



Barreras Geosintéticas de Bentonita, Intercambio Iónico y la resistencia a los Lixiviados

IV Congreso internacional sobre mejores Tecnologías Disponibles (MTD) en el ámbito de la Ingeniería de Vertederos



Pedro Abad. Ing. CC y P
Environmental Products EMEA Director



Sumario

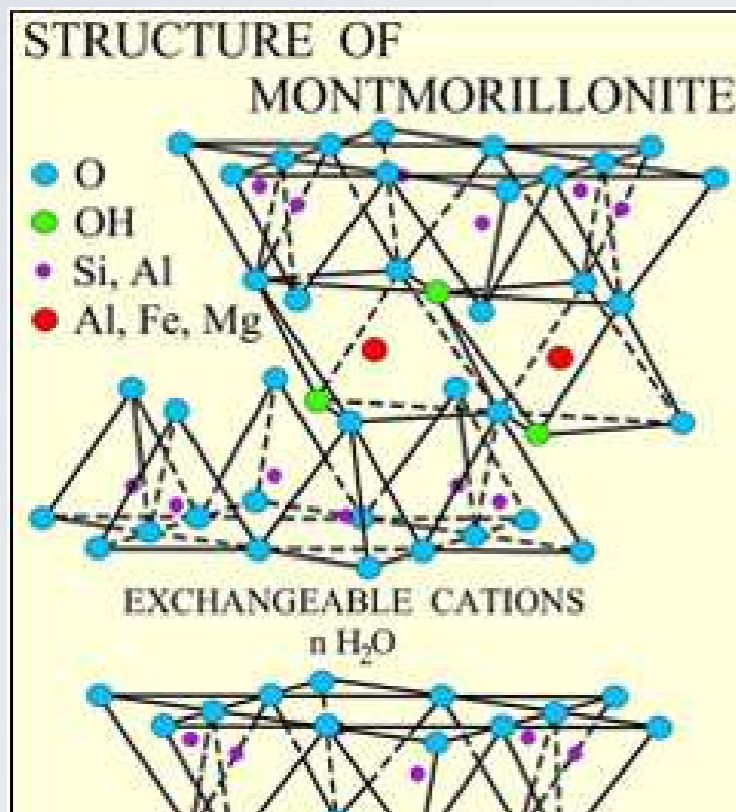
- ▶ Comprendiendo el Intercambio Iónico
- ▶ Predicción de las prestaciones de los GBR-C en diferentes situaciones químicas
- ▶ Reinventando las GBR-C Estado del arte, compatibilidad con los lixiviados





Entendiendo el Intercambio Iónico

Intercambio Iónico



- En determinadas situaciones los iones de sodio de la bentonita pueden ser reemplazados por cationes disueltos en el agua o el lixiviado
- Este intercambio puede reducir la cantidad de agua retenida por la bentonita perdida de hinchamiento

Situaciones preocupantes

- Cationes (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+})
- Drenaje de suelos cálcicos
- Aguas extremadamente duras
- Lixiviados de lodos estabilizados con cal
- Los contaminantes dependen de las situaciones específicas de cada proyecto (i.e., Impermeabilización y sellado de vertederos, GBR-C solo o con GMB...).
- Otros cationes como Amonio, Potasio pueden ser importantes
- Otra excepción supone el agua salada y la salmuera



Como evaluar la Compatibilidad Química

Situación específica de aplicación

- Química del lixiviado
- Pre hidratación por contacto
- Presión de confinamiento
- Ciclos de humectación / desecación

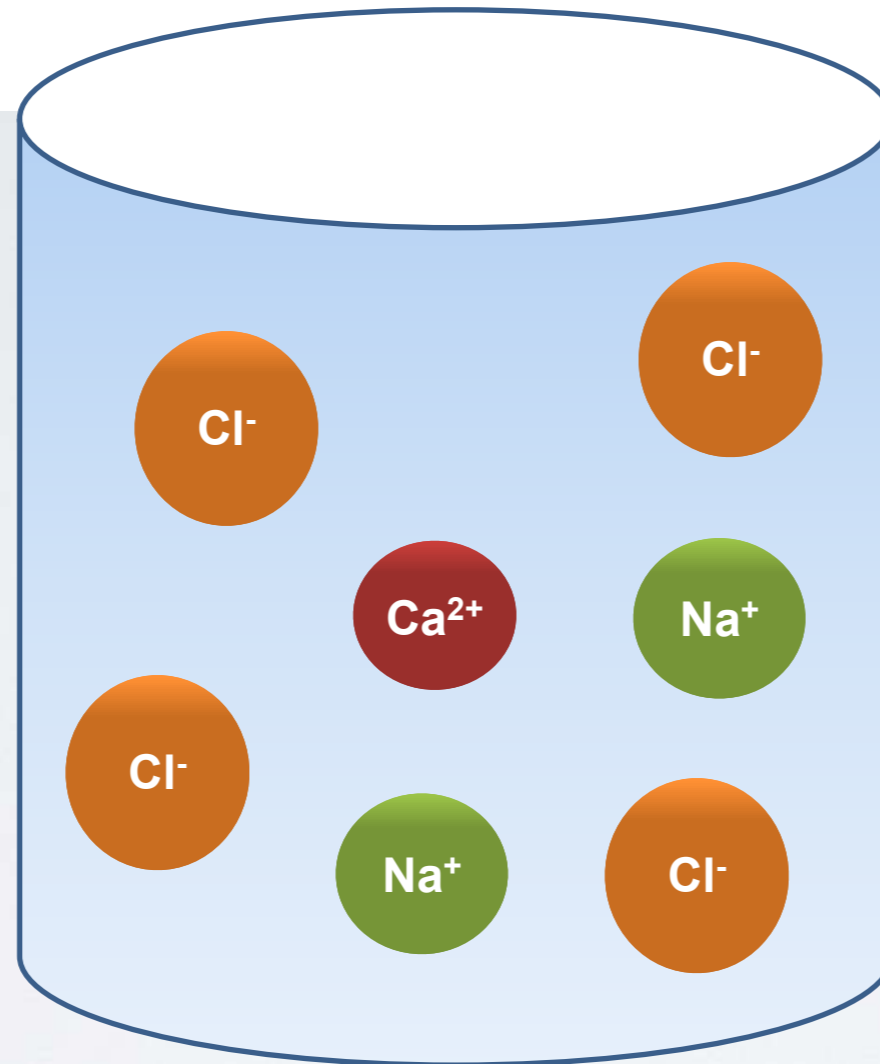
Análisis de 3 Escalones



Escalón 1: Uso de formulas

- La permeabilidad a largo plazo puede estimarse conociendo :
 - I : Resistencia Iónica
 - RMD: Relación de iones monovalentes y divalentes

RESISTENCIA IONICA = I



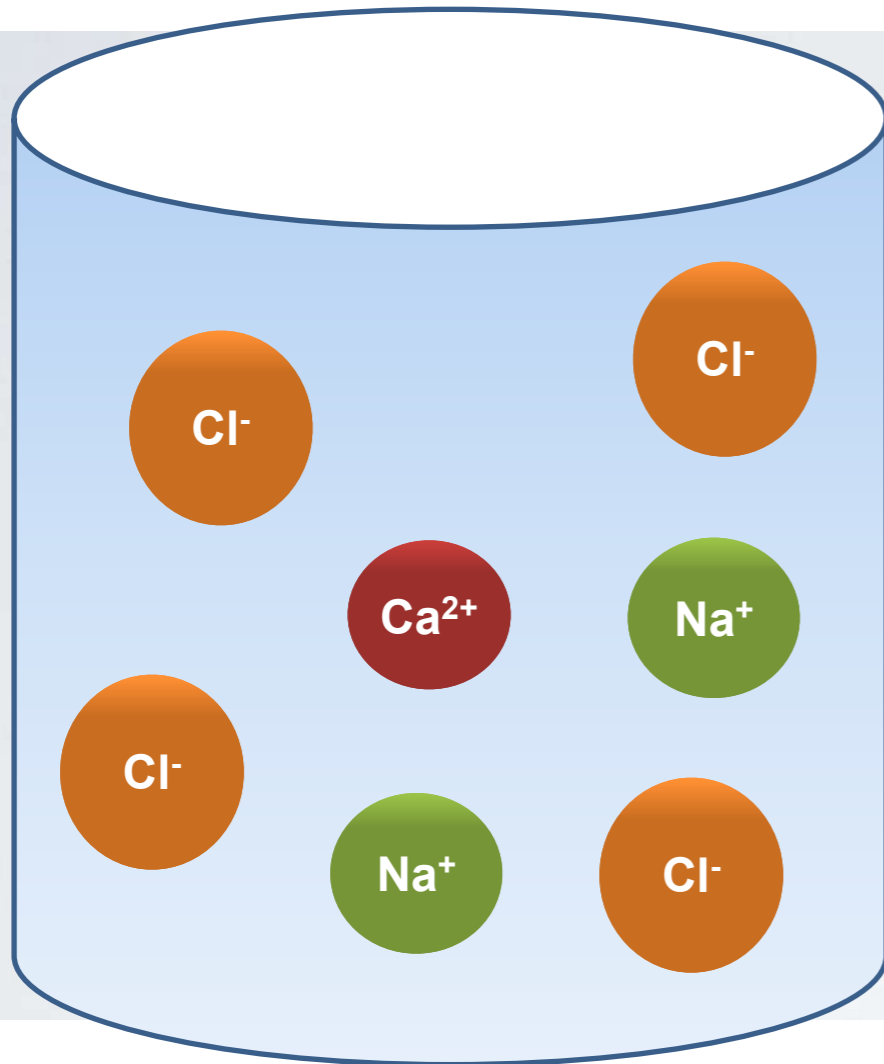
Donde:

c = concentración ionica

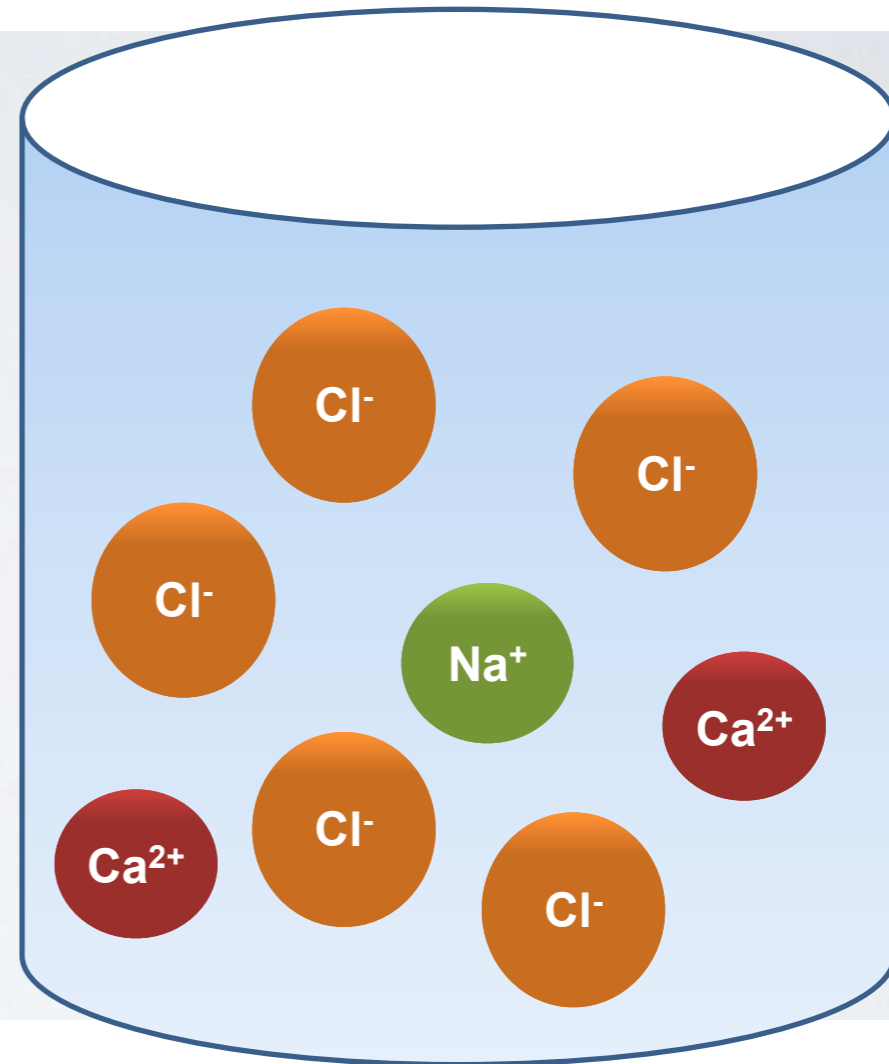
z = carga ionica

$$I = \frac{1}{2} \sum_i c_i \times z_i^2$$

RMD, RELACION ENTRE CATIONES MONOVALENTES Y DIVALENTES



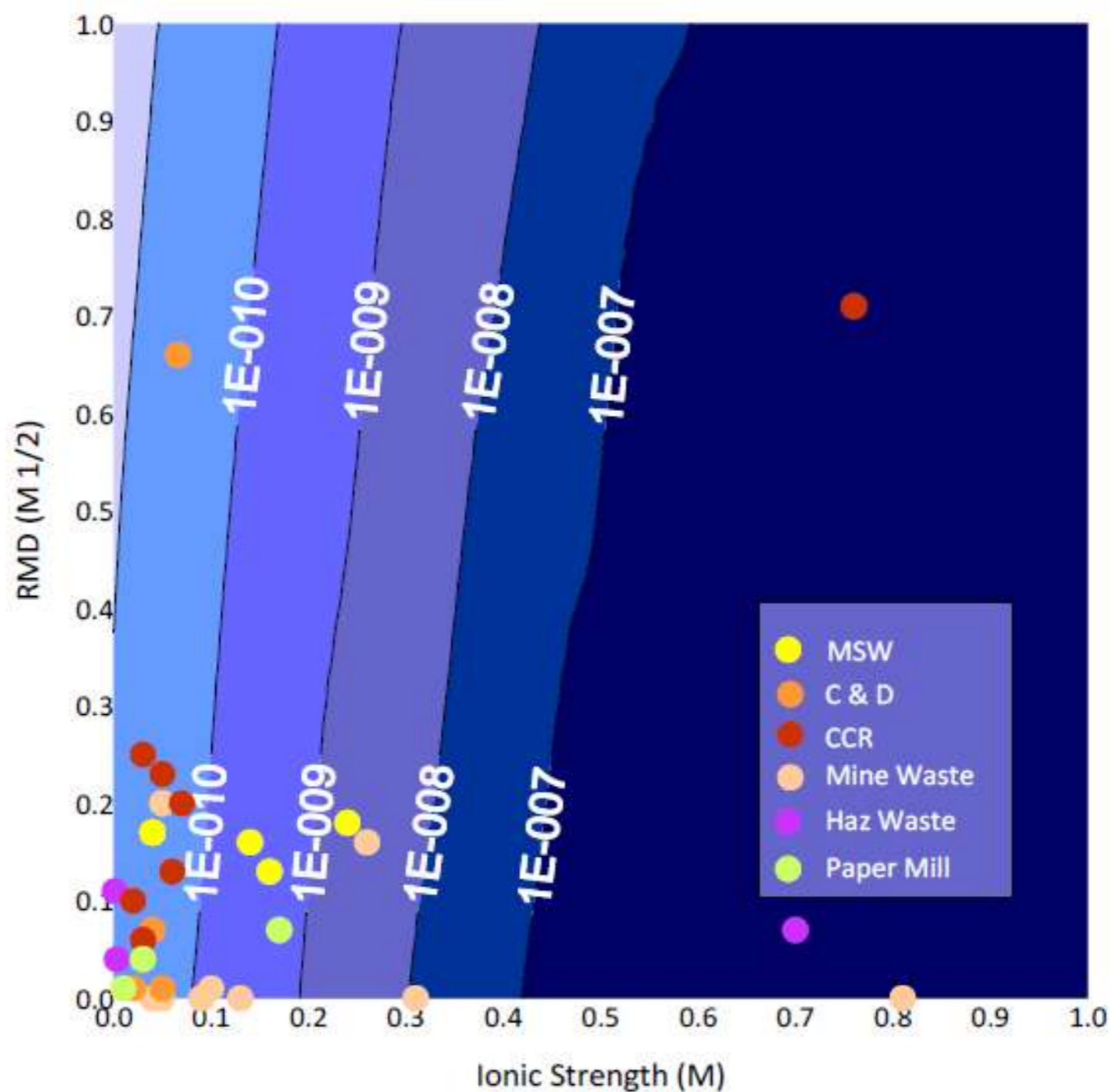
Alta RMD



Baja RMD

$$RMD = \frac{[Na^+]}{\sqrt{[Ca^{2+}]}}$$

LA MAYORIA DE LOS LIXIVIADOS NO SUPONENE UN CAMBIO EN LA PERMEABILIDAD



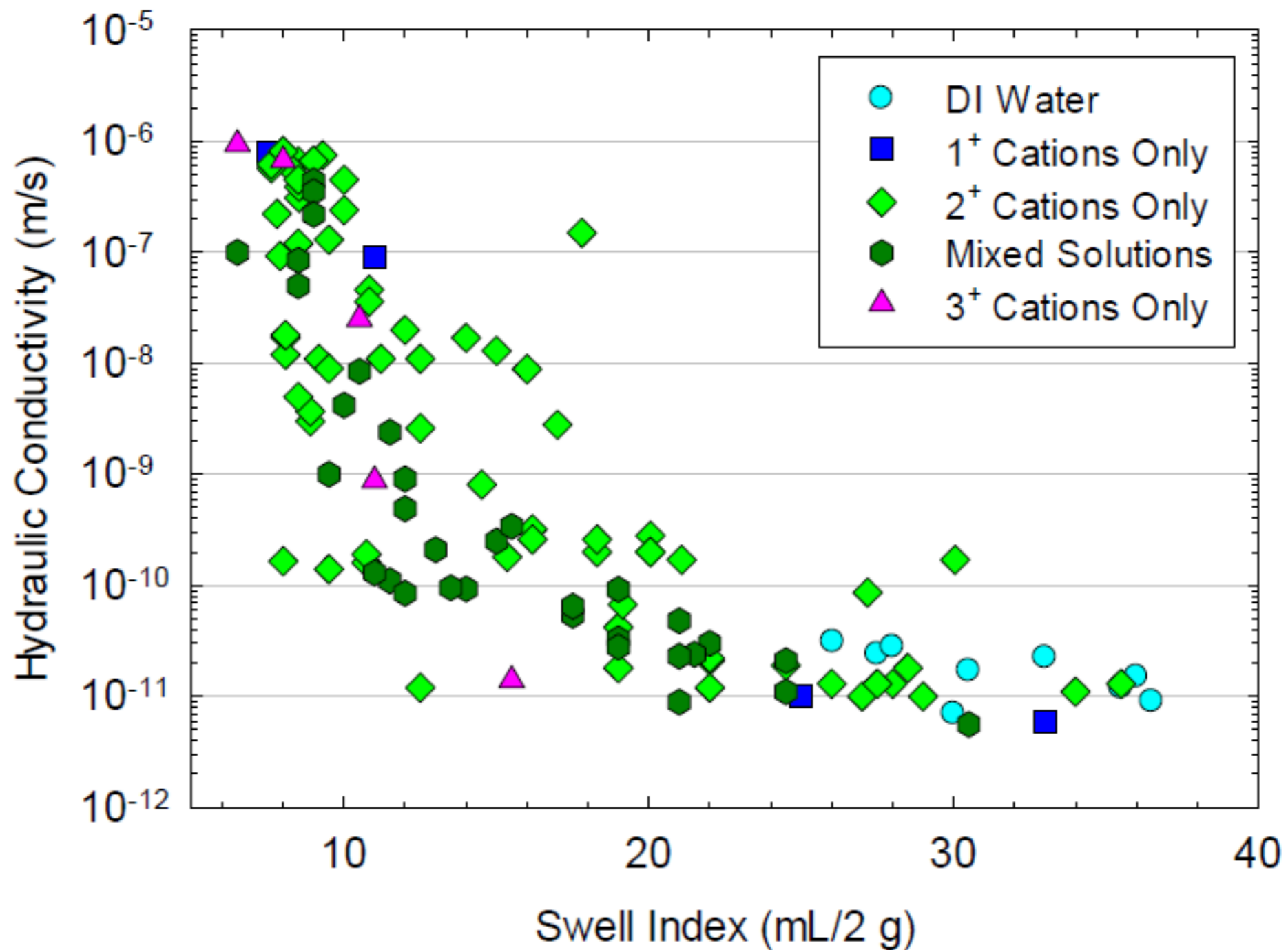
K en m/s

Escalón 2: EVALUACION DE LA COMPABILIDAD QUIMICA

- ASTM D6141 Standard Guide for screening clay portion and flux index of GCL from chemical compatibility liquids
 - Comprobación rápida y fácil
 - Ensayos indice de perdida por filtrado e hinchamiento



COEF HINCHAMIENTO Y K



Escalón 2: Procedimiento

- Pérdida por filtrado e hinchamiento
- Lixiviado real o patrón vs Agua D
- Calidad del agua pH y Conductividad
- Química del agua: Cationes disueltos usando ICP (Plasma Acoplado por Inducción)

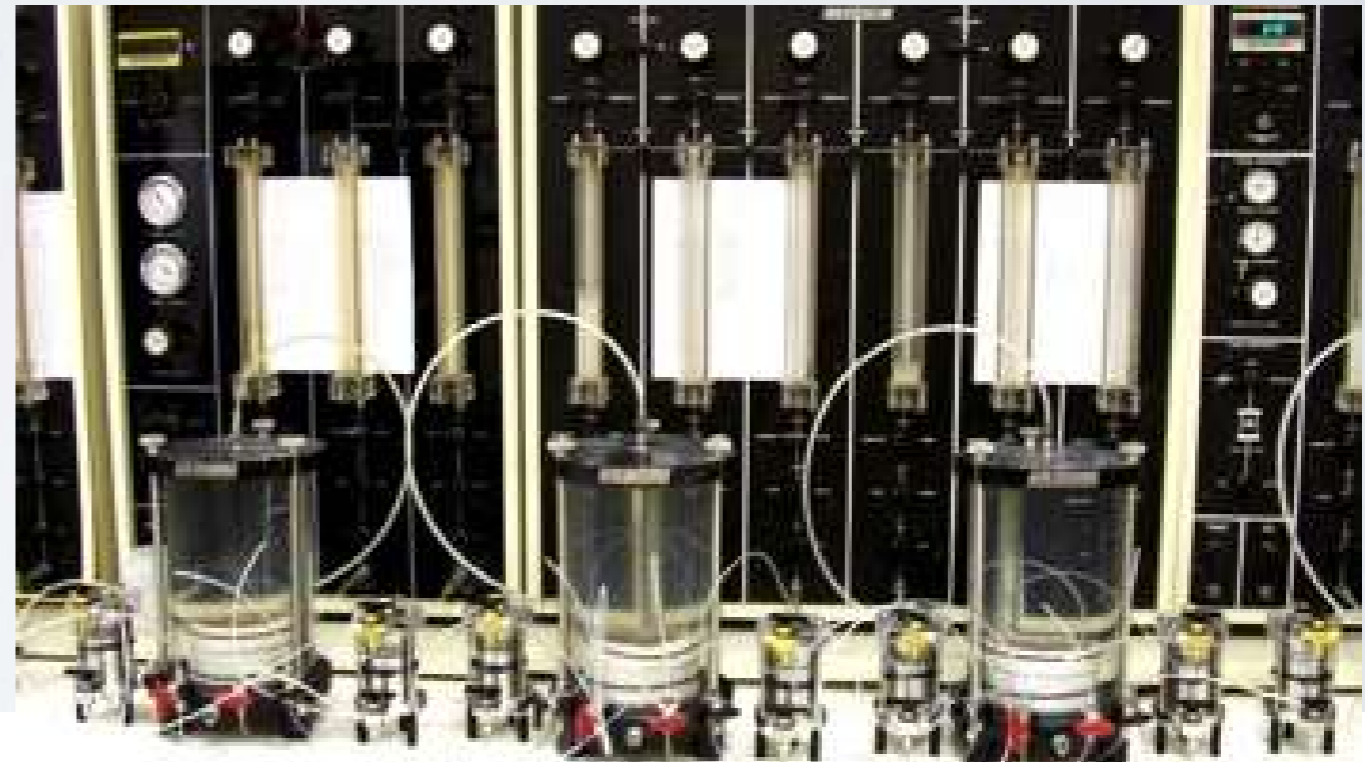


- Es solo un medio de chequeo al no existir valores específicos de FL e H
- Puede dar resultados falsos, al no a ser a largo plazo
- No se pueden reflejar las condiciones de prehidratación y confinamiento



Escalón 3: EVALUACION DE LA COMPATIBILIDAD QUIMICA

- ASTM D6766
 - Permeabilidad a largo plazo
 - Ensayo hasta el equilibrio químico ($EC_{in} \sim EC_{out}$)
 - Mínimo 6 meses



Escalón 3: ASTM D 6766

Permite utilizar condiciones reales

- Pre hidratación (agua o lixiviado)
- Presión de confinamiento 5psi=3m basura

Test termina cuando:

Criterio hidráulico: flujo entrada/ salida 0,75-1,25

Criterio químico: Equilibrio $E_{c_{salida}} = E_{c_{entrada}} \pm 10\%$

RESULTADOS ESPECIFICOS PARA CADA PROYECTO

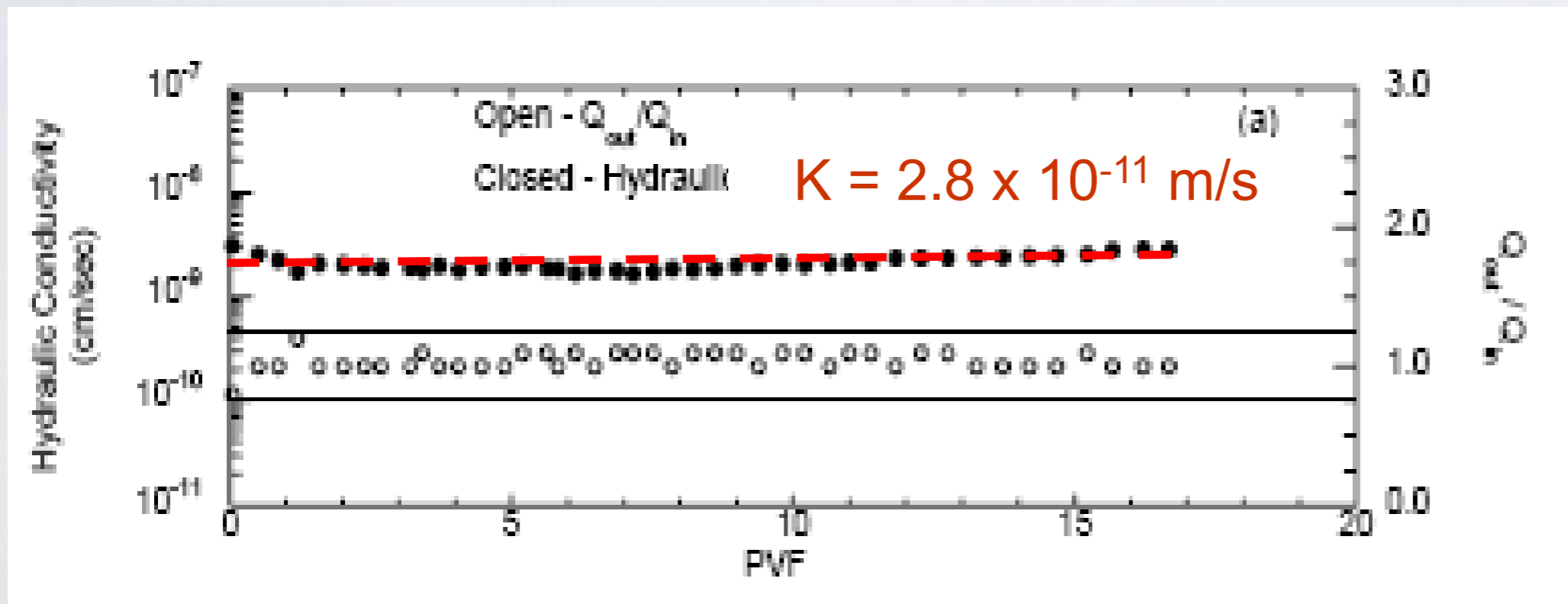




PREDICCIÓN DE PERMEABILIDAD A LARGO PLAZO GBR-C

Compatibilidad largo plazo Lixiviado RSU

- Tests de permeabilidad de la Universidad de Wisconsin muestra valores a largo plazo (>2-3 years) de :
 - 2×10^{-11} to 1×10^{-10} m/s with “typical” leachates
 - 2×10^{-11} to 7×10^{-11} m/s with “strong” leachates



Synthetic
MSW
leachate
(293 days)

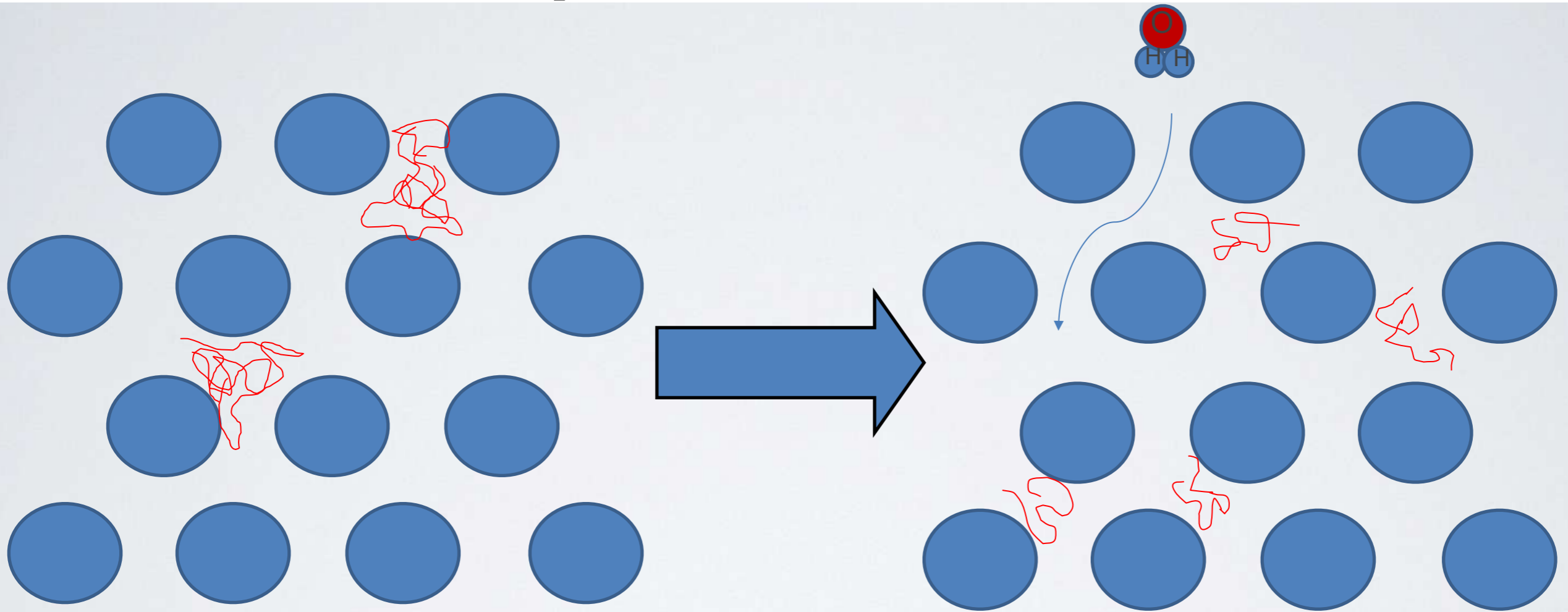
Fuente: Bradshaw (2008). Effect of Cation Exchange During Subgrade Hydration and Leachate Permeation on the Hydraulic Conductivity of Geosynthetic Clay Liners. Master's Thesis. University of Wisconsin-Madison.



Diseño tecnologico de GBR-C

GBR-C Polímeros

Respuesta con lixiviados o aguas problemáticas

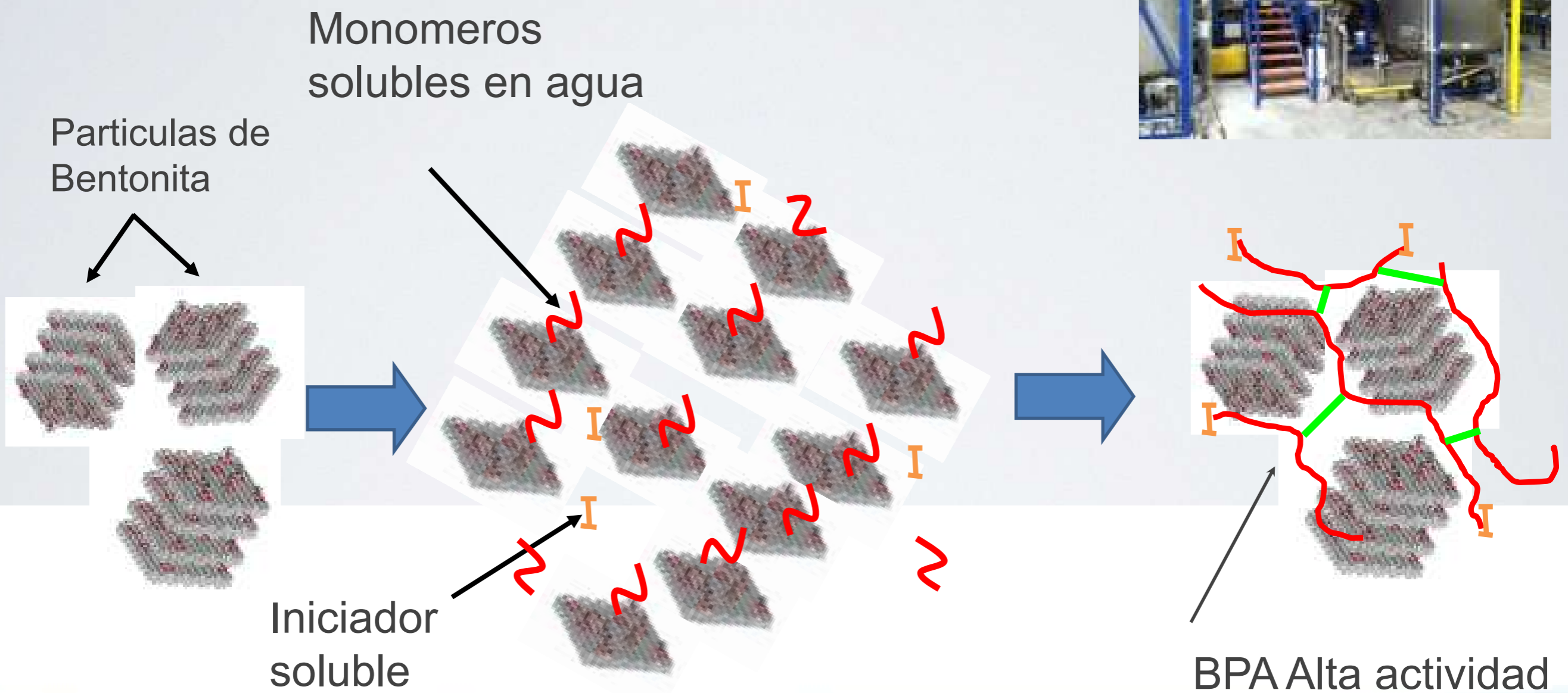


Situaciones problemáticas:

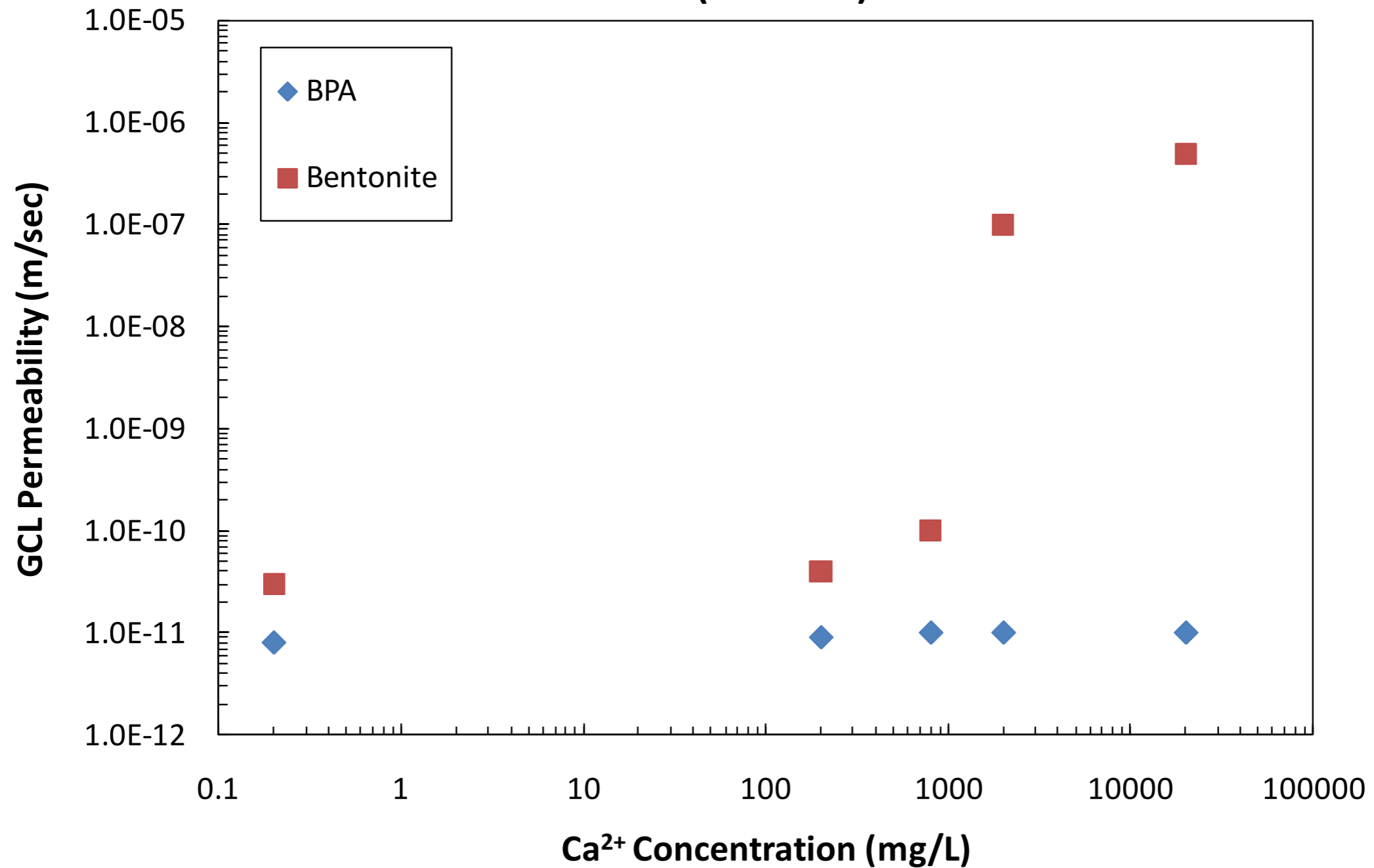
- Elevado contenido de Calcio
- Aguas salada

ALEACION BENTONITA POLIMERO

- Tecnología exclusiva



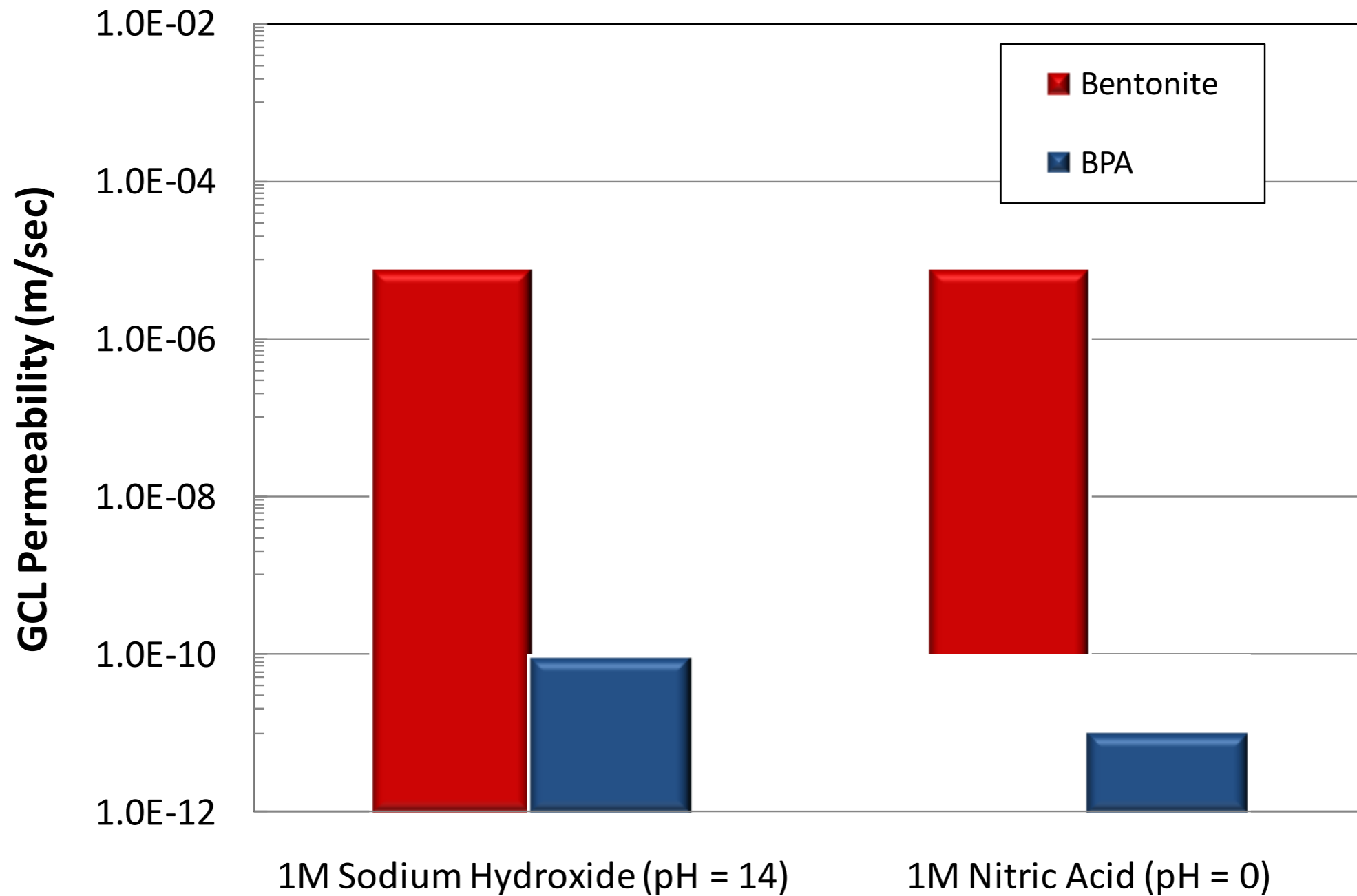
BPA vs Bentonite Permeability vs CaCl₂ (RMD = 0)



Sin prehidratación tras 2 años ASTM D6766

Fuente: Scalia et al (2011), University of Wisconsin-Madison

Permeability vs Extreme pH Leachates



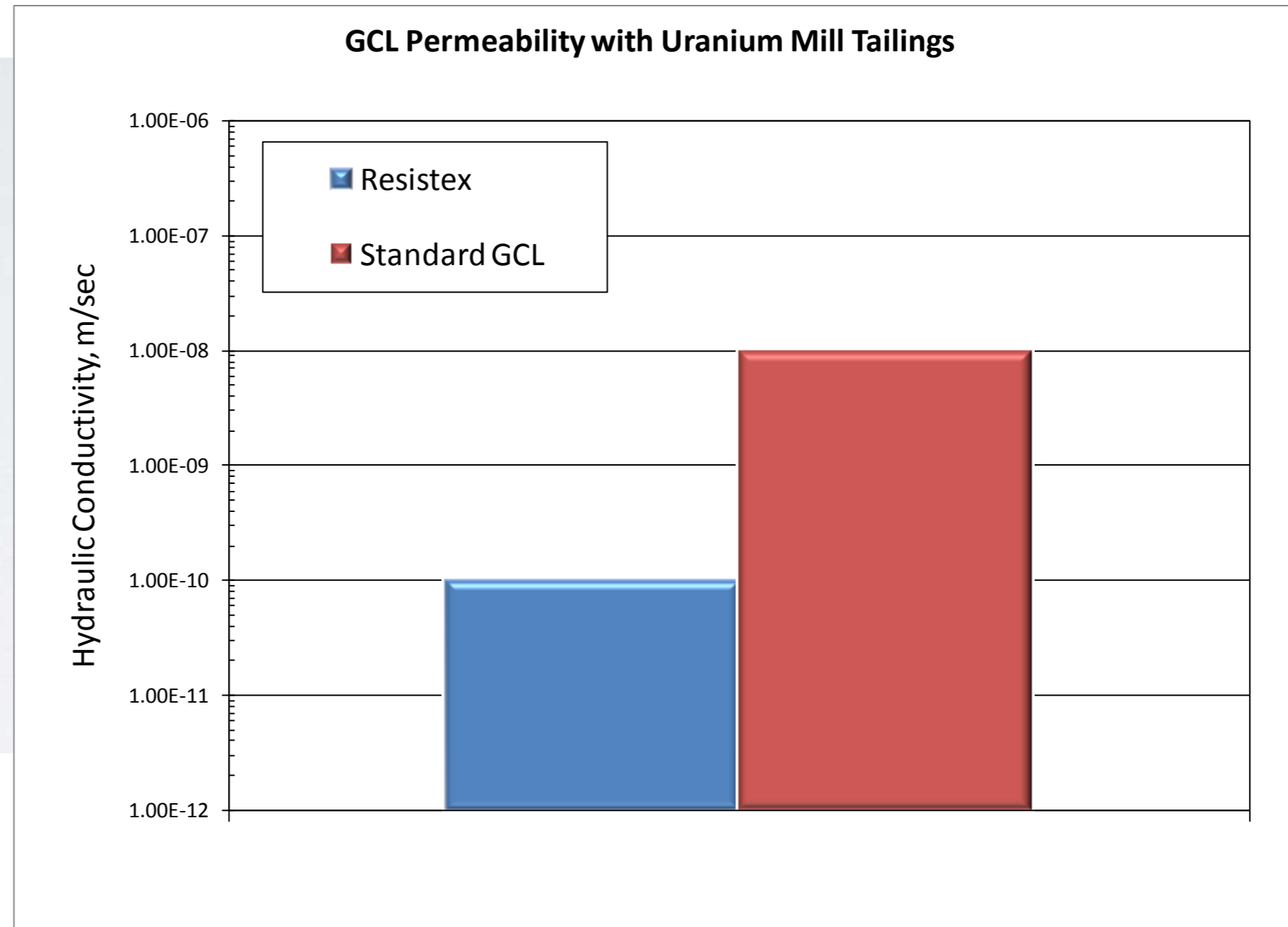
University of Wisconsin-Madison

Resistencia química despues de 2 años en situaciones extremas

GBR- C Polímeros vs Estandar

- Sodium: 850 mg/L
- Iron: 3800 mg/L
- Sulfate: 26000 mg/L
- Ammonia: 5000 mg/L
- pH: 1.9
- Electrical conductivity: 30.4 mS/cm

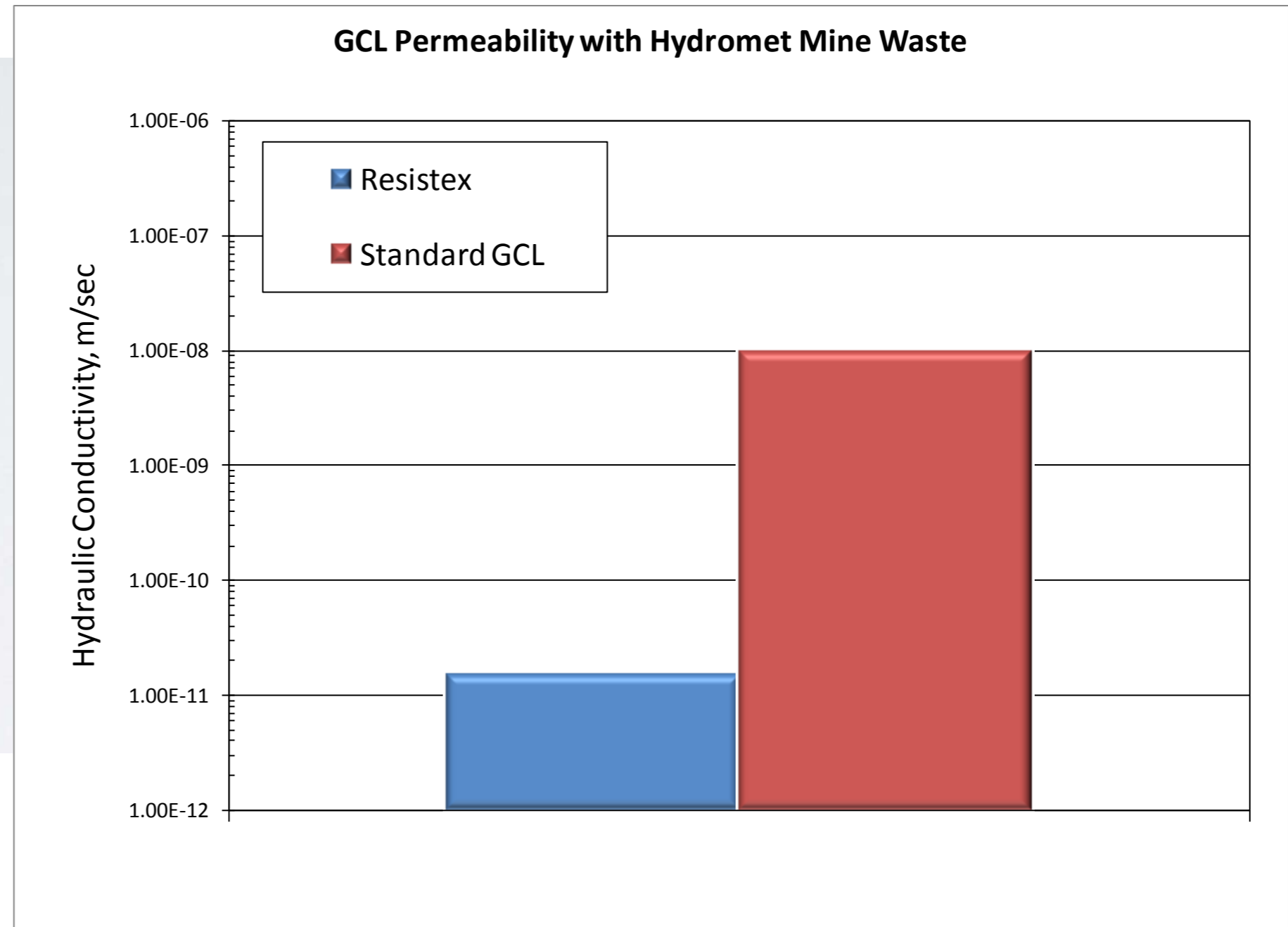
- Ionic strength = 1.0 M
- RMD = 1.2 M^{1/2}
- **K = 1 x 10⁻¹⁰ m/s**
- **Prehydrated with water**
- **Test run for 1 year**



GBR- C Polímeros vs Estandar

- Calcium: 2300 mg/L
- Magnesium: 2000 mg/L
- Sodium: 300 mg/L
- Chloride: 4000 mg/L
- Sulfate: 9000 mg/L

- Ionic strength = 0.55 M
- RMD = 0.05 M^{1/2}
- **K = 1.5 x 10⁻¹¹ m/s**
- **Test run for 1.5 years**



ESTADO DEL ARTE: QUE HACER

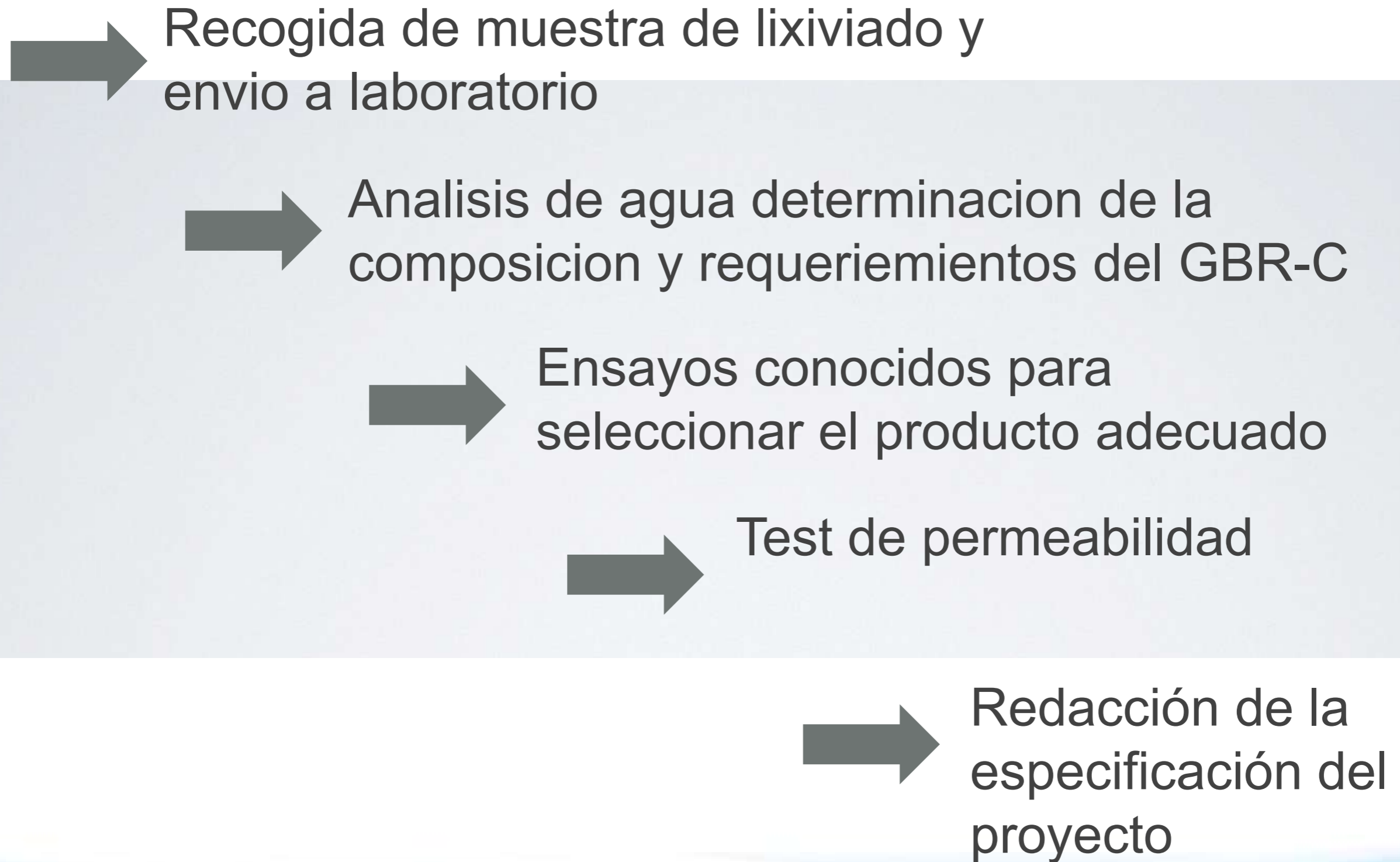
- Analisis de cada situación concreta, lixiviados, aguas, pre hidratación, presión confinamiento
- Analisis de tres escalones Compatibilidad química
 1. Bases de datos
 2. Comprobación de antecedentes ASTM D6141
 3. Analisis a largo plazo ASTM D 6766

ELECCION DEL PRODUCTO ADECUADO

NO EXISTE UN MAL
PRODUCTO SI NO UN MAL
DISEÑO



Proceso de elección de l producto





Gracias por su atención



pedro.abad@cetco.es