

Eliminación de Metales Pesados y Azufre con Bacterias Sulfato-Reductoras en una Barrera Permeable Reactivo Relleno con Hierro Metálico



R. Sierra-Alvarez, P. Ayala & J. A. Field

Dept. Chemical and Environmental Engineering

University of Arizona



Drenaje Acido de Minas

acido



metales
pesados



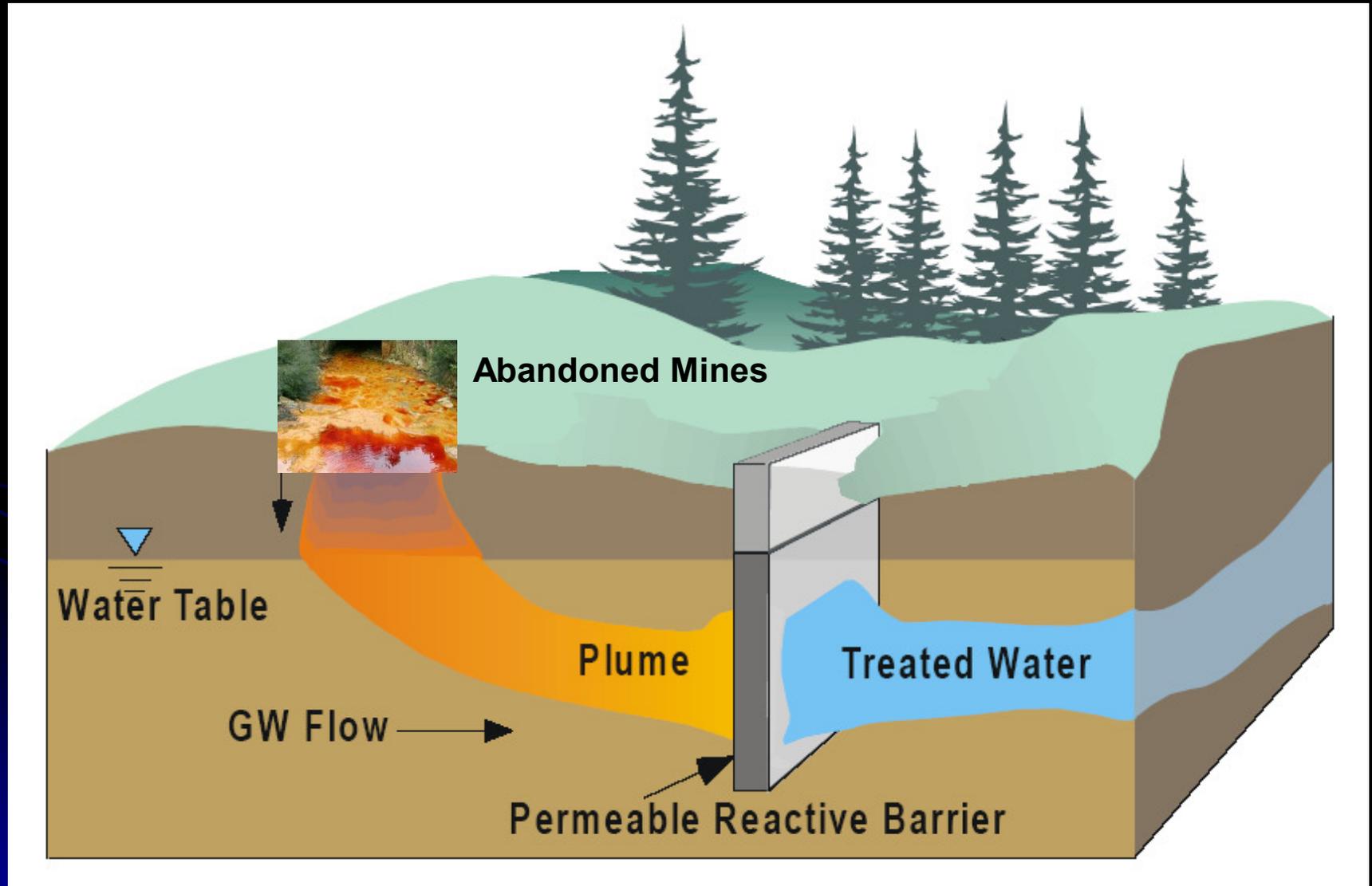
sulfatos



hierro



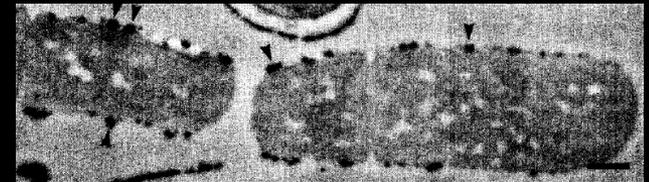
Barrera Permeable Reactiva (PRB)



Estrategia: PRB para Drenaje Acido

Reacciones de Bacterias Sulfato Reductores

- Aumentar pH: un ácido fuerte (sulfúrico) se transforma a un ácido débil (sulfuro)
- Reactividad: sulfuro precipita metales



Promocionar Actividad de Bacterias Sulfato Reductores

- Provea sustrato (donador de electrones) que se degrada lentamente para el relleno de PRB

p.e. serrín, compost, paja



¿Cómo Precipita las Metales en un Proceso con Bacterias Sulfato Reductores?

● Biomineralización



$$K_{\text{sp}} = 10^{-24} \text{ to } 10^{-53}$$

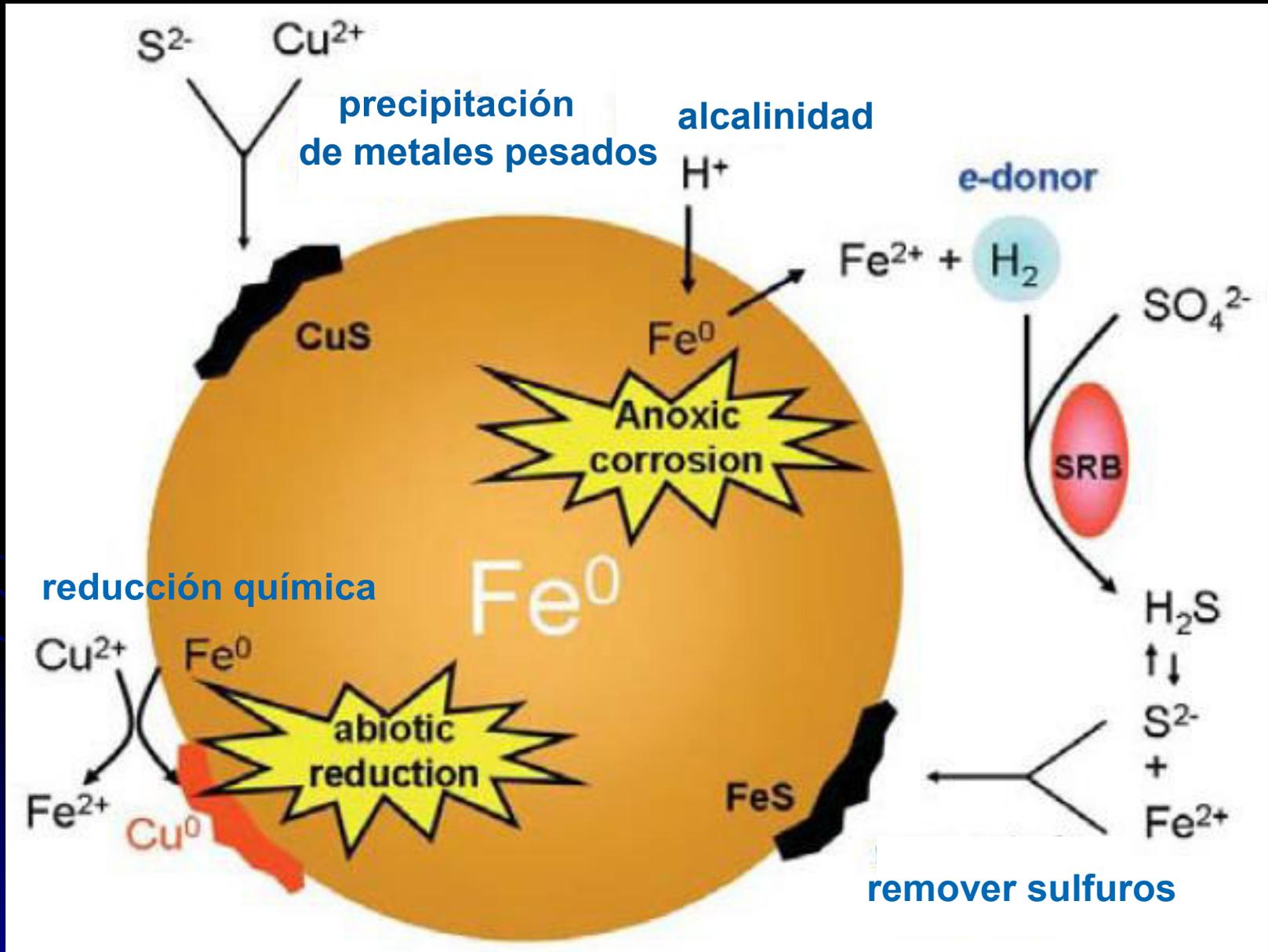
Objetivos

- Utilizar hierro metálico (ZVI) como donador de electrones para bacterias sulfato reductores para tratar sulfato y metales pesados en drenaje ácido
- Comparar con relleno convencional (calcita)
- Estudiar beneficios adicionales

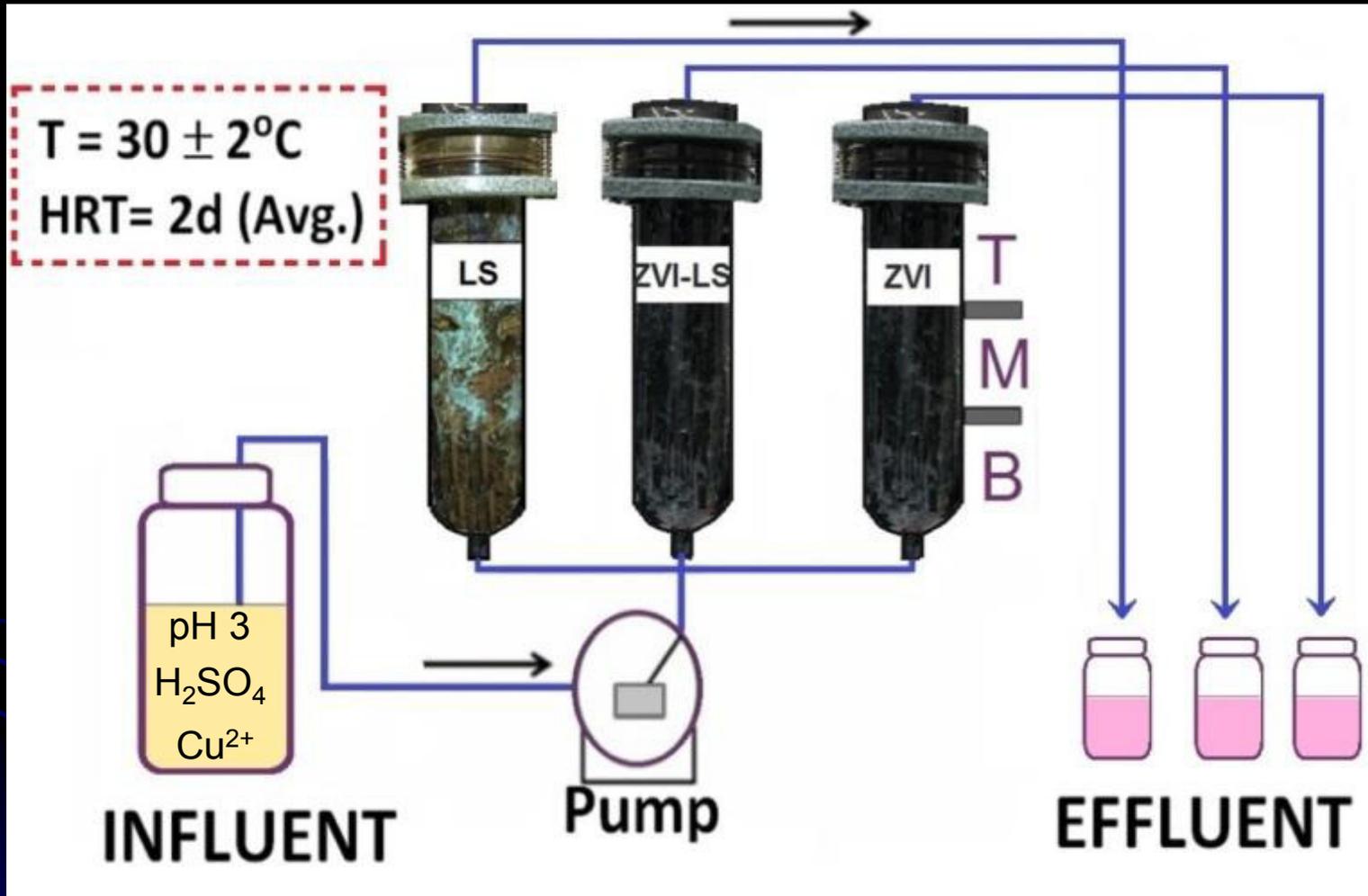
- Remoción de metales pesados
- Formar alcalinidad
- Remoción de azufre del agua
- Reducción abiótica de Cu^0



Hipótesis con Hierro Metálico como Relleno



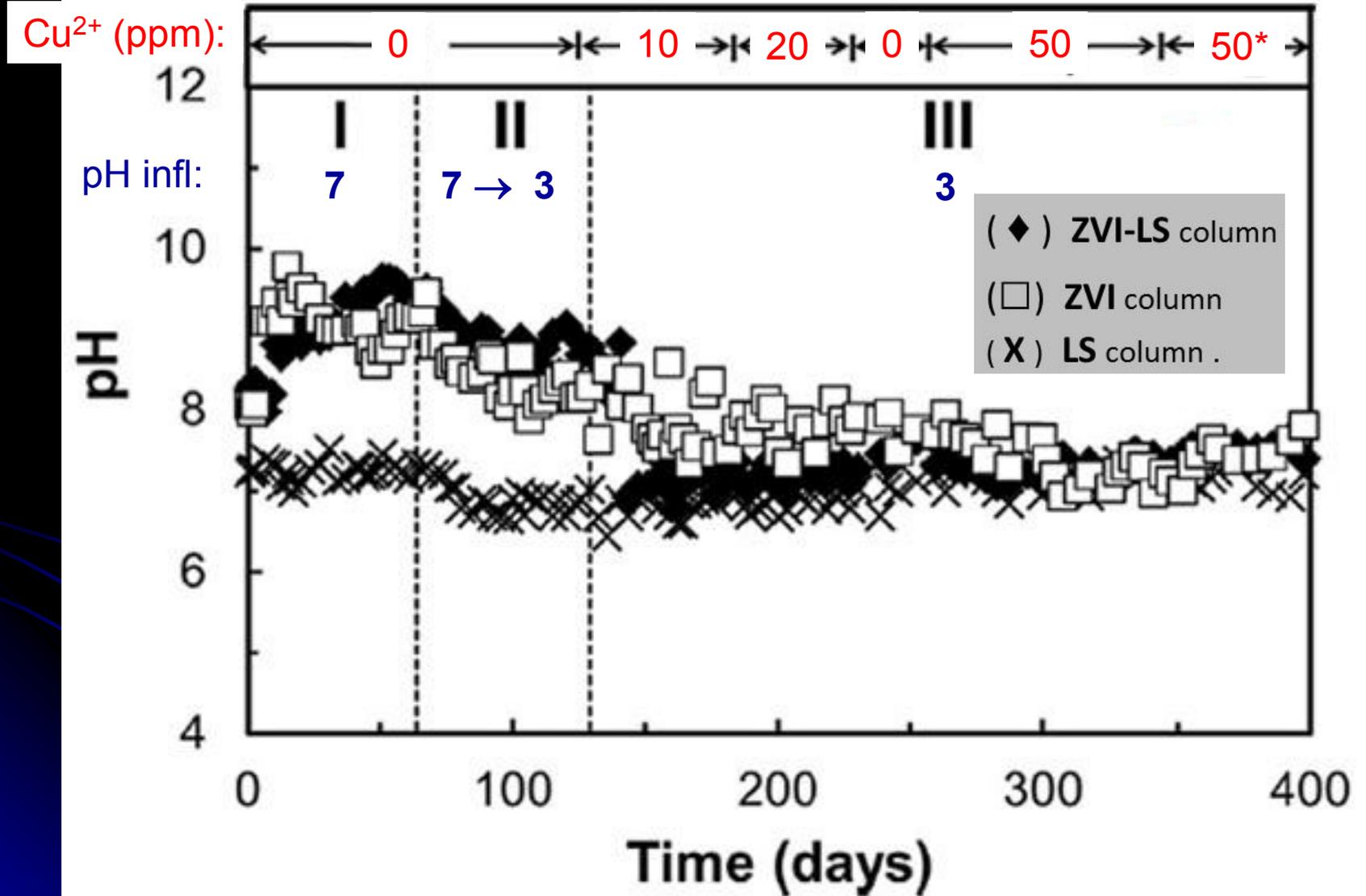
Diseño del Experimento con Columnas Continuas



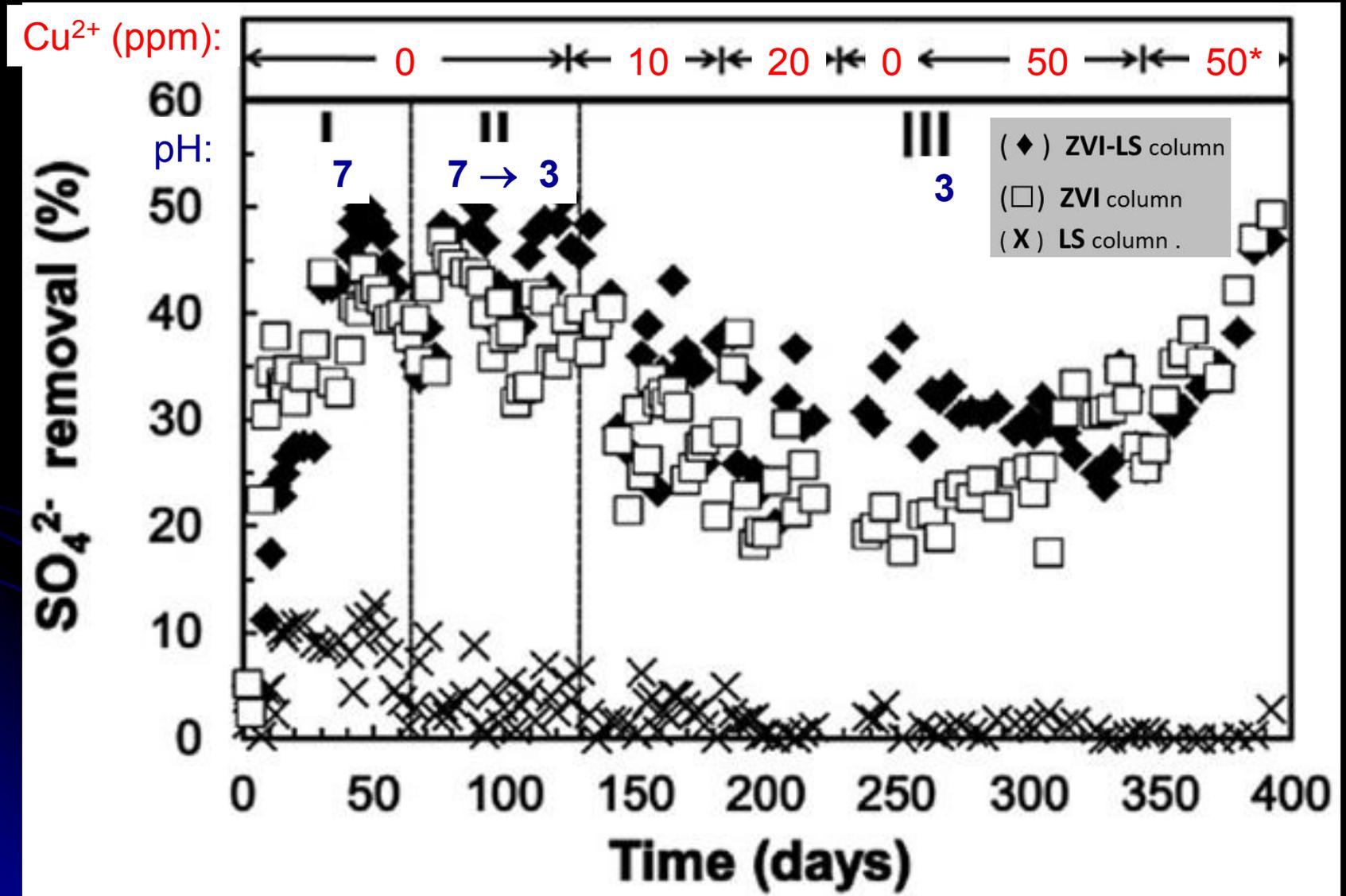
LS = limestone (calcita, CaCO_3) $\approx 33\%$ masa

ZVI = zero valent iron (hierro metálico, Fe^0) $\approx 33\%$ masa

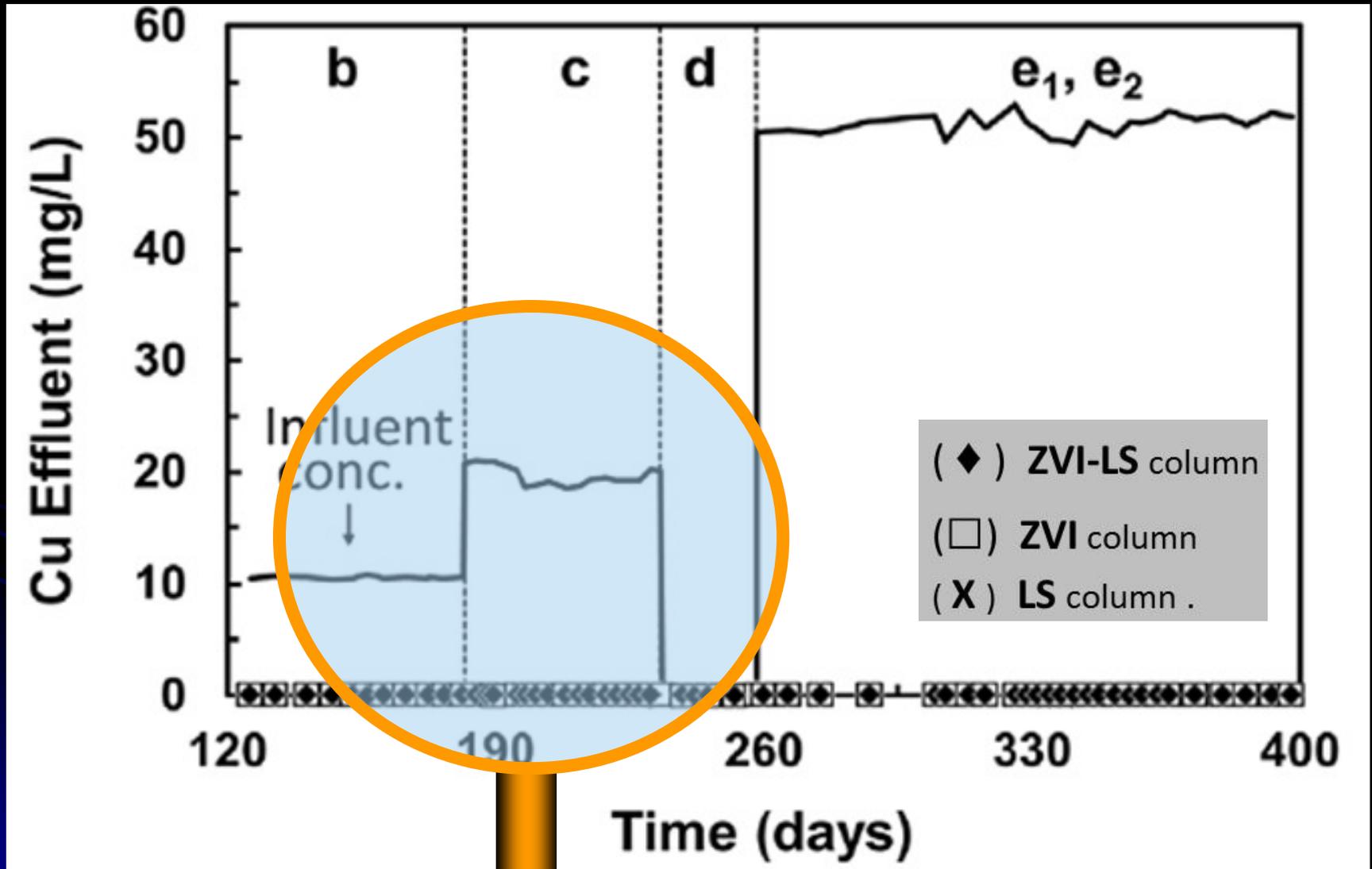
Resultados Columnas Continuas: pH Efluente



Resultados Columnas Continuas: Remoción Sulfato

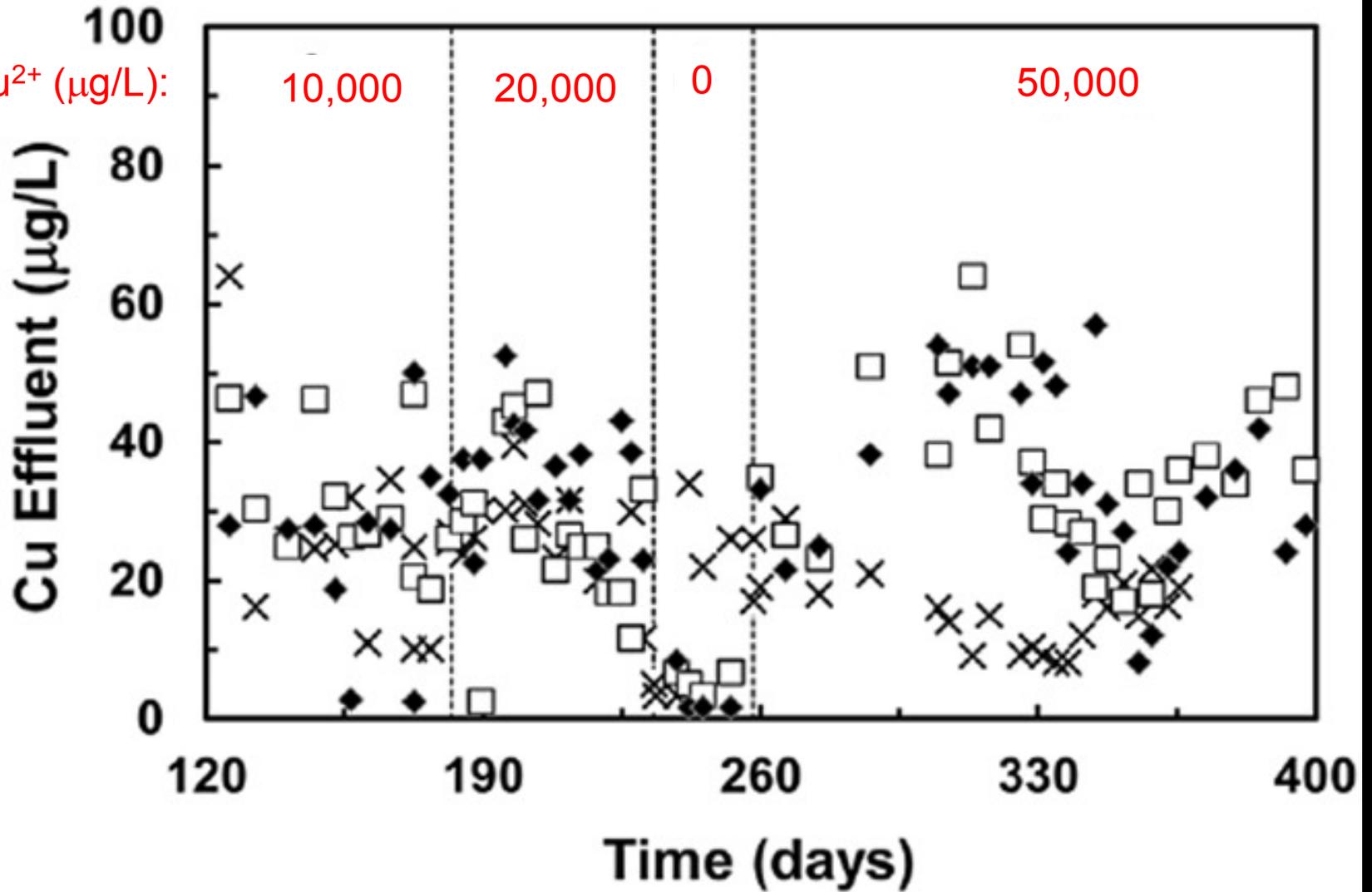


Resultados Columnas Continuas: Remoción Cobre

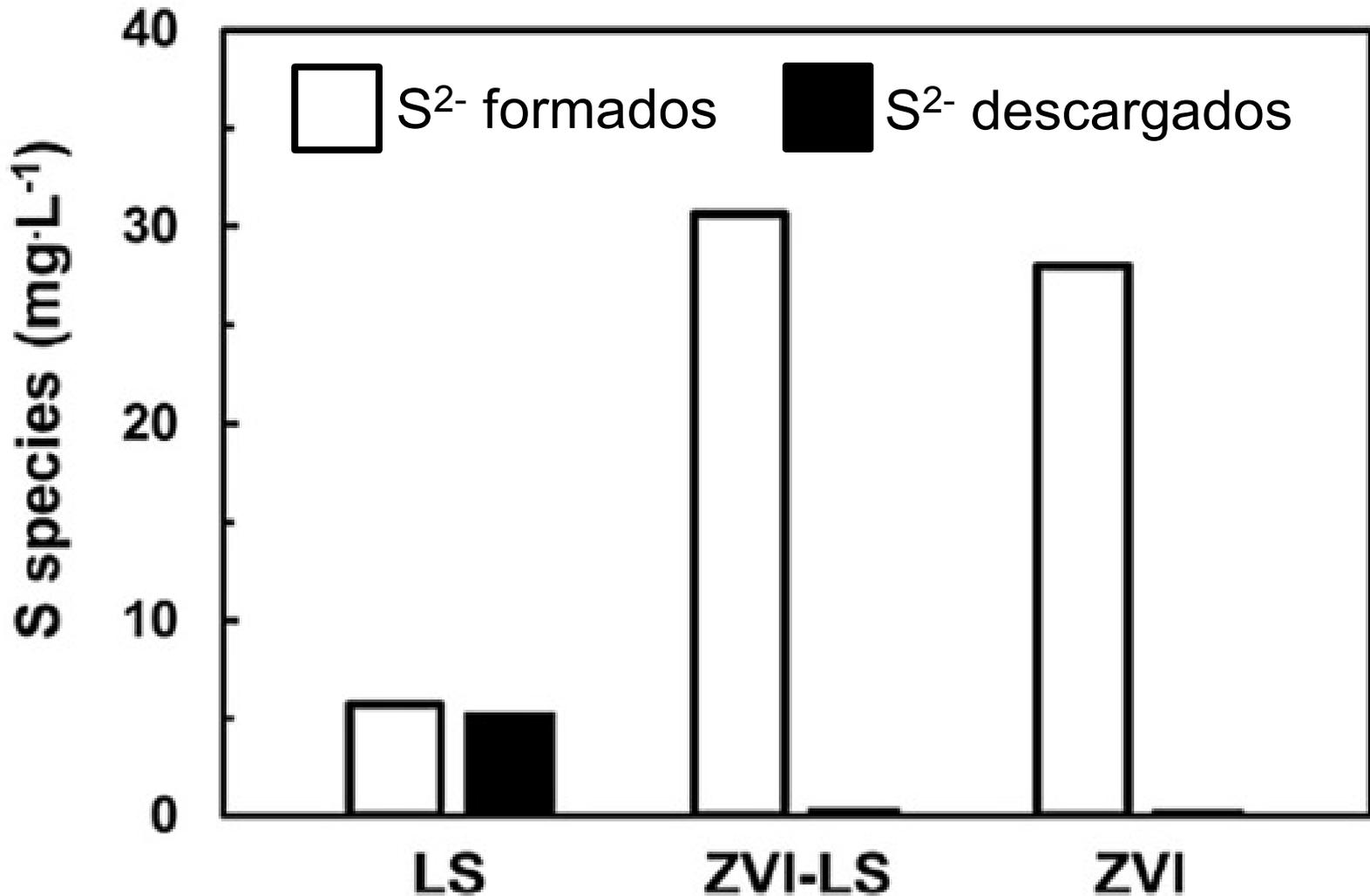


Resultados Columnas Continuas: Remoción Cobre

Cu²⁺ (μg/L):

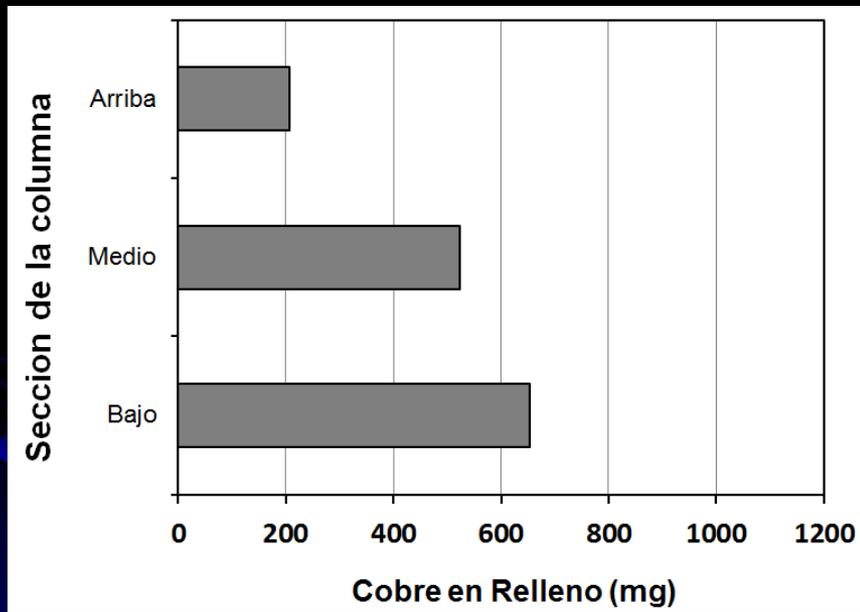


Resultados Columnas Continuas: S²⁻ formado versus S²⁻ descargado

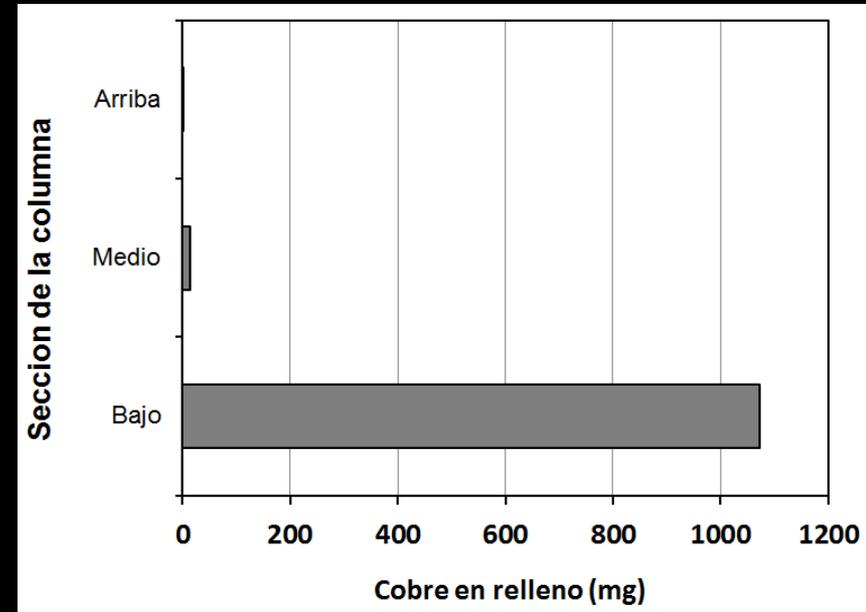


Resultados Columnas Continuas: Distribución final de cobre en relleno

Calcita (LS)



Fe0 (ZVI)



Resultados Columnas Continuas: Recuperación de cobre extraído de relleno

| Extracting Agent | LS | ZVI |
|--|-----------|------------|
| H ₂ O | - | - |
| 1M HCl | + | - |
| 16M HNO ₃ ⁻ -12M HCl | | + |
| recuperacion (%) | 93 | 84 |

Conclusiones

ZVI eliminó metales pesados >99.5% para más de un año

- Como mucho, solo un tercio de la capacidad fue utilizado en este tiempo

Debido a reducción de sulfato

Formación de sulfuros de metales

Otros beneficios:

- Alcalinidad creado por corrosión anódico
- Remoción de azufre del agua
- Reducción abiótica de Cu^0

