

Guía comunitaria sobre la reducción química in situ



¿Qué es la reducción química in situ?

La reducción química in situ (ISCR, por sus siglas en inglés) utiliza sustancias químicas llamadas “agentes reductores” que ayudan a que los contaminantes tomen formas menos tóxicas o menos móviles. Se describe como “in situ” porque se realiza en el lugar, sin la necesidad de excavar o extraer las aguas subterráneas a otro lugar para tratamiento a fin de realizar la limpieza. La ISCR puede limpiar diversos tipos de contaminantes disueltos en las aguas subterráneas. La ISCR con frecuencia se usa para limpiar el metal cromo y el solvente tricloroetileno (TCE).

¿Cómo funciona?

Cuando se agregan agentes reductores a suelos y aguas subterráneas contaminados, ocurre una reacción química que cambia los contaminantes a otras formas. Por ejemplo, una forma de cromo muy tóxica llamada “cromo hexavalente” o “cromo 6” se puede cambiar a “cromo trivalente” cuando se introducen agentes reductores a las aguas subterráneas contaminadas. El cromo trivalente es una forma del metal mucho menos tóxica, y es menos móvil porque no se disuelve fácilmente en el agua.

Los agentes reductores comunes incluyen metales cerivalentes, que son metales en estado puro. El metal que se usa con más frecuencia en la ISCR es el hierro cerivalente (ZVI). El ZVI debe estar molido en gránulos

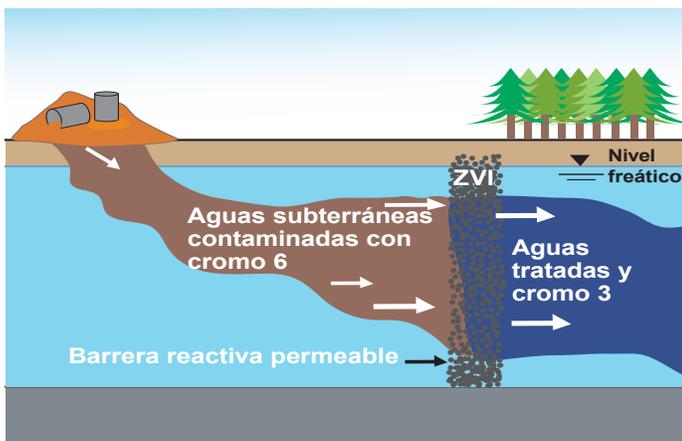


Ilustración del tratamiento de aguas subterráneas contaminadas con una barrera reactiva permeable (PRB) de ZVI.

pequeños a fin de ser utilizado en la ISCR. En algunos casos, se utilizan partículas de tamaño microscópico o nanoscópico (extremadamente pequeño). El tamaño de la partícula más pequeña aumenta el área de la superficie de hierro disponible para reaccionar con los contaminantes. Otros agentes reductores comunes incluyen polisulfuros, ditionito de sodio y hierro ferroso.

Existen dos maneras de poner en contacto los agentes reductores con el suelo y las aguas subterráneas contaminados: inyección directa o la construcción de una barrera reactiva permeable (PRB).

La **inyección directa** implica mezclar el agente reductor con el agua (o algunas veces aceite vegetal) y crear una mezcla, que se inyecta a través de perforaciones directamente en suelos o aguas subterráneas contaminados.

Una **PRB** es una pared construida bajo tierra. Con frecuencia se cava una zanja y se la rellena con un agente reductor. Debido a que la pared es permeable, las aguas subterráneas fluyen a través de la PRB. De esta forma, se permite que los contaminantes reaccionen con el agente reductor, y las aguas tratadas fluyen hacia el otro lado. Una PRB se utiliza para tratar diversos contaminantes disueltos en las aguas subterráneas. Sólo trata las aguas que fluyen a través de ella. (Consulte la [Guía comunitaria sobre barreras reactivas permeables](#)).

¿Cuánto tardará?

Limpiar un área fuente de contaminación de aguas subterráneas con la ISCR puede tomar poco tiempo, es decir, algunos meses si se realiza utilizando la inyección directa, y si se realiza utilizando una PRB puede tomar algunos años. El tiempo de limpieza dependerá de varios factores según el sitio. Por ejemplo, la ISCR puede llevar más tiempo cuando:

- El área fuente de contaminación es grande o los contaminantes están atrapados en áreas de difícil acceso, como fracturas o arcilla.
- El suelo o la roca no permite que el agente reductor se distribuya de manera rápida y uniforme o alcance fácilmente los contaminantes.
- El flujo de las aguas subterráneas es lento.

¿Es segura la reducción química in situ?

El uso de la ISCR presenta pocos riesgos para la comunidad cercana. Los trabajadores utilizan ropa de protección cuando manipulan los agentes reductores, y cuando se manipulan adecuadamente, estas sustancias químicas no son dañinas para el medioambiente ni para las personas. Debido a que la tierra y las aguas subterráneas contaminadas se limpian bajo tierra, con la ISCR no se expone a los trabajadores ni a otras personas en el lugar a la contaminación. Si al cavar la zanja de la PRB se encuentra que el suelo alrededor de la zanja está contaminado, los trabajadores deberán usar ropa de protección. También se cubre toda la tierra suelta contaminada para que el polvo y los contaminantes no se liberen a la atmósfera antes de ser eliminados. La tierra y las aguas subterráneas son analizadas rutinariamente para asegurarse de que la ISCR esté haciendo efecto.

¿Cómo podría afectarme?

Es posible que observe un incremento del tráfico de camiones cuando se entreguen plataformas de perforación, maquinaria para remover la tierra y agentes reductores en el sitio. También es posible que oiga el funcionamiento de los equipos durante las inyecciones o la instalación de las PRB. Sin embargo, una vez concluidas las inyecciones y las instalaciones de las PRB, la ISCR no requiere ningún equipo ruidoso. Los trabajadores en el proyecto de limpieza de vez en cuando visitan el sitio para recoger muestras del suelo y de las aguas subterráneas a fin de asegurar de que la ISCR esté haciendo efecto.

¿Cuáles son los beneficios de la reducción química in situ?

La ISCR puede destruir la mayor parte de los contaminantes in situ sin necesidad de extraer las aguas subterráneas para tratarlas ni de excavar el suelo para el transporte a un vertedero o establecimiento de tratamiento. Con esto se puede ahorrar tiempo y dinero. Además, no se necesita energía para hacer funcionar una barrera PRB porque se basa en el flujo natural de las aguas subterráneas. La ISCR ha sido seleccionada para su uso en docenas de sitios Superfund y otros proyectos de descontaminación en todo el país.



Inyección de un agente reductor en una perforación bajo tierra.

NOTA: Esta hoja informativa tiene el propósito único de brindar información general al público. No tiene el propósito, ni debe servir de fundamento para crear ningún derecho ejecutable por ninguna parte en litigio con los Estados Unidos, ni para endosar el uso de productos ni servicios brindados por vendedores específicos.

Ejemplo

La ISCR se utilizó para tratar las aguas subterráneas contaminadas con cromo hexavalente en el sitio Superfund Macalloy Corporation en South Carolina. Las fugas y los desechos de residuos en la antigua planta de aleaciones de hierro y cromo contaminaron las aguas subterráneas, las cuales fluyen a un arroyo cercano.

En diciembre de 2005, se construyeron cinco PRB (y luego otros cuatro) para contener y tratar las aguas subterráneas antes de que ingresaran al arroyo. El suelo extraído de las zanjas se mezcló con gravilla y una mezcla de hierro ferroso y ditionito de sodio. La mezcla se volvió a colocar en las zanjas para formar las PRB. Una reseña en 2015 demostró que las concentraciones de cromo hexavalente continúan disminuyendo en el sitio. Los objetivos de limpieza se están alcanzando en la mayoría de los pozos que se controlaron. Las aguas subterráneas seguirán siendo monitoreadas con una frecuencia anual hasta que se alcancen los objetivos de limpieza en todos los pozos.

Más información

- Sobre esta y otras tecnologías en la serie Guías Comunitarias, visite <https://clu-in.org/cguides/es> o <https://clu-in.org/remediation/>
- Sobre un sitio Superfund en su comunidad, seleccione el nombre del sitio en la lista o el mapa en <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-sites-where-you-live> para obtener la información de contacto.
- Ofrecemos servicios de traducción.