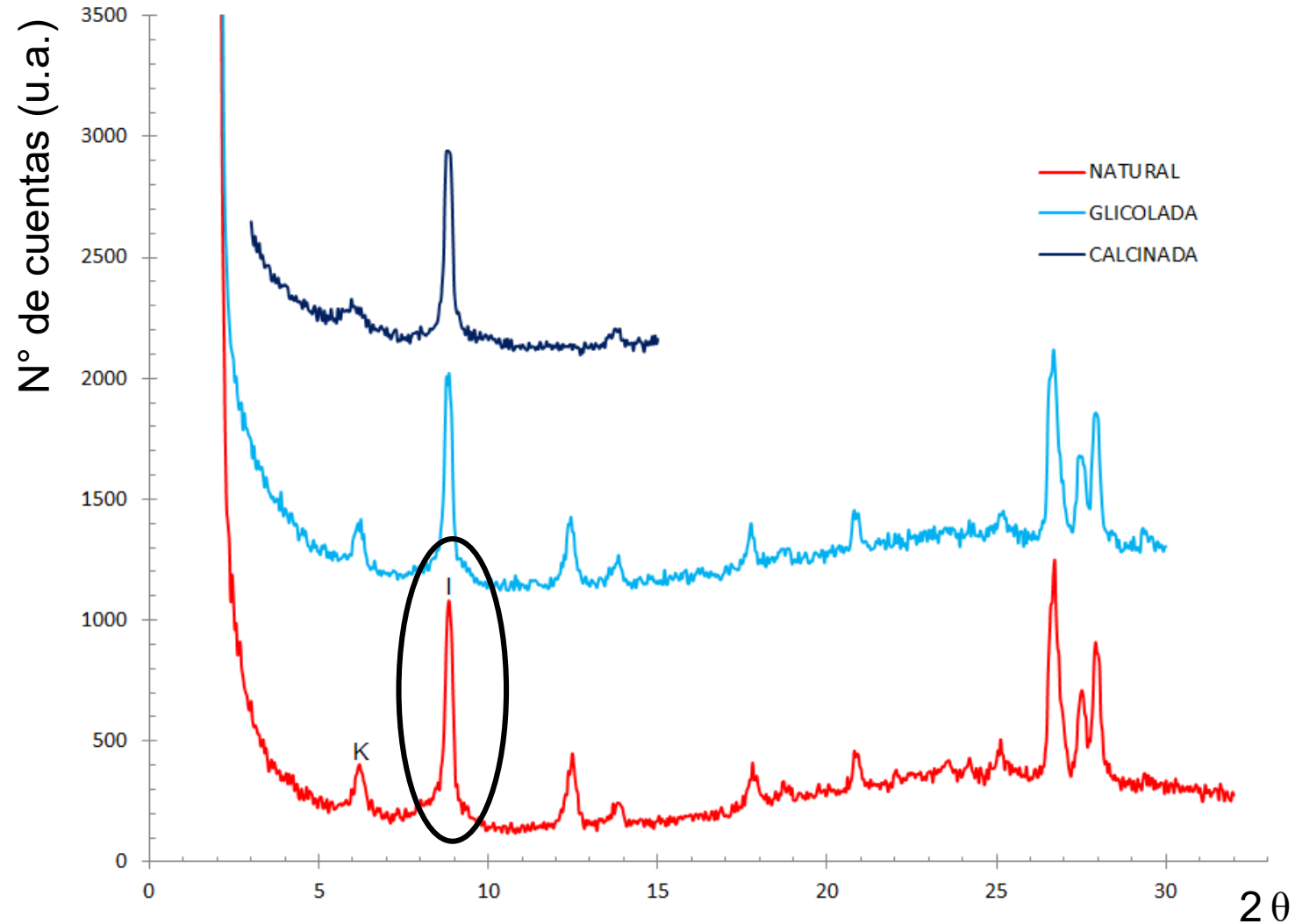


T = capa tetraédrica (Si – O)

O = capa octaédrica (Mg – Al – Fe – Li – O)



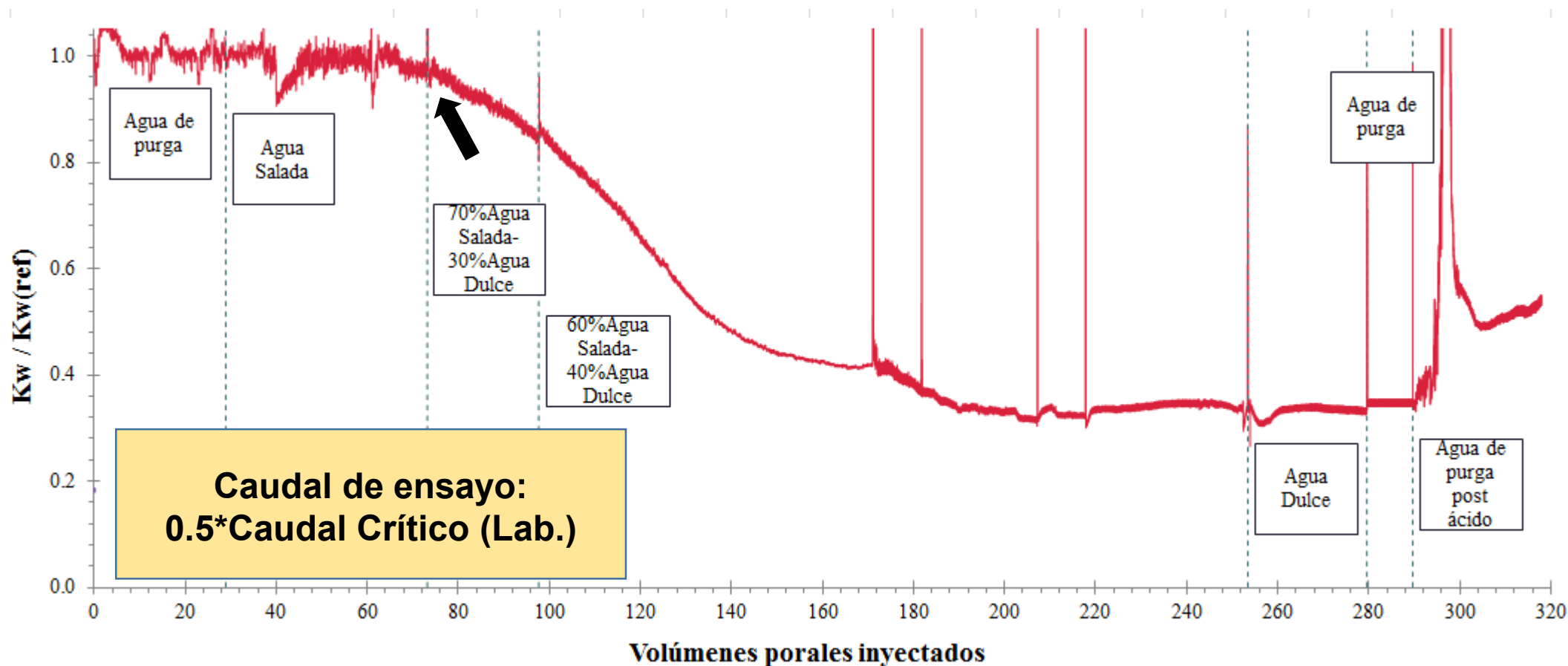
CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA



DIFRACCIÓN DE RAYOS X



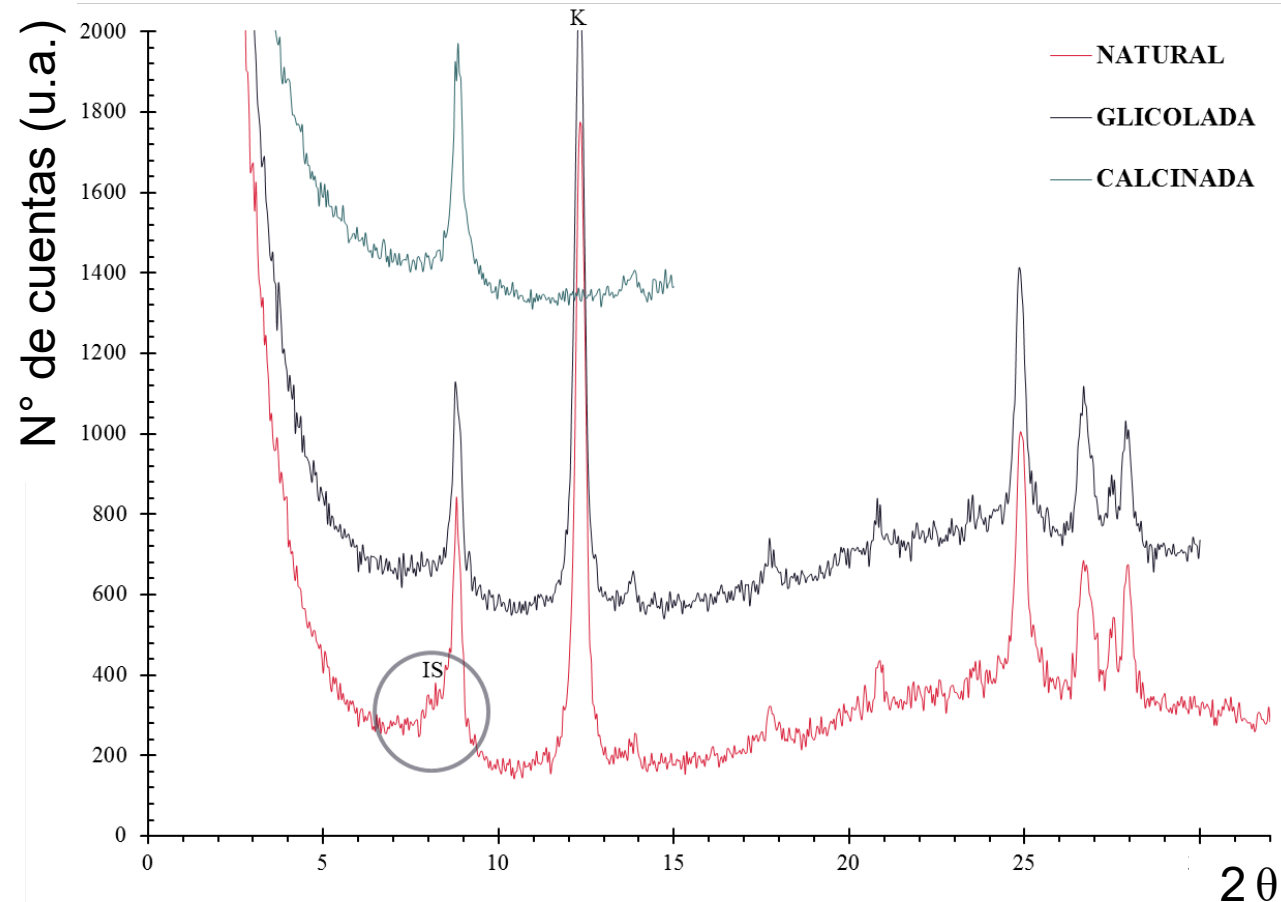
SUSCEPTIBILIDAD A LA MEZCLA DE AGUAS





SUSCEPTIBILIDAD A LA MEZCLA DE AGUAS

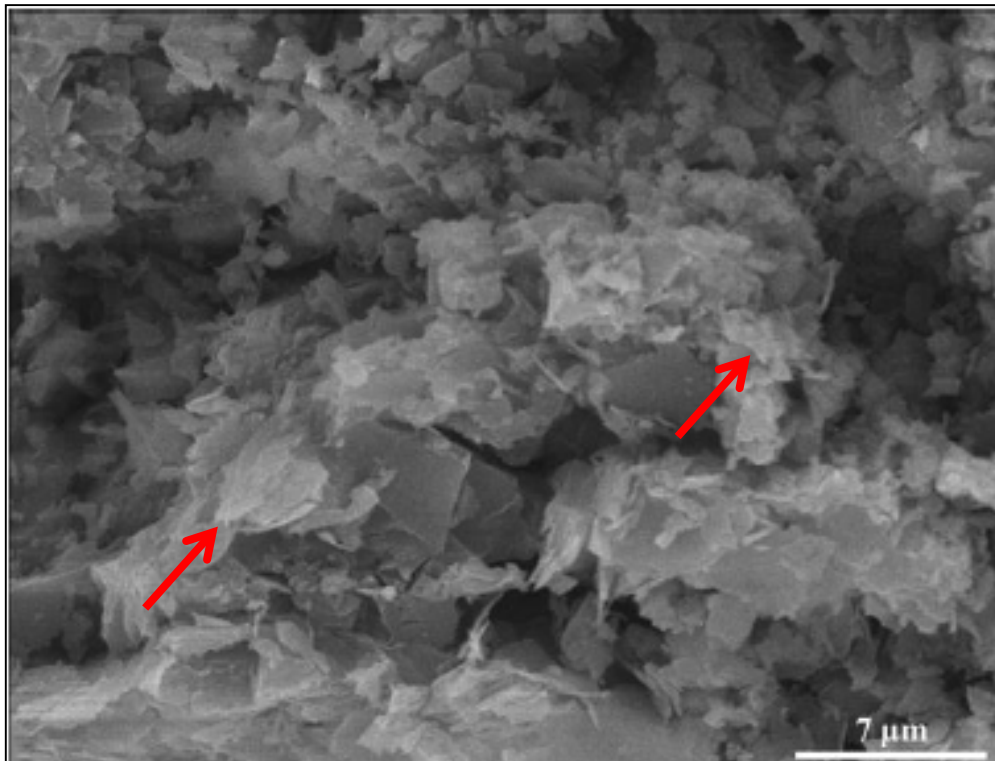
DIFRACCIÓN DE RAYOS X



SUSCEPTIBILIDAD A LA PROGRESIVA MEZCLA DE AGUAS

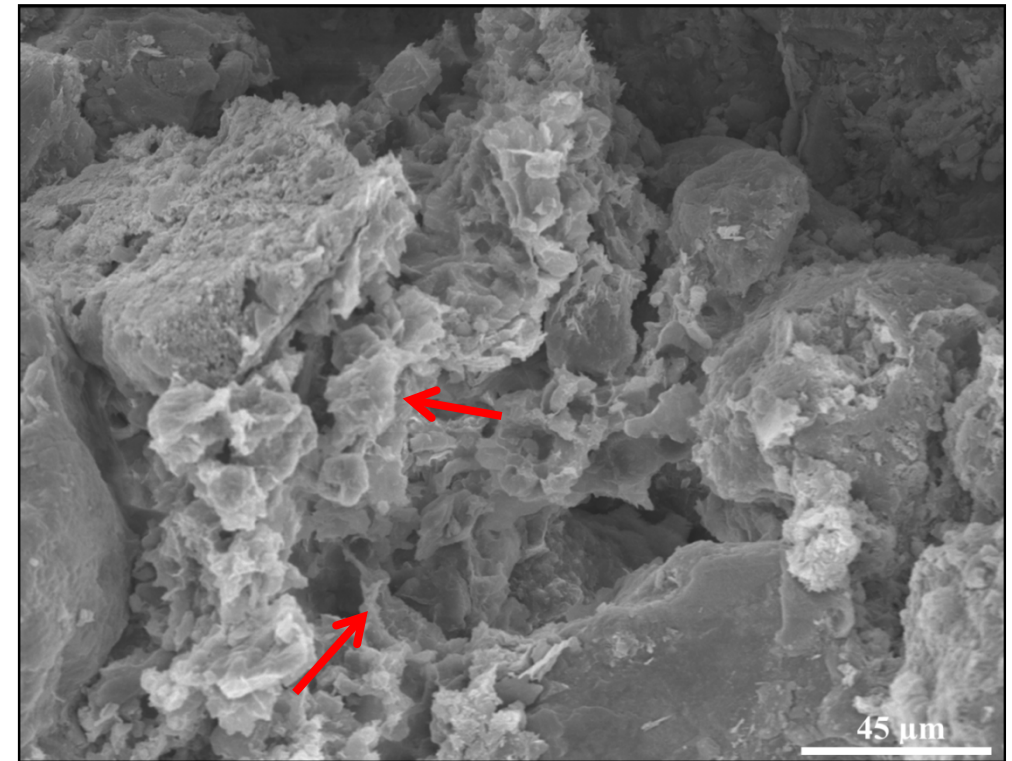
MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

PRE-BARRIDO



I/E: Láminas delgadas discretas, filamentos illíticos bien definidos, criptoporosidad intercrystalina

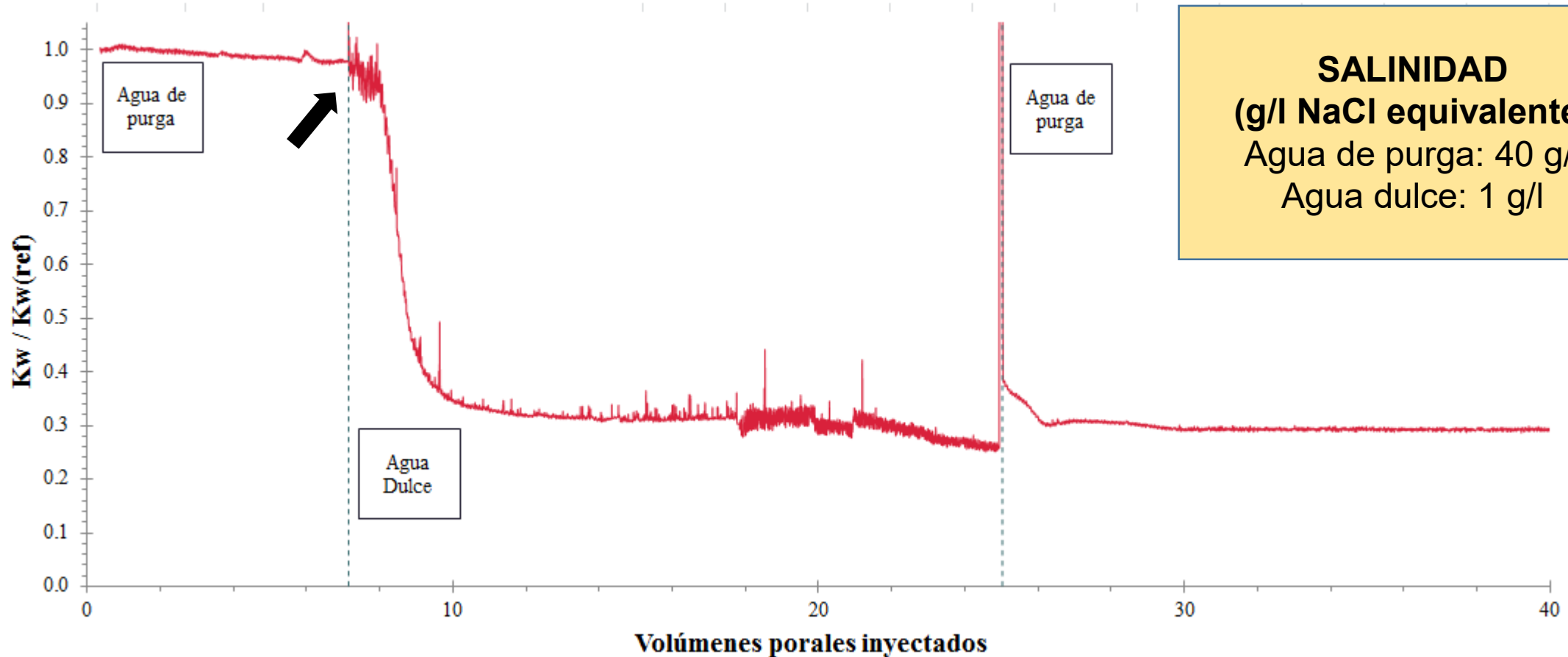
POST-BARRIDO



I/E: Arcillas compactadas, fuertemente disueltas, colapso de la estructura original disminuyendo la criptoporosidad intercrystalina, aumento de tortuosidad

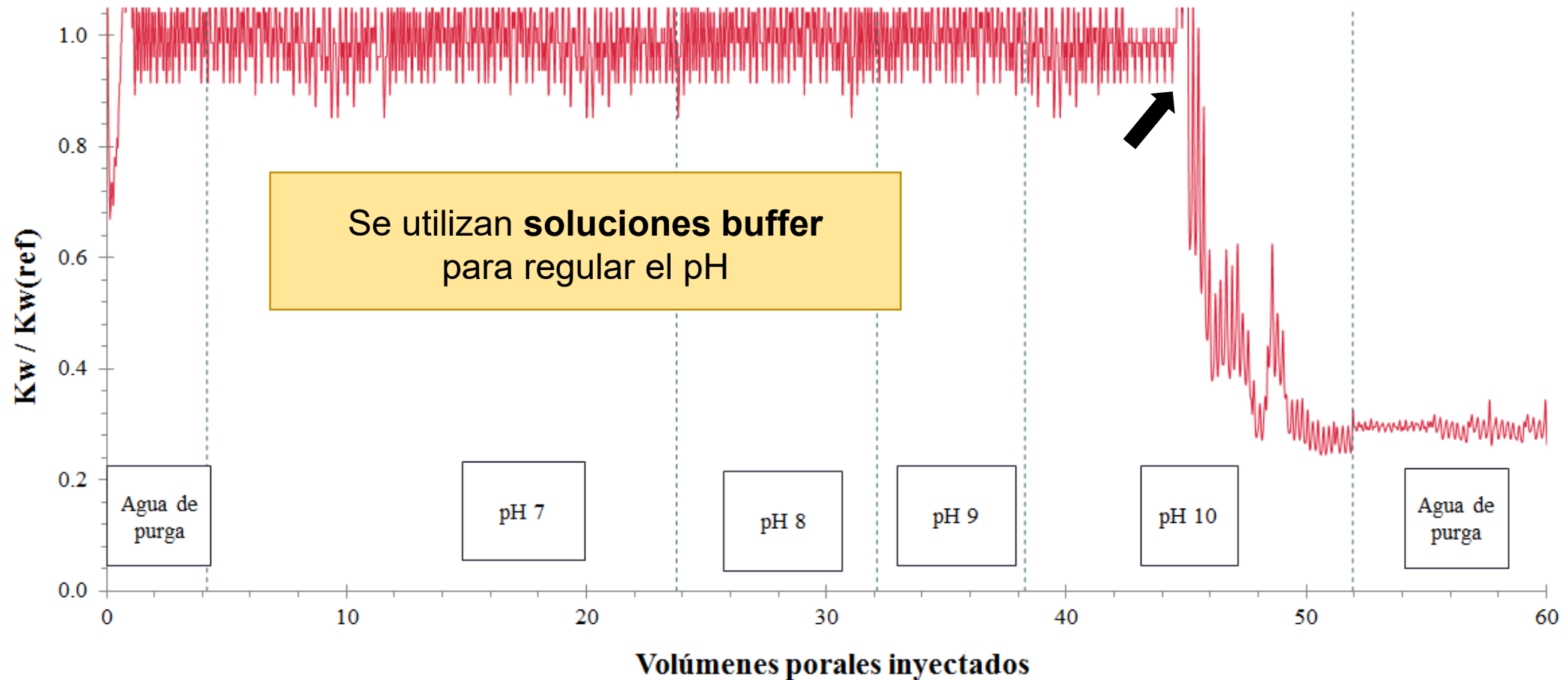


SUSCEPTIBILIDAD AL CAMBIO INSTANTÁNEO DE AGUA DE INYECCIÓN (“water shock”)





SUSCEPTIBILIDAD AL pH ALCALINO

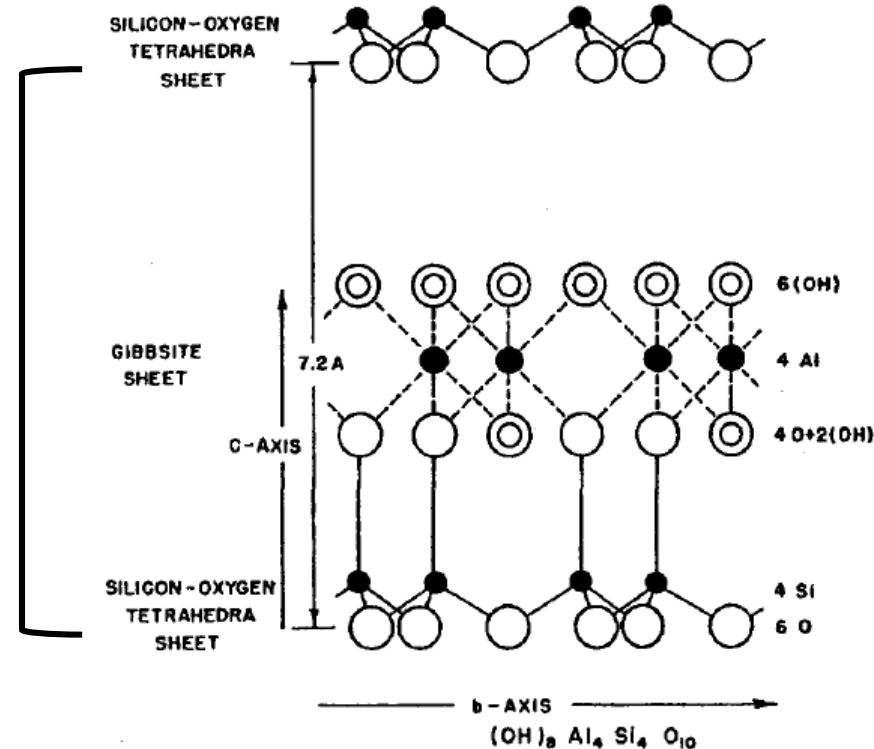




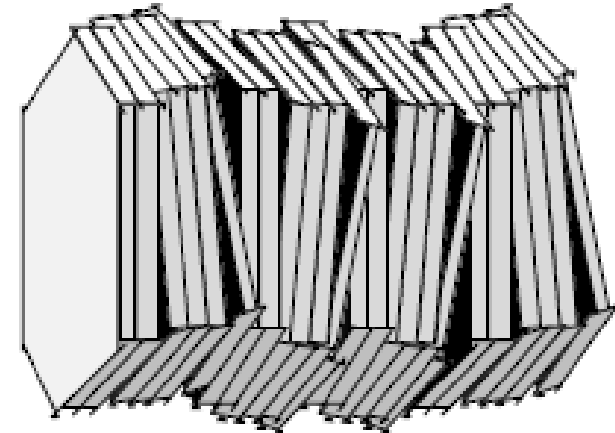
CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

ARCILLAS CON CAPACIDAD DE MIGRACIÓN

d
(espaciamiento
basal)



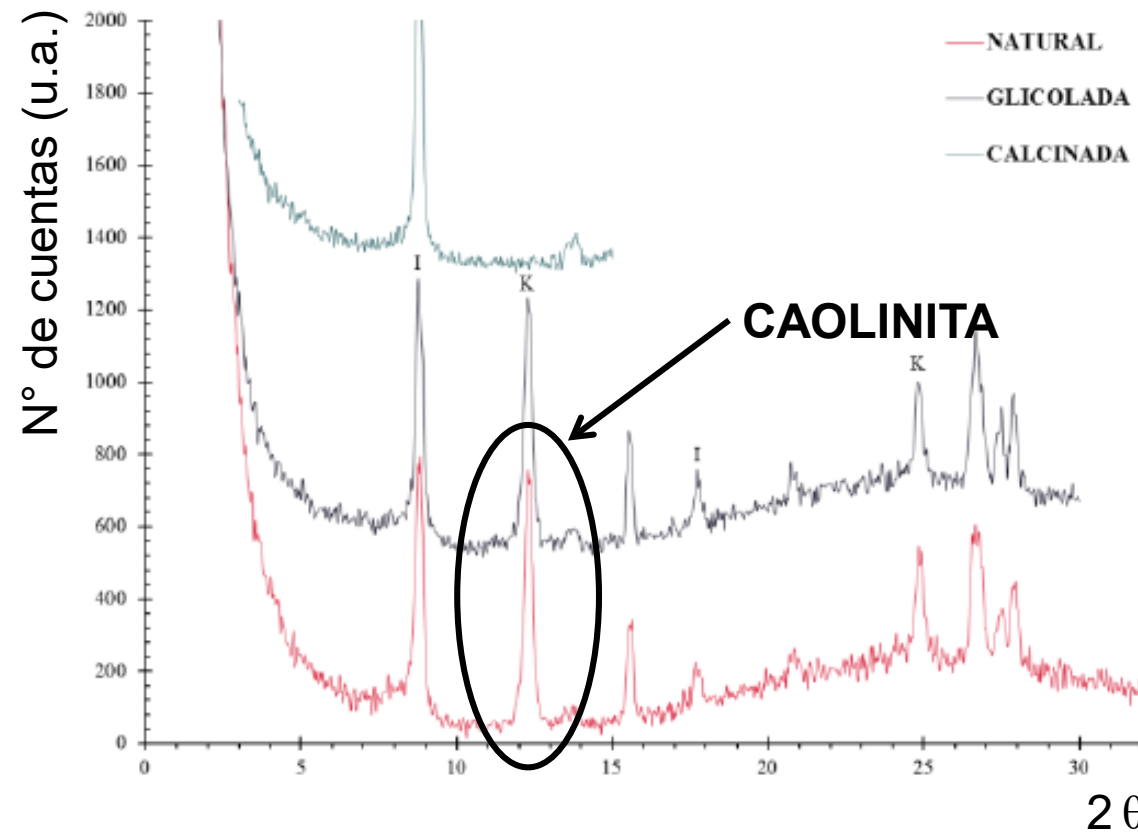
CAOLINITA





SUSCEPTIBILIDAD AL pH ALCALINO

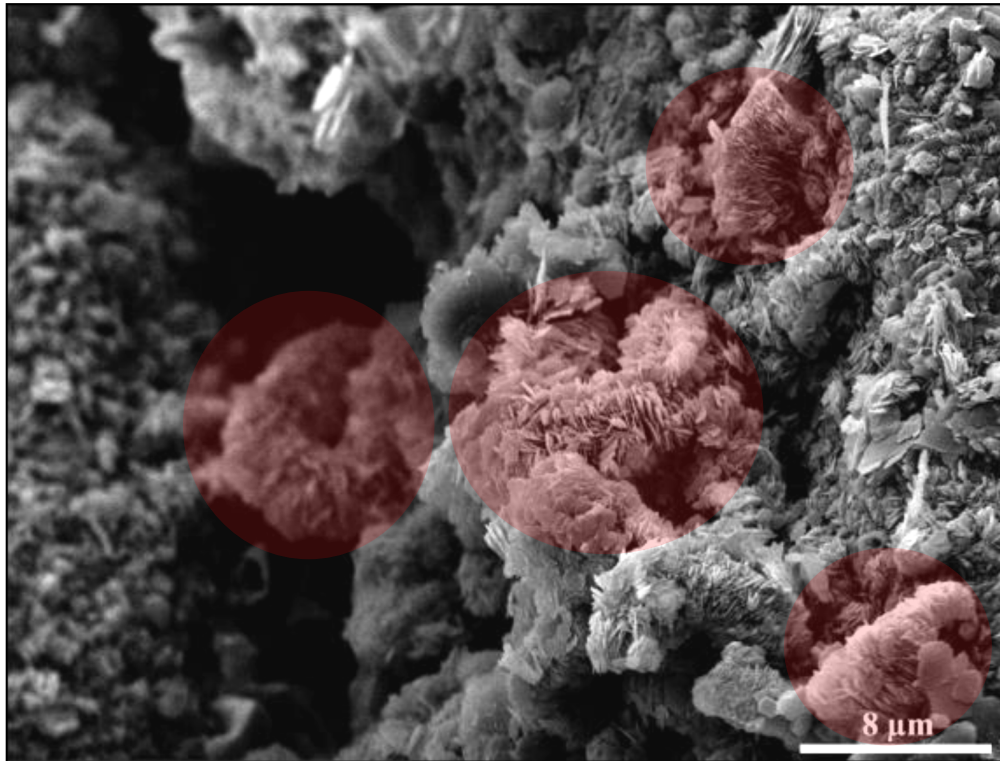
DIFRACCIÓN DE RAYOS X



SUSCEPTIBILIDAD AL pH ALCALINO

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

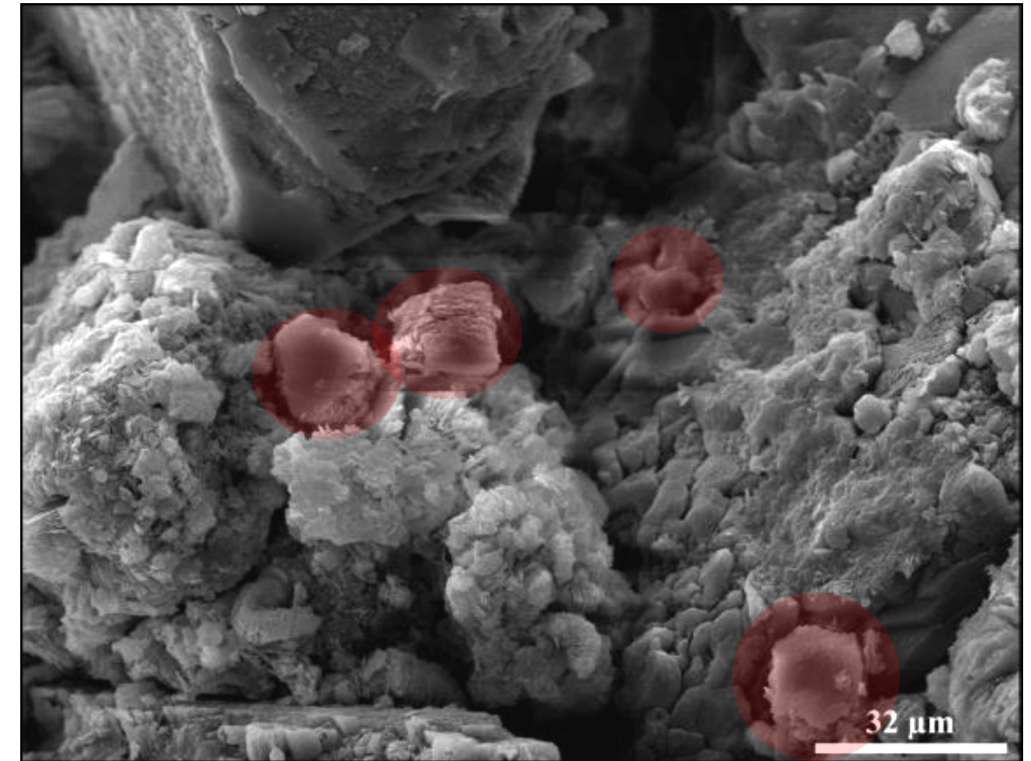
PRE-BARRIDO



Arreglos caoliníticos con hábito vermicular, láminas discretas dentro del arreglo



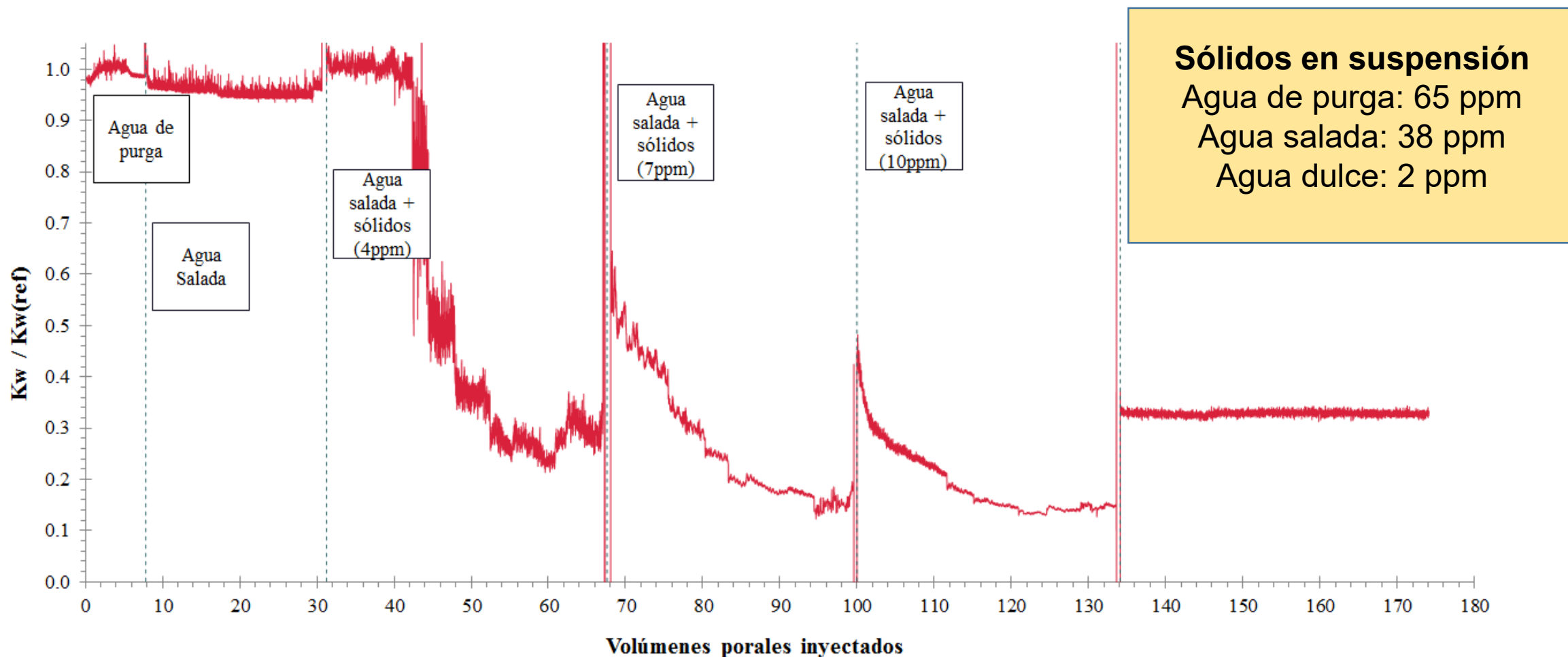
POST-BARRIDO



Arreglos caoliníticos desarticulados del hábito vermicular original, longitudes menores a la original, arreglos levemente expandidos

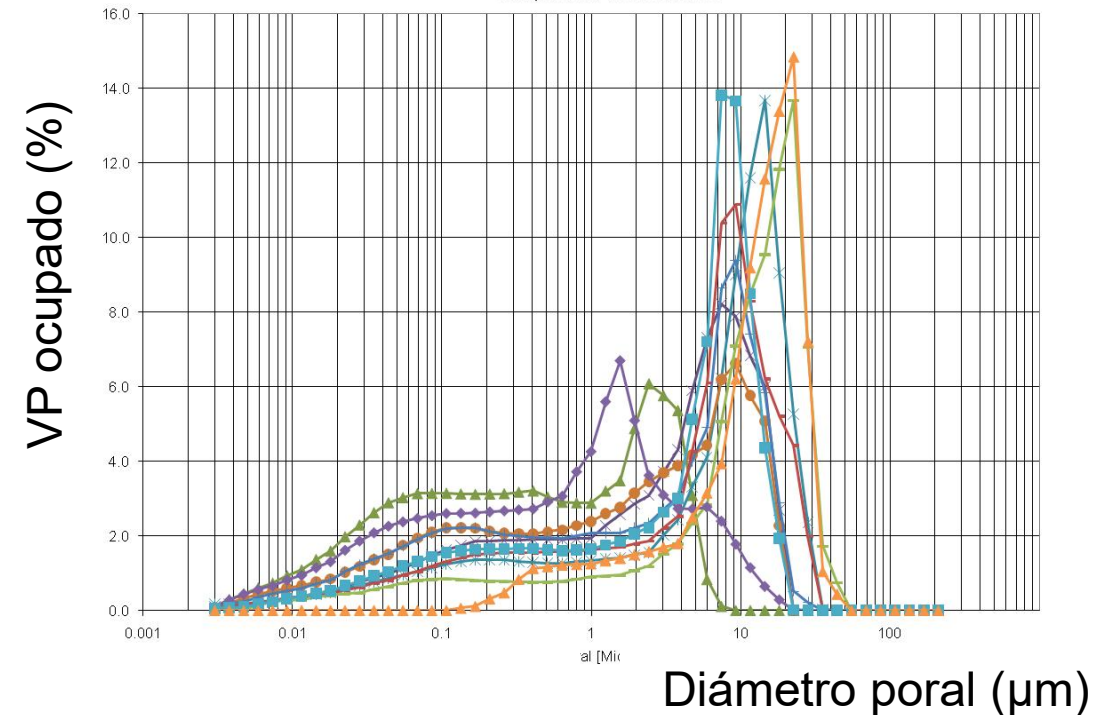
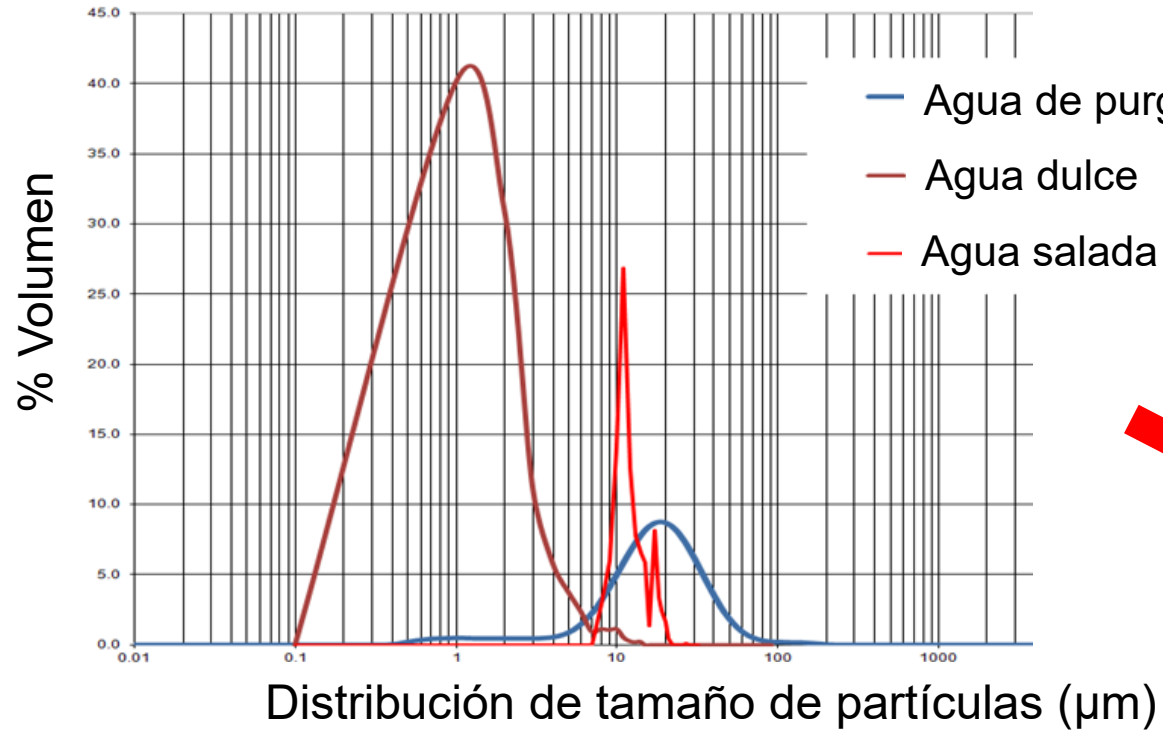


SUSCEPTIBILIDAD A SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN





SUSCEPTIBILIDAD A SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN





ESCALAMIENTO (“VIDA MEDIA”)

- **A partir de los perfiles de Permeabilidad (o K_i/K_{ref}) vs V_{pi}**
- **A partir de ensayos de filtrado**

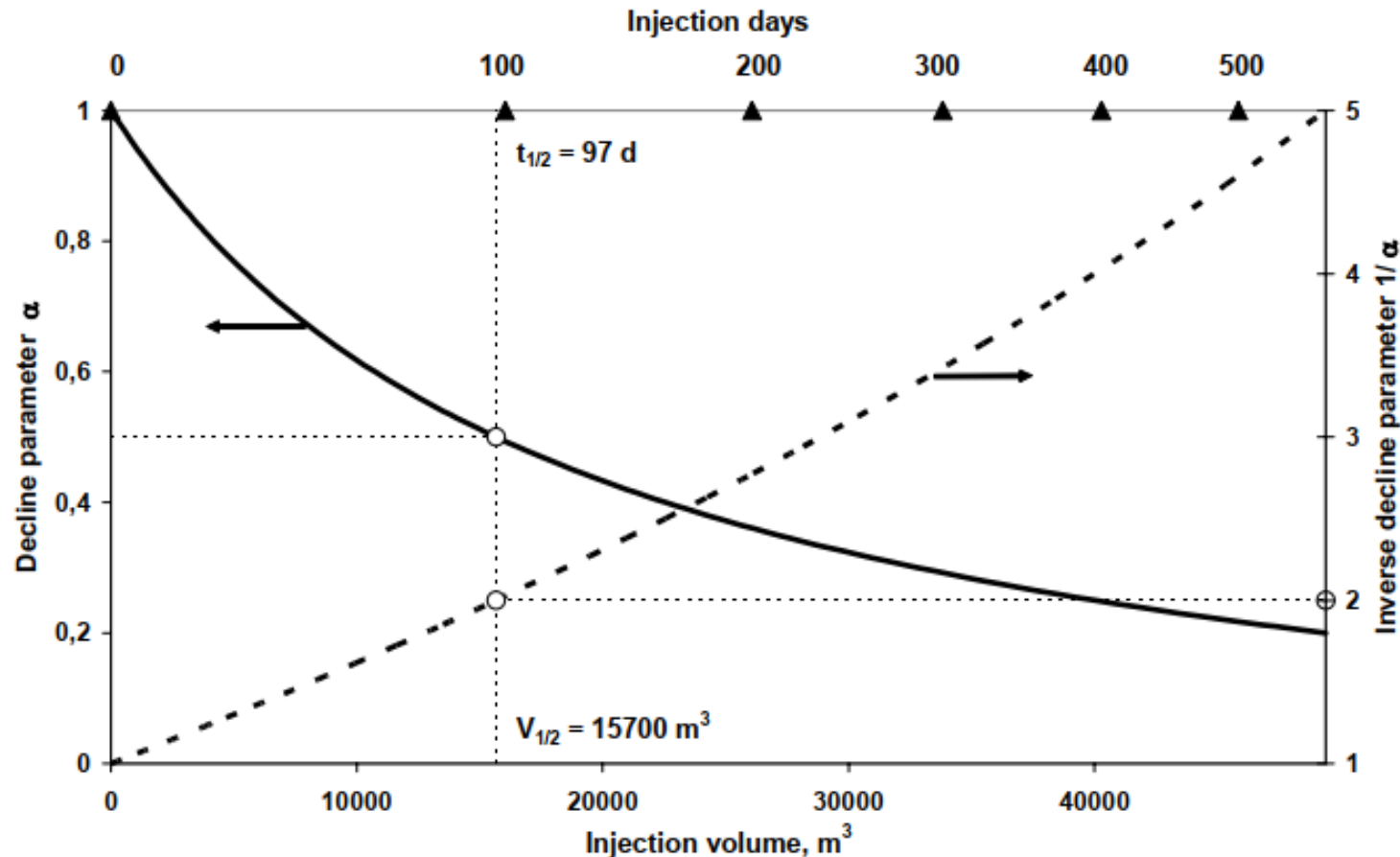
Modelo de Barkman-Davidson

Modelo de Eyrander

Trabajos de Hofsaess y Kleinitz



ESCALAMIENTO (“VIDA MEDIA”)



Modificado de Hofsaess y Kleinitz, 2003

$$\alpha(t) = \frac{(\Delta p / q)_o}{(\Delta p / q)_t}$$

$$\Omega = WQR$$

Conclusiones

- Los fenómenos asociados al daño de formación pueden caracterizarse mediante estudios de laboratorio sistemáticos (descripción geológica y petrofísica - pre y post barrido - y caracterización de los fluidos inyectados).
- Aporta al problema de campo un complemento de descripción fenomenológica.

Conclusiones

- Resulta relevante en la toma de decisiones o en la evaluación de eventos donde se presume estos tipos de daño.
- Permiten determinar los parámetros mínimos necesarios de calidad de agua de inyección y así tomar decisiones fundamentadas sobre las medidas necesarias para remediar o evitar el daño de formación.

Agradecimientos

- **A YPF S.A. por autorizar la publicación.**
- **A la Gerencia de Geociencias & Reservorios**
- **Al los equipos de G&R Estudios Convencional y G&R Desarrollo Operativo, Regional Norte.**
- **Personal INLAB S.A.**

Citas bibliográficas

- Civan, F., 2000. Reservoir Formation Damage, *Gulf Professional Publishing*
- Whitlow, R., 1994. Fundamentos de mecánica de suelos. N° 624.151 W4Y
- Barkman, J ; Davidson, D . “*Measuring Water Quality and Predicting Well Impairment*”, SPE 3543
- Hofsaess, T; Kleinitz, W., 2003. “*30 Years of Predicting Injectivity after Barkman & Davidson: Where are we today?*”, SPE-82231-MS
- Fogler, H; Mohan, K., 1997. “*Colloidally Inducted Smectite Fines Migration: Existence of Microquakes*”, Fluid Mechanics and Transport Phenomena.

MUCHAS GRACIAS

**Barrios B. (INLAB S.A.); Cabrera M. (INLAB S.A.); Canestro F.
(INLAB S.A.); Varas M.(YPF S.A)**