

PROTECCIÓN DE ZONAS DE RECARGA HÍDRICA



1. Introducción

Al hablar de agua dulce, la gran mayoría de las personas piensa únicamente en el agua que ve o logra imaginar: los ríos, humedales, lagos o las represas. Sin embargo, es el agua subterránea la que supone un 96 % del agua dulce en el planeta Tierra, sin considerar el agua de los glaciares. En el mundo, el agua subterránea se utiliza principalmente para el riego y la agricultura, seguido por el uso doméstico y la industria. El agua subterránea proporciona agua potable para al menos del 50% de la población mundial y el 43% de la agricultura y está ligada a la salud de los ecosistemas acuáticos, los medios de vida y la seguridad alimentaria de la población de forma indiscutible.

El agua subterránea y los beneficios que supone para el bienestar humano son cruciales para alcanzar un desarrollo sostenible y atender retos globales como el cambio climático. Sin embargo, la importancia ambiental, social y económica no es aún comprendida por los tomadores de decisión y la mayoría de los usuarios del agua, debido a que las capacidades para su estudio y gestión son limitadas y costosas.

Los procesos de adaptación a través de la gestión integrada del recurso hídrico, que busquen proteger, conservar o restaurar los ecosistemas para asegurar los servicios ecosistémicos del agua, requieren considerar también la gestión sostenible del agua subterránea. El desarrollo sostenible de la agricultura y de las ciudades, así como la salud de los ecosistemas y la biodiversidad dependerán de la buena gestión que se haga del agua subterránea a través de la protección de las zonas de recarga hídrica, entre otras medidas de adaptación.

2. Marco teórico

2.1. Protección, conservación y gestión de las zonas de recarga hídrica

El ciclo hidrológico

Entender el ciclo hidrológico es indispensable para gestionar el agua subterránea y definir así opciones de adaptación integrales y con la escala apropiada. El agua subterránea es una parte fundamental del ciclo del agua. Con la energía del sol, hay un movimiento continuo del agua en el planeta. Este fenómeno ocurre en diferentes etapas (evaporación, condensación, precipitación, escorrentía, infiltración), en las que el agua pasa por diferentes estados (líquido, gas, sólido) a través de las interacciones que tiene con elementos biofísicos (mar, atmósfera, tierra, vegetación, humedales, acuíferos y de regreso al mar).

Los acuíferos

El agua que se infiltra a través del suelo, se acumula rellenando los poros del suelo y el subsuelo hasta encontrar una capa impermeable en la que se acumula formando un acuífero subterráneo. Un acuífero es una capa permeable en el subsuelo (de rocas y otros materiales desagregados) que almacena, pero también permite el flujo de agua. El agua acumulada en la porosidad de las rocas, fluye por fuerza de la gravedad a través de las rocas y las fracturas, y brota y aparece en la superficie en los manantiales, ríos, lagunas o bien en el mar. Para estos ecosistemas, el agua subterránea es vital y es una fuente confiable de ingreso de agua durante todo el año que ayuda a mantener el flujo de agua en los humedales en época seca y durante las sequías. El agua subterránea puede suponer un aporte de hasta el 90% del flujo de los ríos en la zona baja de las cuencas.

La recarga hídrica

La recarga hídrica es el proceso por el cual se incorpora agua a un acuífero. El agua que alimenta el acuífero proviene principalmente de la infiltración de la lluvia y las aguas superficiales, pero también puede provenir de otro acuífero. El área donde ocurre la recarga a un acuífero se llama zona de recarga y son terrenos donde la capacidad de infiltración es elevada.

Existen una serie de factores que inciden en el proceso la recarga hídrica a los acuíferos, los cuales son los siguientes:

- La escorrentía es el flujo de agua que circula por la superficie del suelo y que proviene principalmente de la lluvia, el deshielo o el riego. Una vez el suelo se satura de agua, y por lo tanto se supera su capacidad de almacenar agua, la lluvia provoca escorrentía. Este exceso de agua, en forma de escorrentía superficial fluye aguas abajo, alimentando arroyos, quebradas, ríos, lagos, embalses y océanos. Cuando la intensidad de la lluvia es fuerte y cae en un periodo corto de tiempo, como sucede con las tormentas tropicales, el suelo no tiene el tiempo suficiente de infiltrarlo y hay mayor escorrentía. Si hay mayor escorrentía, la recarga de agua a los mantos acuíferos será menor. En resumen, la escorrentía está relacionada con la capacidad de infiltración del suelo y la precipitación; pero, además, hay otros factores que la afectan de forma importante como la topografía, la cobertura vegetal, el manejo del suelo, y la humedad.
- La topografía se define como la representación del relieve del terreno. La topografía influye en la recarga hídrica pues dependiendo de la pendiente del terreno, varía la velocidad a la que discurre el agua y el tiempo que el agua está en contacto con la superficie del suelo. Las pendientes altas favorecen la escorrentía superficial y reducen la infiltración del agua; caso contrario se da con las pendientes muy bajas.
- La cobertura vegetal se refiere al tipo de vegetación existente en la superficie como, por ejemplo, bosques, manglares, pastizales y cultivos agrícolas. Cuando el suelo se encuentra cubierto, se disminuye la escorrentía superficial y se facilita el proceso de infiltración del agua. Las gotas de lluvia pueden parecer inofensivas, pero al impactar contra la superficie de forma directa (si no hay cobertura), su fuerza compacta el suelo y perjudica su capacidad de infiltración. La cobertura (por ejemplo, las copas de los árboles o los matorrales) reciben las gotas de lluvia y la retienen en sus hojas, copas y ramas liberándola más lentamente y dando tiempo al suelo para infiltrarla. Si un bosque o área forestal es reemplazado por pastizales y cultivos, se presenta un aumento de la escorrentía superficial, erosión del suelo y una reducción considerable en la evapotranspiración, lo que desfavorece el proceso de recarga.
- El suelo es la parte superficial de la corteza terrestre. Sus características como la textura, la densidad, el grado de saturación (contenido de humedad) y la capacidad de infiltración, pueden resultar en suelos impermeables y compactados que impiden o dificultan la infiltración, mientras que

los suelos permeables facilitan la recarga. Por ejemplo, los suelos arcillosos, dificultan la infiltración, mientras que los suelos arenosos, con tamaño de agregados o partículas gruesas o mediamente gruesas, poseen una elevada capacidad de infiltración.

- El manejo del suelo afecta la escorrentía, la evaporación directa de la superficie del suelo, la humedad del suelo disponible para las plantas dentro del alcance de sus raíces y la profundidad a la cual pueden penetrar las raíces. Un suelo bien manejado a través de prácticas de conservación del suelo, retiene mayor humedad y favorece la infiltración y por tanto la recarga hídrica de los acuíferos.
- Los estratos geológicos son las capas horizontales de sedimentos acumulados durante un espacio de tiempo continuo. La parte más superficial de los estratos suele ser el suelo, mientras que la capa más profunda se denomina la base, mientras más profundos sean los estratos son más antiguos. La disposición de los diferentes materiales geológicos en el suelo y subsuelo influye directamente en la recarga hídrica.
- El clima se refiere a la cantidad de lluvia y la temperatura típica de cada región específica. El clima influye directamente en el agua que se puede llegar a infiltrar en un acuífero, así como en los procesos de la evaporación del agua. Por ejemplo, durante el verano, o época seca, hay menor infiltración del agua, así como una mayor evaporación.
- La evapotranspiración se refiere a la cantidad de agua del suelo que vuelve a la atmósfera como consecuencia de dos procesos: la evaporación, que es cuando el agua se evapora desde el suelo húmedo y la transpiración que consiste en la absorción del agua infiltrada en el suelo por parte de las raíces de las plantas; quedando una parte retenida para el aprovechamiento de las especies vegetales, mientras que la mayor parte es transpirada por las plantas. Estos procesos afectan la recarga hídrica ya que disminuye la cantidad de agua proveniente de la precipitación que será infiltrada.

2.1.2. El agua subterránea y el cambio climático

Impactos

Debido al cambio climático se prevén una serie de impactos directos e indirectos sobre las zonas de recarga hídrica y los acuíferos, destacando entre los más importantes:

- La afectación del ciclo hidrológico, alterará los niveles de agua superficial y la recarga de agua subterránea a los acuíferos. Los procesos de recarga, descarga, almacenamiento e intrusión salina del mar pueden sufrir afectaciones.
- El incremento de la temperatura en zonas de recarga hídrica incrementará la tasa de evaporación y otros procesos biogeoquímicos.
- En relación a la calidad del agua subterránea, la reducción de la precipitación y periodos prolongados de sequía, reducirá el transporte y filtración de contaminantes desde la superficie hacia los acuíferos. Sin embargo, como consecuencia se incrementarían las concentraciones de contaminantes que lleguen al subsuelo y eventualmente a los acuíferos.
- El incremento en el nivel del mar, junto con una disminución del nivel de agua en los acuíferos, puede ocasionar intrusión del agua de mar y el deterioro de la calidad de las aguas subterráneas costeras.

2.1.3. Otras amenazas e impactos al agua subterránea

Estos impactos además pueden verse exacerbados por actividades humanas como el aumento de la extracción de agua subterránea durante periodos prolongados de sequía, el crecimiento de la población, la urbanización y el cambio en el uso de la tierra, junto con otros factores socioeconómicos, ambientales y tendencias políticas.

Actividades como la agricultura, la deforestación o la urbanización con esquemas no sostenibles, pueden afectar de forma negativa el agua subterránea, debido a la impermeabilización del suelo que provocan en las zonas de recarga hídrica.

Dicho lo anterior, se debe reconocer que los impactos del cambio climático a los procesos de recarga hídrica y las aguas subterráneas variarán dependiendo de las regiones, ya que las interacciones entre las modificaciones del ciclo hidrológico, los escenarios del cambio climático y las presiones humanas son complejas y no se pueden generalizar.

2.1.4. Servicios ecosistémicos de las zonas de recarga hídrica y los acuíferos

Las zonas de recarga hídrica y los acuíferos proveen una serie de servicios ecosistémicos hídricos fundamentales para el bienestar humano y de los propios ecosistemas, entre los cuales se encuentran:

- **Servicios de abastecimiento:** Los acuíferos proveen un suministro seguro y rentable del agua para el consumo humano, las actividades agropecuarias y los ecosistemas acuáticos.

- **Servicios de regulación:** Los acuíferos y zonas de recarga ayudan a la regulación del agua y del ciclo hidrológico. Las zonas de recarga en los bosques previenen la erosión y reducen los riesgos de inundaciones. Los acuíferos almacenan agua durante los periodos lluviosos y la liberan lentamente en los periodos secos o de estiaje. Así también facilitan la regulación de los micro-climas y mantienen los niveles de aguas subterráneas. Las zonas de recarga ayudan en la purificación del agua que pasa a través del suelo.

- **Servicios de apoyo:** En las zonas de recarga hídrica existen hábitats riparios, hábitats de bosques tropicales, bosques de coníferas, bosque nuboso, manglares, entre otros.

3. La práctica

3.1. Adaptación basada en ecosistemas: estrategias y medidas que favorecen la recarga hídrica

Las medidas de adaptación basadas en ecosistemas orientadas a asegurar los servicios de los ecosistemas hídricos pasan por la gestión integrada del agua, gestionando el uso del agua y la tierra de forma participativa, incorporando la protección, conservación y restauración de las zonas de recarga hídrica.

Las características y condición de los ecosistemas son los aspectos que definen tanto la cantidad como la calidad de servicios ecosistémicos que pueden proporcionar al ser humano. En este caso, las características (por ejemplo., cobertura, compactación usos) de las zonas de recarga hídrica, ya sean tierras agrícolas, pastizales, uso urbano o industrial, así como las fuentes de agua (y contaminación) que alimenten y filtren hacia las aguas subterráneas, determinarán si el sistema de agua subterránea y el acuífero puede suministrar agua de calidad y cantidad.

Las medidas de AbE (Adaptación basada en Ecosistemas) que busquen impactar de manera positiva la seguridad hídrica de las comunidades, deben trabajar a través de una unidad espacial-temporal que facilite el entendimiento del ciclo del agua. Esta unidad puede ser denominada Unidad Mínima Hidrológica (UMH), ya que el acuífero puede trascender el límite de la cuenca hidrográfica y corresponde a la cuenca hidrológica, por lo que idealmente es conveniente definir las áreas de recarga hídrica mediante métodos directos (mediciones in situ) o mediante métodos indirectos relacionados a los factores comentados.

Las UMH suelen dividirse en la parte alta, media y baja, según sus condiciones orográficas. Debido a la integralidad que comprende el funcionamiento del sistema hídrico superficial y subterráneo, cualquier alteración al ciclo hidrológico en alguna de las partes, afectará a la unidad como un todo.

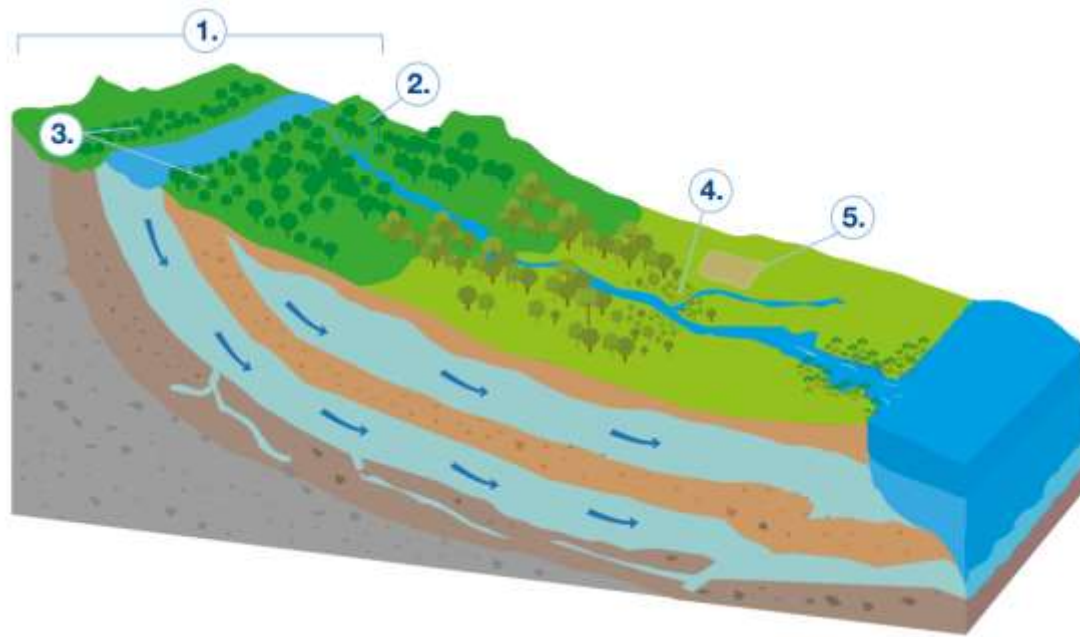
Por lo tanto, lo óptimo es que la medida de AbE involucre acciones en la parte alta, media y baja de la UMH, lo cual promueve una gestión integrada de los recursos hídricos y un manejo adaptativo del mismo.

A sabiendas de que el agua no es un recurso infinito, las actividades humanas deben dirigirse a realizar prácticas y un uso sostenible del agua y la tierra. Además, es clave considerar en la gestión integral del agua los escenarios de cambio climático con prácticas de manejo adaptativo que permitan planificar a futuro la sostenibilidad del agua.

3.2. Medidas y prácticas para la recarga hídrica:

Algunas prácticas concretas que pueden implementarse a nivel local son:

1. Delimitación y protección de la zona de recarga hídrica.
2. Protección de manantiales (nacientes de agua).
3. Restauración y reforestación de zonas de recarga.
4. Restauración y reforestación de riberas.
5. Conservación de suelos.



4. Beneficios y co-beneficios de la protección, conservación y restauración de zonas de recarga hídrica

Beneficios: El principal beneficio de esta medida de AbE es el mejoramiento de la seguridad hídrica de las comunidades rurales, lo cual involucra:

1. Aumento de la capacidad de las comunidades rurales para salvaguardar el acceso sostenible al agua, en cantidad y calidad, adecuada para los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socio-económico.
2. Reducción del riesgo a desastres relacionados con el agua, ya sea por su exceso o déficit.
3. Protección contra la contaminación y los vectores nocivos transmitidos por el agua.
4. Reducción de la vulnerabilidad en las comunidades beneficiarias ante eventos de variabilidad climática.
5. Fortalecimiento de las estructuras de gobernanza adaptativa.

Co-Beneficios

1. Seguridad alimentaria
2. Protección de la biodiversidad
3. Almacenamiento y retención de agua dulce
4. Incremento en la capacidad de infiltración del suelo
5. Restauración de la conectividad de los ecosistemas

5. Acciones ejecutadas durante el año 2021 en el territorio ancestral Xinka para la protección de zonas de recarga hídrica

1. Implementación de viveros forestales

Se lograron implementar cuatro viveros forestales para la reproducción de plantas nativas de la región con el objetivo de poder planificar jornadas de reforestación en las zonas de recarga hídrica de las cuencas Los Esclavos y Ostúa. Se tiene la capacidad de producir 130,000 plantas forestales que en promedio cubre un área de 120 hectáreas de reforestación. El comité Guardianes de la Naturaleza de Casillas Santa Rosa, la Comisión Defensora de los Bines Naturales de San Carlos Alzatate, la Comisión Guardianes de la Madre Tierra de Quesada Jutiapa, el Comité de agua de Quesada Jutiapa, y dos oficinas municipales forestales figuran dentro las autoridades locales que promueven la reproducción de especies nativas en los viveros forestales.



2. Plan de protección de zonas de recarga hídrica

Se cuenta con un plan para poder llevar a cabo la protección de las zonas de recarga hídrica de las cuencas Los Esclavos y Ostúa. El punto de partida es el documento de mapeo de fuentes de agua elaborado en el año 2020, donde se tienen ubicados cada uno de los manantiales y el estado en que se encuentran. Se cuenta con tres cartas de compromiso de las comisiones defensoras de los bienes naturales y oficinas municipales forestales para darle seguimiento al plan de protección de bienes naturales.

3. Protección de nacimientos

En base al documento sobre mapeo de fuentes de agua elaborado en el año 2020, se están priorizando la recuperación de los manantiales. Se han llevado prácticas de cercado del perímetro del manantial, eliminación de desechos sólidos y la reforestación con especies forestales que contribuyen en el mejoramiento de la disponibilidad y calidad del agua. Para el año 2022 se tiene contemplado la recuperación de 50 manantiales los cuales serán cercados en su perímetro y reforestados con especies indicadoras del mejoramiento del agua.

4. Jornadas de reforestación en zonas de recarga hídrica

En coordinación con autoridades ancestrales, comisiones defensoras de los bienes naturales y sociedad civil se lograron reforestar 120 hectáreas de zonas de recarga hídrica dentro de las cuencas Los Esclavos y Ostúa. Para el año 2022 como parte del seguimiento se tiene programadas jornadas de reforestación de 60 hectáreas y la recuperación de al menos 50 manantiales los cuales serán cercados, reforestados y rotulados con vallas informativas del trabajo que se está promoviendo en el territorio para la protección del suelo, agua y bosque.

5. Promoción de prácticas de conservación de suelos y agua

Se han fortalecido los conocimientos de 400 familias del territorio ancestral Xinka sobre las prácticas agroecológicas que permiten evitar la contaminación ambiental en las cuencas hidrográficas. Dentro de las acciones prácticas se pueden mencionar: implementación de estructuras de conservación de suelo y agua, implementación de bancos de semilla, elaboración de insumos orgánicos, manejo adecuado de los desechos sólidos. Una de las actividades de mayor trascendencia fue la implementación de 03 biofábricas en el territorio Xinka (1 en San Carlos Alzatate y 2 en aldea La

Paz Jalapa), logrado transferir tecnologías innovadoras, mejorando la productividad agrícola, reduciendo el impacto ambiental y propiciando la adaptación al cambio climático con la elaboración de productos agroecológicos para la nutrición y protección de cultivos. A nivel comunitario los y las 40 promotoras han disminuido los costos de producción mejorando la economía familiar, comercialización de excedentes y transferencia de conocimientos y experiencias con otras familias de las comunidades incidiendo en la soberanía alimentaria y derecho humano a la alimentación a través de la producción de alimentos nutritivos y saludables.



6. Bibliografía:

1. Smith, M., Cross, K., Paden, M. and Laban, P. (2016). Spring-Managing groundwater sustainably. Gland, Switzerland: IUCN.
2. WWAP (United Nations World Water Assessment Programme) (2015). The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. Paris: UNESCO.
3. CATIE (2009). Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
4. Orozco, E; Padilla, T y Salguero, M. (2003). Manual técnico: Metodología para la determinación de áreas de recarga hídrica natural (ARHN). LUGAR Y EDITORIAL
5. INAB (Instituto Nacional de Bosques). (2003). Metodología para la determinación de áreas críticas de recarga hídrica natural. Guatemala: INAB.
6. Jones, J. (1997). H Shaxson F. y Richard B. Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal. El significado de la porosidad del suelo. [documento en línea], (2005). <http://www.fao.org/docrep/008/y4690s/y4690s06.htm> Consultado el 20 de noviembre del 2018.
7. Holger T., Martin-Bordes, J.L. and Gurdak J. (eds). Climate change effects on groundwater resources: a global synthesis of findings and recommendations: — 1st ed. [libro en línea], (2012). Taylor & Francis Group, London, UK <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002155/215556e.pdf> - Consultado el 20 de noviembre del 2021.
8. Siebert, S. et al. (2010). 'Agua subterránea para riego - un inventario global'. Hydrology and Earth System Sciences. 14: 1863-1880.