Archival copy: for current recommendations see http://edis.ifas.ufl.edu or your local extension office.

UNIVERSITY OF FLORIDA
EXTENSION
Institute of Food and Agricultural Sciences

SL48S

Agua Subterránea: El Recurso Oculto [1]

A.G. Hornsby[2]

POR QUÉ PREOCUPARSE POR EL AGUA SUBTERRÁNEA

El agua subterránea es el agua que se encuentra entre las partículas del suelo y las rocas y entre las grietas del lecho rocoso. El agua subterránea puede ser encontrada debajo de la superficie de la tierra en la mayoría del sureste de los Estados Unidos. Debido a su disponibilidad y buena calidad, en general, el agua subterránea es usada ampliamente para uso doméstico y otros propósitos.

El agua subterránea es considerada frecuentemente una fuente inagotable , pero recientemente las circunstancias indican que el agua subterránea es muy vulnerable a la contaminación y a su desaparición. En el sureste, la contaminación es la mayor amenaza. Se han encontrado contaminantes que amenazan a la salud de las personas en la mayoría de las reservas de agua subterránea de la región. Podría ser muy costoso el remover algunos de estos contaminantes, por lo cual el agua resulta virtualmente inservible por varios an Debido a esta amenaza, es importante entender el proceso mediante el cual el agua subterránea se hace disponible para su uso y como las actividades humanas algunas veces ponen en peligro este recurso.

EL AGUA SUBTERRÁNEA DENTRO DEL CICLO DEL AGUA

El agua subterránea es una parte integral del ciclo del agua, como se ilustra en la figura 1. El ciclo empieza con la precipitación sobre la superficie. Los *escurrimientos* de la lluvia van directamente a los lagos y arroyos. Algo del agua que se filtra en la tierra es usada por las plantas para la *transpiración*. El agua restante, llamada *agua de recarga*, es llevada a través del suelo a la *zona saturada*, donde el agua llena todos los espacios entre los espacios entre las partículas del suelo y las rocas.

Lo más alto de la zona saturada es la capa o manto freático que, si la geología local no es complicada, es el nivel al cual el agua se mantiene en un pozo. El agua se mueve dentro de la zona saturada desde áreas donde la capa de agua es alta hacia áreas donde ésta es baja, por lo que el agua subterránea se transforma en lagos, arroyos u

1. Este documento SL48S, es el primero de una serie del Departamento de Ciencias de la Tierra y el Agua, Servicio Cooperativo de Extensión, Instituto de Ciencias Alimenticias y Agrícolas, Universidad de Florida. Fué desarrollado a partir de *Fuera de Vista, Fuera de la Mente: Agua Subterránea en el Noroeste*, Programa de Recursos Hidráulicos. Universidad de Cornell, Centro de Investigación Ambiental, Extensión Cooperativa. Primera Impresión: enero de 1986. Revisado en : agosto 2000. Puede visitar el Sitio en la Red del EDIS en HYPERLINK "http://edis.ifas.ufl.edu" **http://edis.ifas.ufl.edu.**

2. A. G. Hornsby, Profesor, Departamento de Ciencias de Suelos y Agua. Servicio Cooperativo de Extensión del Instituto de Ciencias Alimenticias y Agrícolas, Universidad de Florida, Gainesville, 32611-0290. Traducción al EspanJavier Rosales; Carlos Balerdi y Rubén Regalado, Miami-Dade Extension Service.

The Institute of Food and Agricultural Sciences is an equal opportunity/affirmative action employer authorized to provide research, educational information and other services only to individuals and institutions that function without regard to race, color, sex, age, handicap, or national origin. For information on obtaining other extension publications, contact your county Cooperative Extension Service office. Florida Cooperative Extension Service/Institute of Food and Agricultural Sciences/University of Florida/Christine Taylor Waddill, Dean.

Archival copy: for current recommendations see http://edis.ifas.ufl.edu or your local extension office.

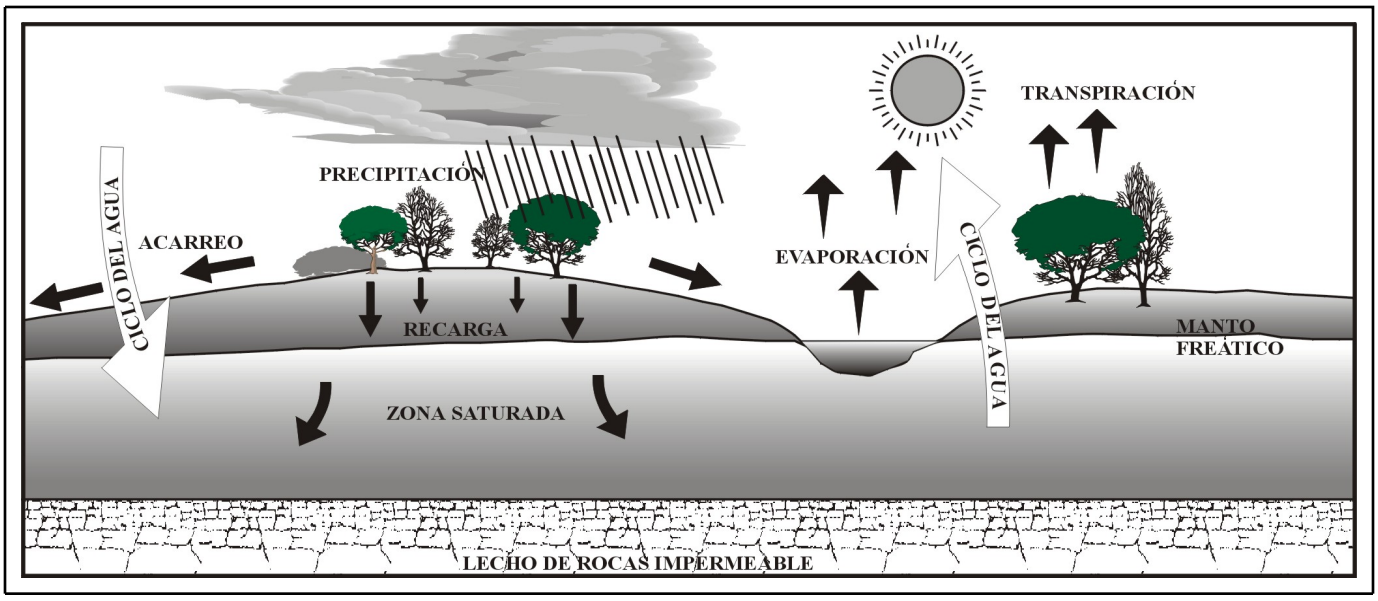

Figura 1. El ciclo del agua

océanos. Esta sale del subsuelo y forma el *agua superficial*, cuando esta agua se *evapora* a la atmósfera y se condensa, viene la *precipitación* completando el ciclo del agua.

DONDE SE ENCUENTRA EL AGUA SUBTERRÁNEA

El agua puede ser encontrada debajo de la tierra casi en cualquier sitio. Cerca del 97 por ciento del agua dulce del mundo es agua subterránea. La calidad y cantidad del agua subterránea disponible varía de sitio a sitio. Las reservas mayores de agua subterránea son llamadas acuíferos.

Los acuíferos ocurren en dos tipos de formaciones geológicas. Las *formaciones consolidadas* son aquellas compuestas de rocas sólidas, donde el agua subterránea se encuentra en las grietas que estas poseen. La cantidad de agua en una formación consolidada depende de la cantidad de grietas que existen y del tamande éstas. Por ejemplo, las formaciones calizas frecuentemente contienen cavernas con mucha agua en su interior.

Las *formaciones no consolidadas* están compuestas de arena, grava, piedras, tierra suelta o material de suelos. La cantidad de agua subterránea en una formación consolidada varía en dependencia de la compactación del material sólido y la finura de sus granos. Las formaciones de arena, grava, y piedras generalmente producen acuíferos de gran capacidad, sin embargo, los suelos formados por partículas muy finas suelen tener bajas cantidades de agua.

El agua subterránea puede salir espontáneamente formando manantiales o puede ser extraída a través de un pozo. Un manantial ocurre cuando la capa de agua alcanza la superficie de la tierra, tal como se ilustra en la figura 2.

AGUA SUBTERRANEA Y AGUA SUPERFICIAL

La mayoría de las personas está más familiarizada con el agua superficial que con el agua subterránea. Los depósitos de agua superficial como lagos, arroyos y mares pueden ser vistos en los alrededores, pero no así los depósitos de agua subterránea. Existen algunas diferencias entre el agua subterránea y el agua superficial que vale la pena sen El agua subterránea usualment se mueve mucho más lentamente que el agua superficial. El agua en un arroyo puede moverse a varios pies por minuto, mientras que el agua subterránea puede moverse sólo a varios pies por mes. Esto es debido a que el agua subterránea encuentra una fricción o resistencia mayor al moverse a través de los espacios pequende las rocas y del suelo. Existen excepciones a esta regla, un ejemplo son los ríos subterráneos

Archival copy: for current recommendations see http://edis.ifas.ufl.edu or your local extension office.

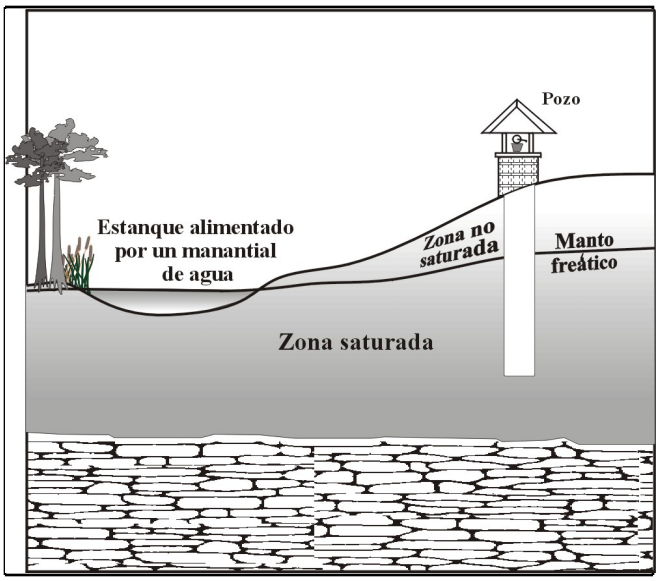

Figura 2. Relación de la tabla de aqua.

en cavernas de roca caliza donde el agua puede moverse relativamente más rápidamente.

Los intercambios de agua entre los depósitos de agua superficial y los acuíferos son importantes. Los ríos usualmente empiezan como pequenarroyos y aumentan el caudal a medida que fluyen hacia el mar. El agua que ellos ganan frecuentemente viene del agua subterránea. Esta corriente se denomina *corriente ganante*. Es posible que las corrientes viertan agua al subsuelo en algunos puntos. En estos casos, los acuíferos son rellenados o *recargados* por agua de *corrientes de pérdida*. Un arroyo que fluye cerca de la superficie de un acuífero perderá agua hacia el acuífero sí la superficie de agua del arroyo es más alta que la capa de agua del acuífero en la tierra adyacente. En las figuras 3a y 3b se ilustra la pérdida o ganancia de agua.

LA CONTAMINACIÓN Y EL SOBREUSO AMENAZAN EL AGUA SUBTERRÁNEA

El agua subterránea se *contamina* cuando algunas sustancias tóxicas se disuelven en el agua superficial y son acarreadas o lixiviadas a acuíferos con el *agua percolada*. Se deben considerar las propiedades y cantidades de las sustancias tóxicas y del suelo encima del acuífero para determinar si una sustancia en particular contaminará a un acuífero específico.

Algunas veces la contaminación del agua subterránea ocurre en forma natural, pero la contaminación aguda es usualmente el resultado de las actividades humanas en la superficie de la tierra. Un acuífero provée una gran cantidad de agua que frecuentemente atrae a una gran cantidad de personas en sus alrededores. El agua es usada en actividades tales como beber, higiene personal, mantenimiento residencial y con propósitos industriales o agrícolas. Muchas de estas actividades involucran el uso y desecho de productos químicos que son potencialmente contaminantes. Cuando estos productos químicos son usados o desechados en forma incorrecta y en cantidades inaceptables, pueden llegar al agua subterránea y contaminarla. Varios acuíferos valiosos en el sureste han sido contaminados por personass que viven o trabajan encima de ellos.

Debido a que el agua subterránea se mueve lentamente, pueden pasar varios anantes de que un contaminante, liberado en la superficie de la tierra encima del acuífero, sea detectado en el agua del acuífero a cierta distancia del sitio de contaminación. Desafortunadamente, esto significa que la contaminación ocurre antes de que sea detectada. Aun si se ha detenido la liberación del contaminante, pueden pasar varios anantes de que el acuífero se purifique en forma natural.

Aunque el agua puede ser tratada para remover los contaminantes, esto puede ser muy costoso. La mejor protección contra la contaminación es la prevención.

El agua subterránea se *agota* en un área cuando se consume más agua de la que ingresa al acuífero. Esto causa que el manto freático disminuya, por lo que el agua subterránea se hace más difícil y cara de extraer. Esto es un gran problema en la parte seca del oeste de los Estados Unidos. En el sureste, la precipitación continuamente rellena las reservas de agua subterránea por lo que el agotamiento ha sido un problema sólo en ciertos lugares o durante períodos de sequías. Puede suceder que se bombee una gran cantidad de agua de un acuífero pequen y esto cause que el pozo del vecino se seque (el manto freático queda por debajo del nivel del pozo). La rápida expansión de las áreas urbanas

Archival copy: for current recommendations see http://edis.ifas.ufl.edu or your local extension office.

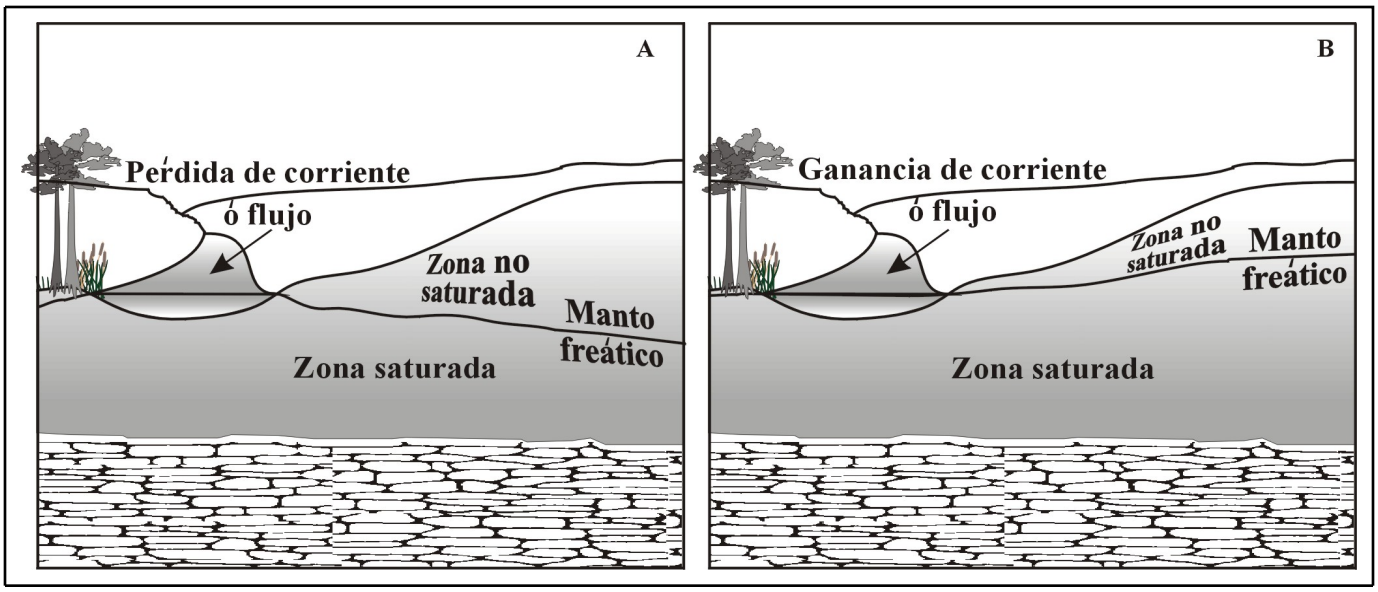

Figura 3. Perdida y ganancia de corriente.

resulta en el sobreuso de los suministros del agua subterránea y provoca su agotamiento y contaminación. En las áreas costeras, el sobrebombeo crónico puede causar la *intrusión de agua salada* como se muestra en la figura 4. La intrusión de agua salada ocurre en las zonas costeras donde la extracción excesiva de agua dulce permite que el agua salada del mar se introduzca dentro del acuífero.

CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Muchas actividades humanas en la superficie de la tierra causan cambios en la calidad del acuífero. La importancia del efecto de una actividad en particular está relacionada con la habilidad del suelo y del sistema hídrico subterráneo de degradar o diluir los contaminantes así como del grado en que los contaminantes interfieran con el uso del agua. La contaminación es más aguda en las reservas de agua potable que en el agua para otros usos.

Todos los contaminantes del agua subterránea entran al acuífero, esencialmente, a través del agua de recarga de la superficie, con excepción de aquellos casos en que el agua contaminda es inyectada directamente en el acuífero. Algunos ejemplos de contaminantes son:

- productos químicos orgánicos sintéticos, tales como pesticidas y productos del petróleo
- ciertos metales pesados como el mercurio, arsénico, cadmio, cromo y plomo
- nitratos
- bacterias y virus
- residuos del petróleo y productos de la combustión de los automóviles a lo largo de las calles y autopistas

Estos son considerados dansí se ingieren con el agua potable y pueden ser acarreados al agua superficial por el agua subterránea.

Cada actividad humana tiene un aspecto particular en el agua subterránea. Algunas actividades agrícolas annitratos y pesticidas al agua subterránea. Las áreas residenciales con tanques sépticos usualment adicionan nitratos, bacterias, virus y productos orgánicos sintéticos de limpieza usados en la limpieza casera y limpiadores de tanques sépticos. Las actividades industriales tienden a anproductos químicos orgánicos y metales en variadas cantidades. Las áreas de almacenamiento de gasolina (incluyendo las estaciones de servicio) pueden tener fugas y derramar los productos derivados del petróleo. Las carreteras contribuyen a la contaminación debido al petróleo que es derramado por los vehículos y a metales que salen del escape. El impacto mayor viene de los basureros antiguos cubiertos cuyas

Archival copy: for current recommendations see http://edis.ifas.ufl.edu or your local extension office.

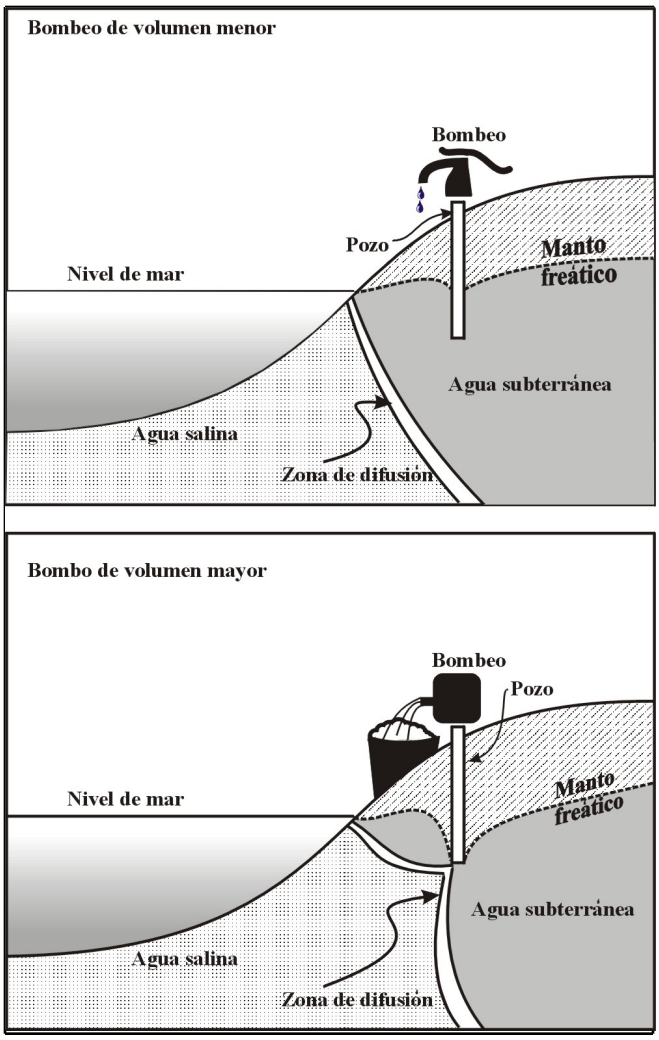

Figura 4. Intrusión del agua salada

filtraciones pueden contener diferentes sustancias químicas en una concentración relativamente alta (Figura 5).

PROTECCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La protección contra la contaminación de nuestra agua subterránea requerirá un manejo conciente y la cooperación por parte de los ciudadanos y de varias instancias gubernamentales. En varios casos, la planificación del uso del suelo es la mejor medida disponible para proteger los acuíferos que aún contienen agua de buena calidad. Si se planifica la localización de fuentes potenciales de contaminación y se les ubica lejos de las áreas críticas de recarga, el riesgo de contaminación se reducirá notablemente.

El uso cuidadoso y la eliminación apropiada de los productos químicos que causan contaminación son también necesarios. Las industrias, las granjas y los vecinos asentados encima de las reservas de aguas subterráneas necesitan practicar un buen manejo con respecto al uso y eliminación de productos químicos. Los reglamentos gubernamentales para el uso y eliminación de materiales tóxicos tienen que cumplirse. Un paso igualmente importante es hacer que las personas estén concientes del impacto potencial que ellos pudieran tener en el agua subterránea. En muchas partes del sureste de los Estados Unidos se tienen que realizar muchas acciones para proteger los recursos acuíferos subterráneos.

SI NECESITA MÁS INFORMACIÓN

- SL37 *Suelos como un Medio Poroso*... parte uno en la serie de Bases de la Relación entre el suelo y el Agua: explica los fundamentos de la estructura del suelo, tamande las partículas y de los poros, porosidad total y densidad del suelo.
- SL38 *Retención del Agua*... parte dos de la serie anterior, trata de los principios fundamentales del movimiento del agua en el suelo.
- SL39 *Movimiento del Agua*... parte tres de la serie anterior, trata de los principios fundamentales del movimiento del agua en el suelo.
- SL40 *Comportamiento de los pesticidas en el Suelo y el Agua*... discute las vías de pérdidas de los pesticidas, la relación entre su solubilidad y absorción, su degradación biológica y estima la pérdida del pesticida.
- FRE40 *Recursos Hídricos de Florida*... discute el ciclo hídrico, lluvia, corrientes de agua, principales acuíferos de Florida, intrusión de agua salada y manantiales.

Archival copy: for current recommendations see http://edis.ifas.ufl.edu or your local extension office.

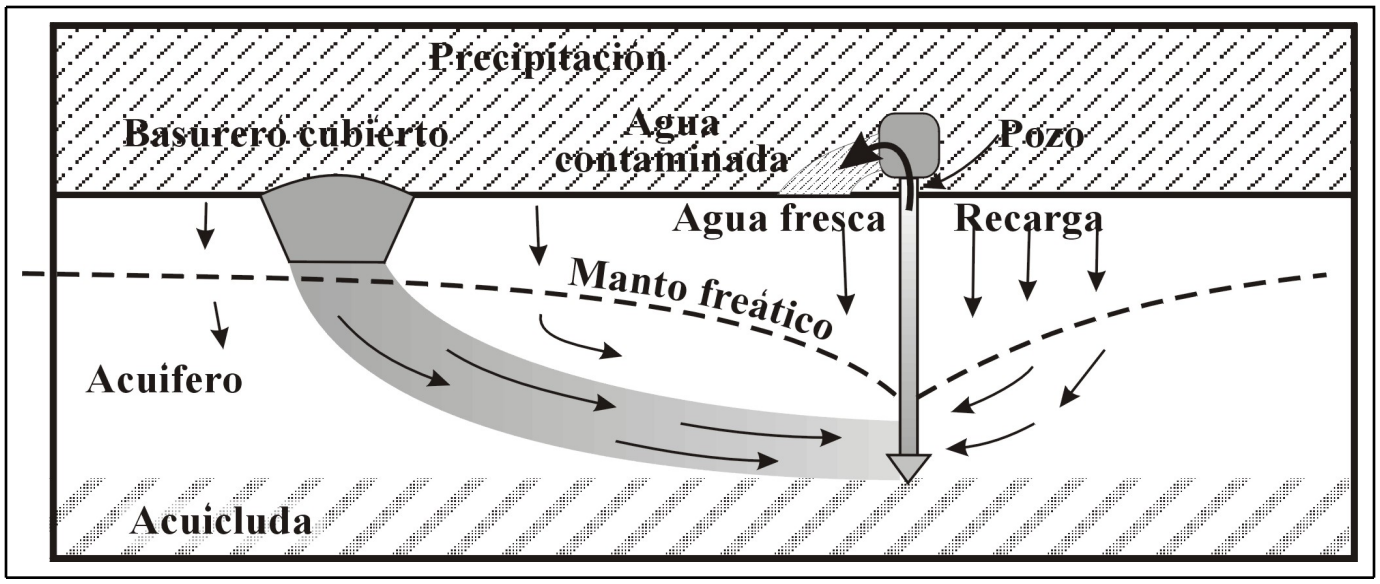

Figura 5. Contaminación del Agua Subterránea por Basurero Cubierto