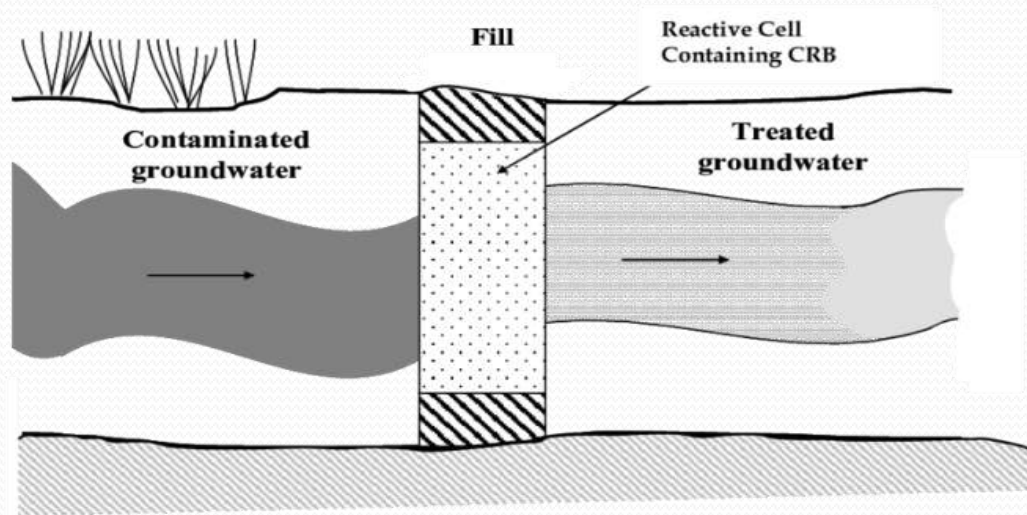
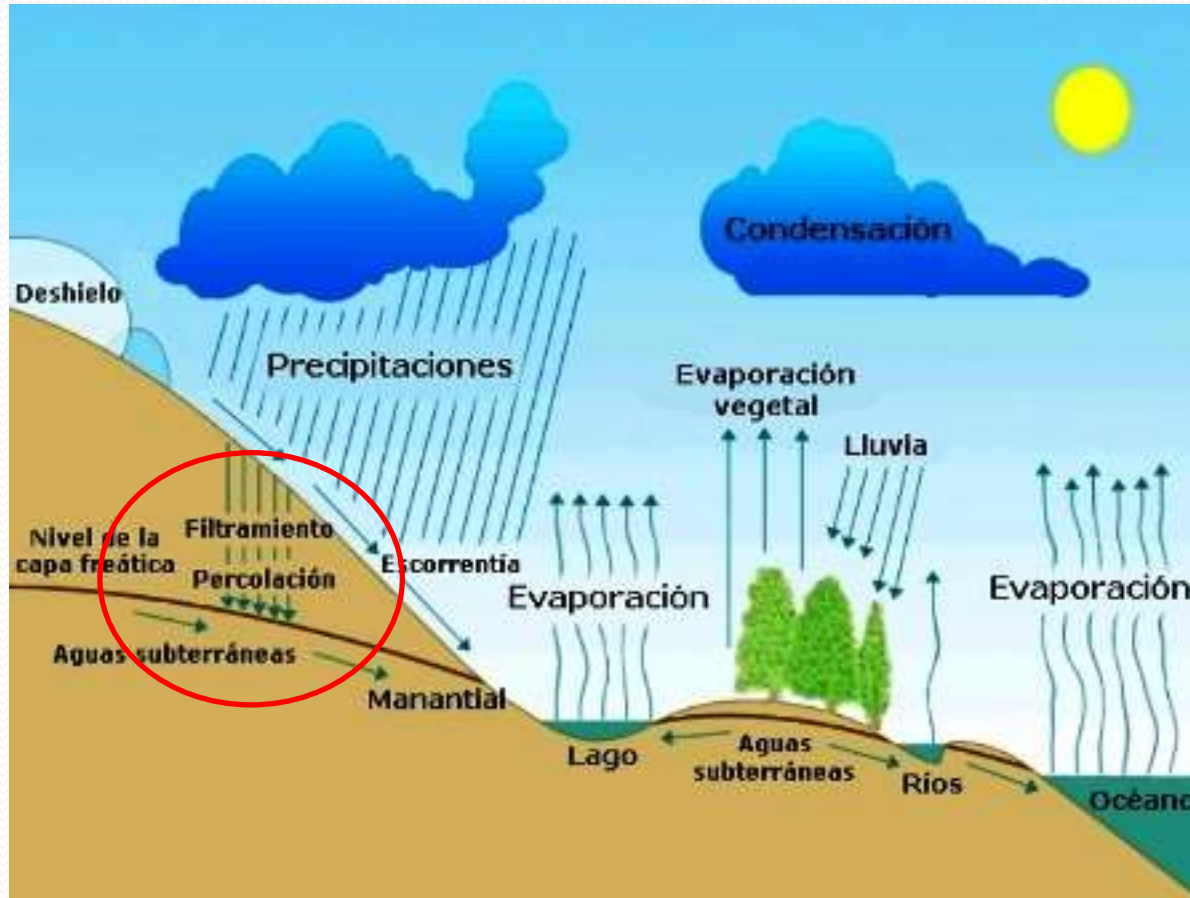


# Barreras Reactivas Permeables Para Remediación de aguas subterráneas

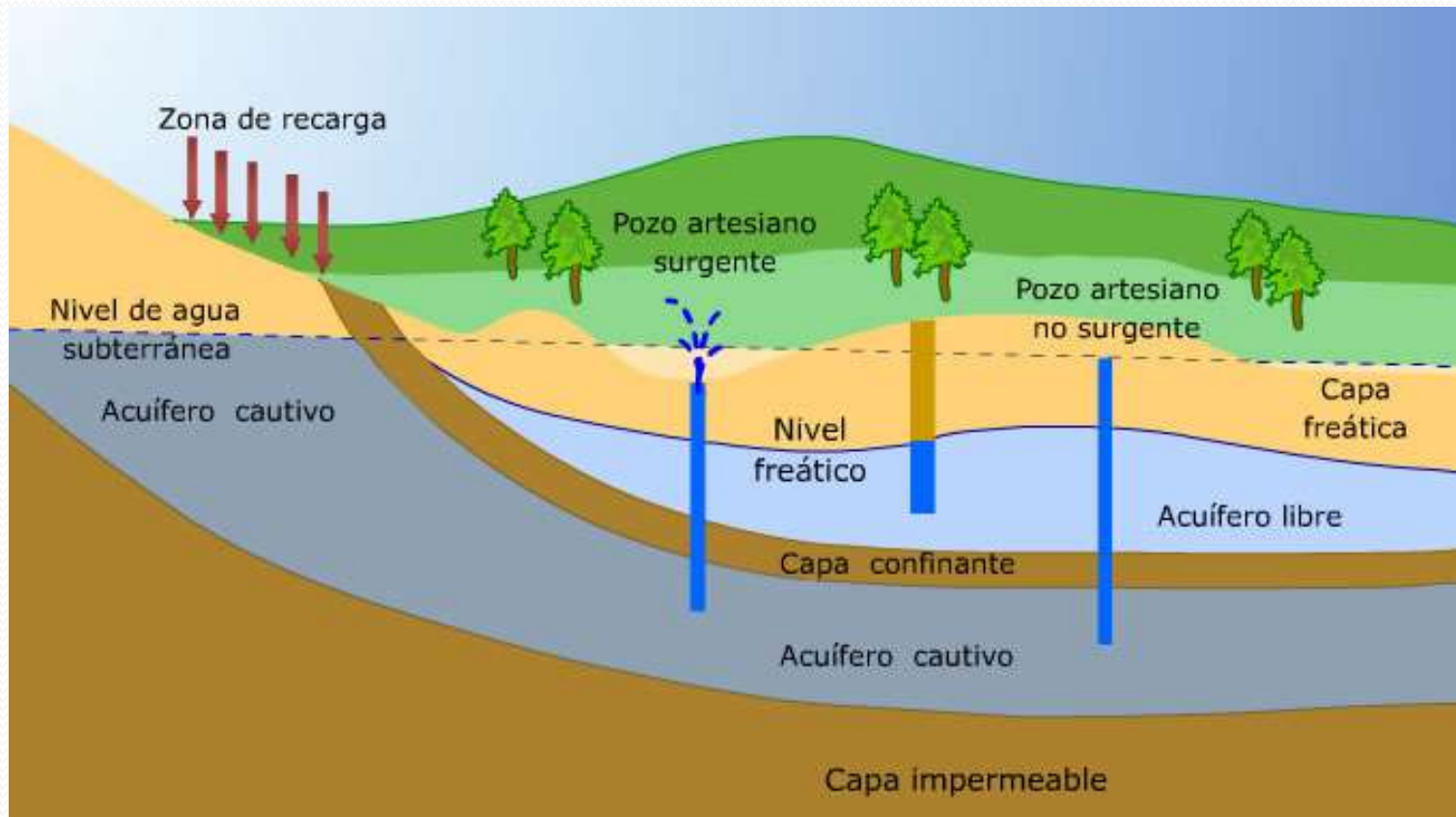
Brandon Miguel Torres-Ing Geólogo



# Ciclo hidrológico



# Aguas subterráneas



# Aguas subterráneas



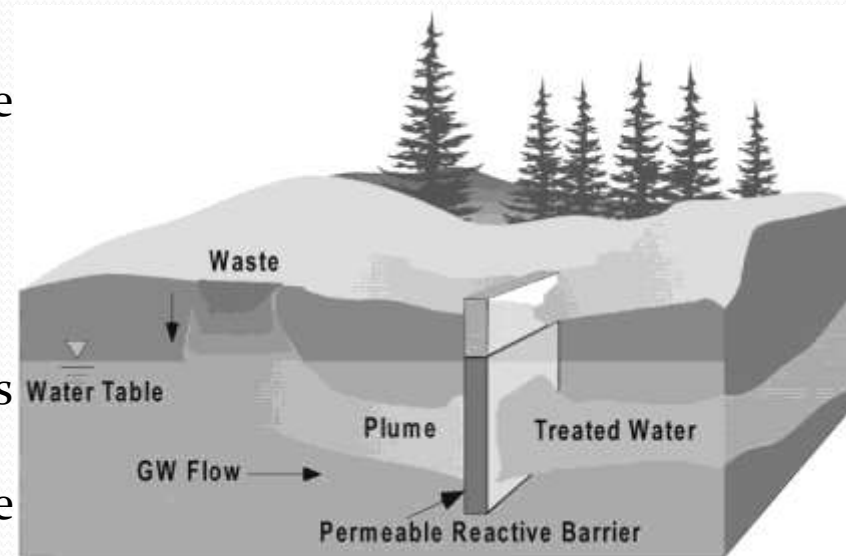
# ¿Cómo se contaminan?



# ¿Qué son las BRP?

El término "barrera" pretende transmitir la idea de que la migración de contaminantes se ve impedida; sin embargo, el PRB está diseñado para ser más permeable que los medios de comunicación de acuíferos que rodean, a fin de que las aguas subterráneas pueden fluir fácilmente a través de la estructura sin alterar significativamente la hidrología subterránea. De esta manera, el tratamiento se puede producir a través de procesos biológicos, físicos o químicos.

Las PRB son una tecnología de recuperación de usos múltiples además se pueden diseñar e instalar en cualquier lugar perpendicularmente a la pluma de contaminación.



# Su Aplicación depende de:

Las características del suelo

Las características del Contaminante

Viabilidad económica

La eficacia esperada con cada tratamiento

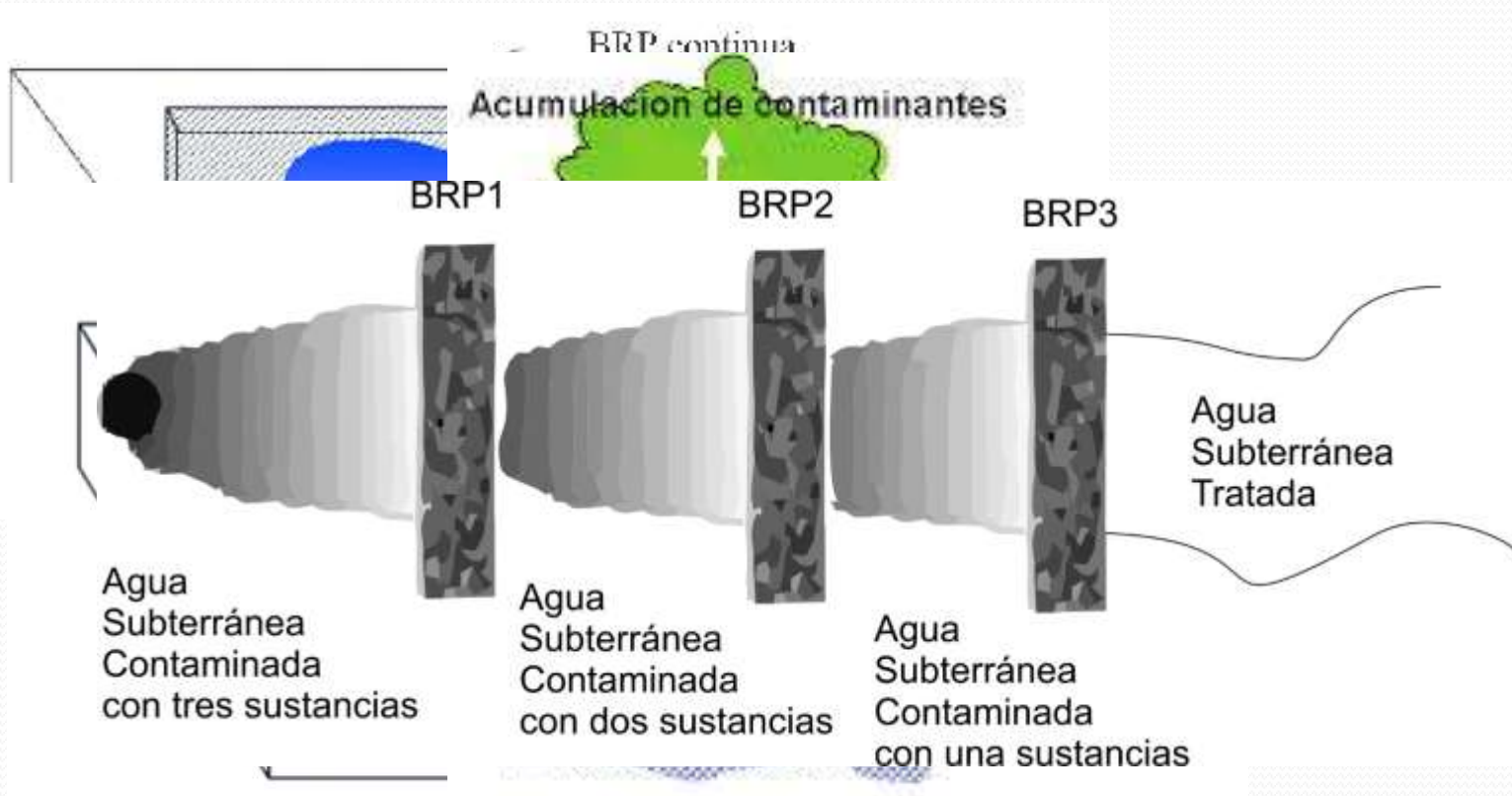
Tiempo estimado para su desarrollo

# Características del material reactivo

- Ser lo suficientemente reactivo para disminuir la concentración del agente contaminante del acuífero
- Ser permeable para acoplarse al flujo del agua subterránea
- Mantener la permeabilidad y la reactividad durante un cierto período de tiempo (en la escala de años)
- Ser económicamente viables



# Tipos



Contaminante	Material reactivo
PCE, TCE, DCE, TCA, VC	ZVI, GAC, H <sub>2</sub> /Paladium, SMZ, Zn <sub>0</sub> , Mulch, Sand/wood chips, Tire rubber
BTEX	GAC, ORC, Compost, Peat, Saw dust, Ground rubber, Leaf litter, ZVI, , SMZ, H <sub>2</sub> /Paladium, Cyclophane I, II
Phenol	GAC, SMZ
Nitrobenzene	ZVI
PCB, PAHs, DDE, DDT, DDD	GAC, ZVI
Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, Fe, As, Cr, Hg, etc.	Limestone, Zeolites, OC, ZVI, Bone char, Apatite (Clinoptilolite), Bauxite, Activated alumina, Fly ash, Atomized slag Peat moss, Compost Sodium-dithionite, Bentonite, Ferric oxyhydroxides, TRM, Chitosan
U, Tc, Mo, Se, <sup>137</sup> Cs, <sup>90</sup> Sr, Pu, Am	ZVI, Bone char phosphate, Hydroxyapatite, Limestone AFO, BOF, Zeolite Apatite II, Pecan shells, Lignite, Coal, Titanium oxide, Ferric chloride, Ferric nitrate
COD, AOX, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ZVI, Saw dust, Pecan shell O <sub>2</sub> /Clinoptilolite, Wood chips, Apatite II, Compost, Polystyrene, Wheat straw, Softwood and sand, Maize cobs, zeolite
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	OC, ZVI, Iron oxide, Peat/sand, Limestone, Ocher
SO <sub>2</sub>	Limestone, SMZ OC, Mushroom-compost TRM, ZVI

# Ventajas • Obiri-Nyarko et al (2014)

(a) Tecnología pasiva relativamente barata, es decir: reactiva económica pero efectiva materiales pueden ser usados; bajo costo de energía; poco o ningún costo de eliminación para el tratamiento desechos y; costos de mantenimiento y monitoreo relativamente bajos con la excepción del costo inicial de instalación

(b) Permite el tratamiento de múltiples plumas de contaminación ya que más de un barrera puede ser utilizada

(c) Capacidad para tratar una amplia gama de contaminantes

(d) El terreno superior del sitio contaminado puede ser utilizado de forma rentable mientras el tratamiento está en curso

(e) No hay contaminación cruzada ya que los contaminantes no se llevan a la Superficie

(f) Requiere monitoreo ocasional para asegurar que las barreras funcionen adecuadamente

(g) Obvia el manejo y la pérdida de grandes volúmenes de aguas subterráneas

# Desventajas • Obiri-Nyarko et al (2014)

(a) Solo los contaminantes que fluyen en la dirección de la barrera se pueden tratar

(b) Requiere una caracterización adecuada del sitio, acuífero, hidrogeológico condiciones y delineación precisa de la pluma contaminante antes de la barrera instalación

(c) Restringido a penachos a menos de 20 m debajo de la superficie del suelo

(d) Datos de campo limitados relativos a la longevidad de las barreras

(e) Estructuras subterráneas (por ejemplo, servicios, fundaciones) pueden presentar problemas en construcción y rendimiento

(f) Los medios reactivos pueden tener que ser eliminados o reemplazados durante la operación

(g) Puede requerir un seguimiento a largo plazo, particularmente en el caso de persistencia contaminantes o muy lento flujo de aguas subterráneas

# Efectos antagónicos

Los materiales reactivos que conforman las barreras pueden generar reacciones químicas aun mas contaminantes, una interacción inadecuada entre el contaminante, el reactivo y los constituyentes del agua subterránea generan posibles fases minerales, cambios en los parámetros geoquímicos como el pH y Eh.

Johnston et al., 1996; Chen et al., 2011b)  
Gavaskar et al., 2000; Henderson y Demond, 2007).  
Allison et al.,1991) y PHREEQC (Parkhurst y Appelo, 1999

# Causas de falla o fracaso en BRP

Fracaso en términos de captura de contaminantes o reducción de la efectividad de los PRB con el tiempo debido a:

- Algunos procesos biogeoquímicos derivados de interacciones reactivas entre medios-contaminantes-acuíferos dentro de las barreras

Corrosión y pérdida de reactivos

Precipitación

Reducción de la permeabilidad

Ensuciamiento

Disminución en el tiempo de residencia hidráulica,

Obstrucción de la barrera debido a la acumulación de precipitados de carbonato y sulfato

Pérdida de reactividad

# ¿Cómo minimizar la posibilidad de falla?

caracterización detallada del sitio

Caracterización del hidrogeológica del sitio, de los contaminantes y la geoquímica del agua subterránea



Ayuda a identificar posibles Restricciones que pueden afectar la instalación de la barrera o su rendimiento

Creación de un modelo en software y a escala laboratorio



Con lo que se determina la cantidad de material reactivo necesitado, el ancho de barrera y la profundidad en la que se deben construir a nivel real.

La evaluación geotécnica y geológica



Ayuda a indicar si hay estructuras que pueden obstruir el uso de equipos pesados sobre el suelo durante instalación de barrera

- ¿Qué elementos químicos son contaminantes en el ecosistema actual y cuál es su modelo quimiométrico?
- ¿Se puede determinar qué zonas son adecuadas para el muestreo y el monitoreo?
- ¿Qué materiales de relleno pueden adsorber, precipitar o degradar biótica o abióticamente los contaminantes de naturaleza inorgánica?
- ¿Cómo controlar a lo largo de un periodo de tiempo significativo la duración útil de estas barreras y sus necesidades de mantenimiento?





GRACIAS...