



ALLIANCE™

<https://www.globalseafood.org> Responsibility

# Inyección subterránea de aguas residuales de acuicultura

21 March 2022

By Claude E. Boyd, Ph.D.

## El Prof. Boyd analiza la inyección subterránea de aguas residuales y su aplicabilidad a la acuicultura



El Prof. Boyd analiza la inyección subterránea de aguas residuales y la aplicabilidad a las aguas residuales de la acuicultura, que tienen concentraciones comparativamente bajas de nutrientes y materia orgánica y no contienen toxinas ni patógenos que representen un

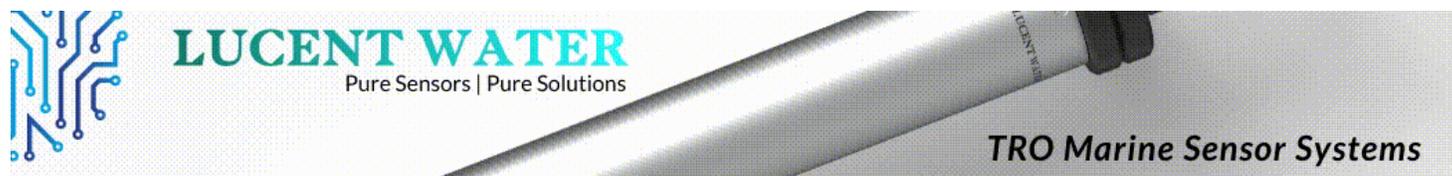
problema para la salud humana. Izquierda: aguas residuales; foto del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (dominio público). Derecha: construcción de un pozo de inyección. Foto de ENERGY.GOV, dominio público, vía Wikimedia Commons.

Las aguas residuales de los municipios, las instalaciones de procesamiento de alimentos, y de la fabricación y la producción acuícola generalmente se descargan en cuerpos de agua superficiales, generalmente después del tratamiento para disminuir las concentraciones y cargas de contaminación. Las aguas residuales también se pueden inyectar bajo tierra como medio final de eliminación en algunos lugares donde la geología subterránea permite hacerlo de manera segura. Se diseña y construye un pozo especial y las aguas residuales se inyectan a través de este pozo en una formación de grava, arena, arenisca o piedra caliza situada entre formaciones superior e inferior de material geológico impermeable.

La inyección subterránea de aguas residuales a menudo se confunde con el uso de líquidos en la fracturación hidráulica (popularmente llamada fracking) en la industria del gas y el petróleo. Sin embargo, en el fracking, el líquido se introduce a alta presión para crear pequeñas fracturas dentro de formaciones de esquisto muy comprimidas para mejorar la extracción de petróleo crudo y gas natural. En la inyección subterránea de aguas residuales, el agua está bajo mucha menos presión y se introduce en formaciones porosas o acuíferos de agua salada que no son útiles para el suministro de agua.

La inyección en pozos profundos se ha practicado durante casi un siglo para la eliminación de agua salada de campos de petróleo y gas, y de operaciones de extracción de sal. Más recientemente, se ha utilizado para la eliminación de aguas residuales industriales y municipales e incluso desechos radiactivos.

La inyección en pozos poco profundos también se puede utilizar para eliminar las aguas residuales. En algunos casos, un pozo puede no ser necesario. Se puede construir una cuenca para contener el agua y permitir que se infiltre hacia abajo en el acuífero poco profundo que se encuentra debajo. En áreas donde los acuíferos se han agotado a través de la extracción por pozos, se ha utilizado la inyección en pozos poco profundos de aguas residuales municipales tratadas como método de recarga de acuíferos.



(<https://lucentwater.com/>).

## Diseño y construcción

El pozo mismo debe estar adecuadamente diseñado y construido. Para la inyección en pozos profundos, se perfora un pozo desde la superficie del terreno hasta la formación para su eliminación. El pozo está equipado con una cubierta exterior (tubería) y una segunda cubierta de menor diámetro se extiende dentro de la cubierta exterior. El espacio anular entre las cubiertas exterior y media se rellena con lechada de cemento. El tubo de inyección (tubería) se extiende dentro de la carcasa intermedia. El

espacio anular entre el tubo de inyección y la carcasa intermedia se llena con un fluido no corrosivo y se presuriza a una presión mayor que la presión aplicada al agua residual que se inyecta para evitar fugas del tubo de inyección. El tubo de inyección se extiende más allá de la parte inferior y de las carcavas exterior e intermedia, y se instala un sello hermético donde el tubo de inyección se extiende más allá de las carcavas.

Los pozos de inyección superficial pueden tener un diseño similar al de los pozos de inyección profunda. La eliminación subterránea poco profunda de aguas residuales también se logra con estanques de escorrentía pluvial, pozos de drenaje agrícola, estanques de infiltración, campos de infiltración de sistemas sépticos y otros métodos relativamente simples para fomentar la infiltración descendente.

Muchos de los primeros intentos de inyección subterránea de aguas residuales a través de pozos de inyección de diseño rudimentario crearon casos graves de salinización. Obviamente, la contaminación del agua y los riesgos para la salud pueden resultar de la eliminación subterránea de aguas residuales realizada de manera inadecuada. Sin embargo, los métodos geológicos para evaluar la idoneidad de los sitios propuestos para la eliminación subterránea de aguas residuales y el diseño de pozos de inyección han mejorado mucho, y la tecnología no crea riesgos ambientales inaceptables cuando se aplica correctamente.



## Empresa emergente de México ofrece una solución DIY de alimentos acuícolas reciclando aguas residuales

MicroTERRA es una prometedora empresa emergente desarrollando sistemas que utilizan microalgas para convertir aguas residuales de estanques de peces en proteínas para alimentos de peces.



Global Seafood Alliance

El agua inyectada bajo tierra puede filtrarse en otros acuíferos que se utilizan para el suministro de agua, y puede filtrarse en arroyos donde sus fondos cortan por debajo de la elevación del nivel freático. En las áreas costeras, las formaciones pueden aflorar en el lecho marino y las aguas residuales pueden

ingresar al mar. Sin embargo, mediante la selección adecuada del sitio, la inyección subterránea puede limitarse a lugares donde es poco probable que existan conexiones hidráulicas entre las formaciones que reciben las aguas residuales y los acuíferos utilizados para el suministro de agua. Además, si bien el fracking puede causar pequeños terremotos, se han reportado pocos incidentes de inyección de aguas residuales subterráneas que causen temblores de tierra.

Algunos pueden preguntarse a dónde va el agua residual inyectada. Entra en los espacios de los poros en formaciones y comprime los gases en estos poros delante de él. La presión deforma las rocas dentro de las formaciones creando más espacio poroso, y puede ocurrir un levantamiento para hacer espacio para el agua inyectada. Cuando se inyecta en un acuífero, las aguas residuales aumentarán la profundidad saturada de un acuífero no confinado, aumentarán la presión en un acuífero confinado, y aumentarán la descarga del acuífero a través del flujo base hacia los arroyos o el mar.

La viabilidad de la inyección subterránea depende principalmente del entorno geológico debajo del sitio de eliminación. Una situación adecuada consiste en una zona de inyección permeable para recibir las aguas residuales, capas de rocas impermeables por encima y por debajo de la formación que recibe las aguas residuales inyectadas, y una secuencia de unidades rocosas entre la capa superior que confina los desechos y el acuífero de agua dulce por encima (cuando exista).

## Regulaciones

La United States Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) ha desarrollado reglas mediante las cuales se pueden otorgar permisos para proyectos de inyección de pozos profundos y poco profundos. Varios otros países hacen lo mismo, y la práctica se ha vuelto bastante común. El **Estándar de Criadero de Mejores Prácticas Acuícolas** (<https://www.bapcertification.org/Standards>) tiene una opción para la inyección en pozos poco profundos en acuíferos salinos. Además, BAP está considerando una opción para la inyección en pozos profundos de efluentes de sistemas acuícolas de recirculación de agua.

## Perspectivas

Las aguas residuales de la acuicultura tienen concentraciones comparativamente bajas de nutrientes y materia orgánica, y no contienen toxinas ni patógenos que representen un problema para la salud humana. Su eliminación conlleva un riesgo de contaminación mucho menor que la dispersión de aguas residuales municipales e industriales.

El mayor riesgo de la inyección subterránea en la acuicultura probablemente se relaciona con la alta salinidad de los efluentes de las instalaciones que cultivan agua salobre o especies marinas. Sería necesario prestar especial atención para asegurar que la inyección subterránea de agua salada de los criaderos o las instalaciones de producción no ingrese a los acuíferos útiles para el suministro de agua dulce.

Siga al *Advocate* en Twitter [@GSA\\_Advocate](https://twitter.com/GSA_Advocate) ([https://twitter.com/GSA\\_Advocate](https://twitter.com/GSA_Advocate)).

## Author

---



**CLAUDE E. BOYD, PH.D.**

Professor Emeritus  
School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University, Auburn, AL 36849  
boydce1@auburn.edu

Copyright © 2022 Global Seafood Alliance

All rights reserved.