



*Tecnologías Para Desviar el Agua de Lluvia a los Embalses Para Frenar los Efectos Del Cambio Climático*

*Technologies to Divert Rainwater to Reservoirs to Curb the Effects of Climate Change*

*Tecnologias para desviar a água da chuva para reservatórios para conter os efeitos das mudanças climáticas*

Ángel F. Moreira Romero <sup>1</sup>  
[angelmoreira20@hotmail.com](mailto:angelmoreira20@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-2416-0127>

**Correspondencia:** [angelmoreira20@hotmail.com](mailto:angelmoreira20@hotmail.com)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de agosto de 2022 \* **Aceptado:** 12 de Septiembre de 2021 \* **Publicado:** 28 de octubre de 2021

- I. Magíster en Sistemas de Transporte de Petróleo y Derivados Msc., Magíster en Proceso Industriales, Ingeniero Industrial, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

## Resumen

El objetivo de este ensayo fue describir las tecnologías para desviar el agua de lluvia en los embalses para frenar el cambio climático, para lo cual se llevó a cabo un proceso de revisión bibliográfica de fuentes como artículos científicos, publicaciones de organismos internacionales como la ONU, la OMS, entre otras, así como los aportes de trabajos de investigación que tributen a esta área de conocimiento inherentes a la temática, en función de presentar los avances en esta materia que se considera indispensable para la preservación de la vida en el planeta. De este modo, diversas tecnologías que además de ser eficientes, operan sin impactar las condiciones del entorno y los ecosistemas debido a que toman en consideración aspectos físicos, hidráulicos y ambientales, se están empleando para la conducción del agua de lluvia a los embalses para su correcta gestión, dentro de estas se encuentran el aprovechamiento del Big Data; las tecnologías de drenaje sostenible (SUDS); las tecnologías de inyección de agua en los acuíferos; los sistemas de tratamiento y filtración, entre otros, que sirven de apoyo frente a las posibles consecuencias de la alteración de los patrones climáticos que han impactado de manera sustancial los sistemas de aguas, vitales para la preservación de este valioso recurso natural.

**Palabras clave:** cambio climático; embalses; gestión del agua; tecnologías.

## Abstract

The objective of this essay was to describe the technologies to divert rainwater in reservoirs to curb climate change, for which a bibliographic review process of sources such as scientific articles, publications of international organizations such as the UN, was carried out. the WHO, among others, as well as the contributions of research works that contribute to this area of knowledge inherent to the subject, in order to present the advances in this matter that is considered essential for the preservation of life on the planet. In this way, various technologies that, in addition to being efficient, operate without impacting the surrounding conditions and ecosystems because they take physical, hydraulic, and environmental aspects into consideration, are being used to channel rainwater to reservoirs for disposal. correct management, within these are the use of Big Data; sustainable drainage technologies (SUDS); water injection technologies in aquifers; the treatment and filtration systems, among others, that serve as support against the possible consequences of the alteration of climatic patterns that have substantially impacted the water systems, vital for the preservation of this valuable natural resource.

**Keywords:** climate change; reservoirs; water management; technologies.

## **Resumo**

O objetivo deste ensaio foi descrever as tecnologias de desvio de águas pluviais em reservatórios para conter as mudanças climáticas, para o qual foi realizado um processo de revisão bibliográfica de fontes como artigos científicos, publicações de organismos internacionais como a ONU, a OMS, entre outros, bem como as contribuições de trabalhos de pesquisa que contribuam com essa área do conhecimento inerente ao assunto, a fim de apresentar os avanços nessa matéria que é considerada essencial para a preservação da vida no planeta. Dessa forma, diversas tecnologias que, além de eficientes, operam sem impactar as condições e ecossistemas do entorno, pois levam em consideração aspectos físicos, hidráulicos e ambientais, estão sendo utilizadas para canalizar a água da chuva para os reservatórios para descarte. estes são o uso de Big Data; tecnologias sustentáveis de drenagem (SUDS); tecnologias de injeção de água em aquíferos; os sistemas de tratamento e filtragem, entre outros, que servem de suporte contra as possíveis consequências da alteração dos padrões climáticos que impactaram substancialmente os sistemas hídricos, vitais para a preservação desse valioso recurso natural.

**Palavras-chave:** mudanças climáticas; reservatórios; gestão da água; tecnologias.

## **Introducción**

En todo el mundo, la actividad humana como la urbanización, el crecimiento demográfico y la contaminación están agotando los recursos hídricos disponibles, cuyas consecuencias se ven agravadas por el cambio climático y las variaciones en las condiciones naturales. Si bien, no podemos obviar que en la última década la sociedad se ha ido concienciando de la necesidad de mejorar la gestión y la protección del agua.

Desde las ideas anteriores se tiene que la lluvia, al ser un mecanismo natural de limpieza, se puede emplear en una multitud de aplicaciones diarias que no requieren una calidad de potable y para las cuales las precipitaciones es una alternativa eficaz y adecuada, pudiendo reducir más del 40% del consumo de agua potable en un hogar. La importancia de captarla, almacenarla, utilizarla y en algunos casos desviarla hacia los embalses, para estos fines es de gran relevancia para la mayoría

de las poblaciones, sobre todo aquellas que no tienen acceso a ese vital líquido o se encuentra en escasez (ONU, 2017).

En este sentido, las precipitaciones (lluvia, nieve, rocío, etc.) son imprescindibles para renovar los recursos hídricos, así como determinantes para las condiciones climáticas y la biodiversidad locales. En función de las condiciones locales, las precipitaciones pueden alimentar ríos, lagos o humedales, recargar los suministros de aguas terrestres y subterráneas o volver a la atmósfera por evaporación. (OECD, 2018).

Ahora bien, los aspectos demográficos y la mano de obra con sus consecuencias han venido ocasionando alteraciones en el medio ambiente y con ellos el acceso fuentes de aguas naturales, por lo que los asuntos relacionados con la gestión de los recursos hídricos se han vuelto tan apremiantes que el Foro Económico Mundial ha destacado el tema del agua como uno de sus máximos desafíos.

La gestión de los recursos hídricos debería centrarse más en aumentar los recursos naturales existentes y en reducir la demanda y las pérdidas de agua. La respuesta tradicional a la demanda creciente de agua consistía en almacenar el agua superficial en embalses, desviar los caudales a las regiones áridas y extraer aguas subterráneas. En el momento actual, estos métodos se combinan cada vez más con otros, como las tecnológicas sostenibles para la preservación y conservación de este vital líquido. Actualmente, hay ciertos criterios económicos, sociales y ambientales que hacen de las tecnologías amigables con el medio ambiente una buena alternativa para las prácticas adecuadas sobre la valoración, obtención y cuidado de los recursos hídricos.

En la actualidad esta gestión del agua es de capital importancia puesto que, se estima que el cambio climático tendrá un impacto adverso sobre los recursos hídricos y el suministro de los mismos, y, por otro lado, otros agentes estresantes, como el crecimiento demográfico y el incremento de la demanda per cápita, exacerbarán estos impactos adversos (UNEP, 2010), lo que generará impactos negativos sustanciales inevitables en este sector. La magnitud y ubicación de los impactos del cambio climático en el segmento de los recursos hídricos son inciertas, por lo que las estrategias de adaptación “sin arrepentimientos” resultan especialmente atractivas.

Este tipo de estrategias son las que “generarían beneficios económicos sociales y/o económicos netos, independientemente de si se produce o no el cambio climático” (IPCC , 2007) . La Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Ministerio Británico para el Desarrollo Internacional (DIFD, Department for International Development) arguyen que la adaptación al cambio climático

puede considerarse como una oportunidad para concentrarse en las áreas de salud, desarrollo y sostenibilidad de los recursos hídricos, así como para ganar terreno en ellas (WHO and DFID, 2010)

Las primeras estrategias dirigidas a tratar el cambio climático se enfocaron casi exclusivamente en la mitigación, es decir, la reducción de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. En los últimos años se ha dedicado más recursos a la adaptación de los sistemas humanos y naturales a los impactos anticipados del cambio climático, tal es el caso de la disposición de guas para el mundo, sobre todo en los países que atraviesan crisis por este recurso natural imprescindible para la vida.

El Resumen para Formuladores de Políticas del IPCC (Summary for Policy Makers) proporciona formas para las estrategias de adaptación en el sector de los recursos hídricos, como por ejemplo, cosecha ampliada de aguas de lluvia, técnicas de almacenamiento y conservación de agua, reutilización del agua, desalinización, uso eficiente de agua y eficiencia en el riego (Gleick, 2006). Partiendo de lo señalado en párrafos anteriores se tiene como objetivo describir las tecnologías para desviar el agua de lluvia en los embalses para frenar el cambio climático, para lo cual se llevó a cabo un proceso de revisión bibliográfica de fuentes como artículos científicos, publicaciones de organismos internacionales como la ONU, la OMS, inherentes a la temática, en función de presentar los avances en esta materia que se considera indispensable para la preservación de la vida humana en el planeta.

## **Desarrollo**

Hoy en día, existen diferentes tecnologías que pueden emplearse para desviar el agua de lluvia a los embalses para frenar los efectos del cambio climático. Este fenómeno ya está afectando los servicios públicos de agua, evidenciado en una mezcla de tormentas más frecuentes y extremas, sequías y elevación del nivel del mar que está comenzando a agobiar la infraestructura del agua de algunas ciudades (Kessler, 2012). La planificación de las represas o embalses por los organismos competentes del Estado, tiene como objetivos fundamentales, en primer lugar servir como reservorio para almacenar el agua necesaria para las épocas que en determinadas poblaciones carecen del vital líquido potable y, de este modo garantizar el acceso al mismo y, en segundo controlar las inundaciones que pudieran ocurrir trayendo consecuencias indeseables a los pobladores.

Los embalses constituyen obras hidráulicas que permiten la regulación de los aportes provenientes de los ríos para obtener un aprovechamiento uniforme de sus aguas a lo largo de su vida operativa (Riera & Vasconcelos, 2015). Un embalse se forma como resultado de la construcción de una represa que cierra el cauce de un río y almacena un cierto volumen de agua para satisfacer las demandas de este recurso (Sandoval, 2018). En el mismo orden (Martinez Guzman, 2013) señala que los embalses son grandes depósitos formados artificialmente que se construyen cerrando la boca de un pequeño valle, micro cuenca, hondonada o vertiente, mediante una presa, o la construcción de un dique para detener el escurrimiento del agua, aprovechar el agua lluvia.

En el Ecuador, el embalse más grande por volumen y área es el Daule-Peripa, localizado en la cuenca baja del Río Guayas a una distancia aproximada de 160 km al norte de la ciudad de Guayaquil (Sandoval, 2018), el misma tiene como objetivos regulación de caudales, almacenamiento de agua para consumo humano, riego, generación eléctrica, control de inundaciones, trasvase de aguas (redistribución) a otros embalses, protección del suelo contra la erosión, manejo de recursos forestales y conservación del medio ambiente (Sandoval, 2018).

De conformidad con lo anterior, los embalses son de gran utilidad e importancia para las sociedades, ya que brindan múltiples funciones, entre ellas: producción de energía, control de inundaciones, y almacenamiento de grandes volúmenes de agua para su posterior abastecimiento (Riera & Vasconcelos, 2015). Igualmente, el agua almacenada en los embalses se utiliza en el consumo humano cuando se le da el tratamiento adecuado tal como cloración, hervido o filtrado, también un sistema de microriego en los períodos críticos de sequías, en áreas pequeñas de cultivos, para orientarla hacia pilas para consumo animal (Martinez Guzman, 2013).

Cabe mencionar que estos reservorios artificiales modifican las condiciones naturales del entorno y de todos los ecosistemas presentes (Riera & Vasconcelos, 2015), asimismo se alimentan de escurrimientos superficiales generadas por las precipitaciones en los entornos urbanos, que por lo general tiene una alta carga de contaminantes producto de las actividades antrópicas, por lo cual, es de gran relevancia procurar su protección para la conservación de su vida útil en el tiempo.

Existen diversas tecnologías que además de ser eficientes, operan sin impactar las condiciones del entorno y los ecosistemas debido a que toman en consideración aspectos físicos, hidráulicos y ambientales, las cuales se pueden emplear para la conducción del agua de lluvia a los embalses para su correcta gestión, aunado al hecho de que la captación de agua de lluvia se propone como una solución viable para tener acceso y aprovechar este importante elemento natural, a la vez que

se contribuye a su preservación, pues es sabido que uno de los efectos más graves del cambio climático es la escasez de este recurso vital para los seres humanos.

La idea de la implementación de prácticas y tecnologías para mejorar el uso de las aguas lluvia para asegurar la disponibilidad de este recurso durante el periodo de producción; se convierten en acciones fundamentales para la adaptación al cambio climático. Es así que, la respuesta tradicional a la demanda creciente de agua consistía en almacenar el agua superficial en embalses, desviar los caudales a las regiones áridas y extraer aguas subterráneas (Mateos & Rodríguez, 2014). En el momento actual, estos métodos se combinan cada vez más con otros, como las soluciones basadas en la naturaleza como parte de las medidas de prevención y mitigación de los daños provocados por las inundaciones, en el marco de las estrategias de adaptación al cambio climático.

La importancia de las tecnológicas sostenibles para el manejo del agua pluvial radica en que se constituyen como opciones ambientales alternativas en los procesos de manejo de cuencas, gestión sostenible de los recursos hídricos y adaptación al cambio climático (Martinez Guzman, 2013). La implementación de tecnologías innovadoras que formen parte de la planificación y ordenación de los recursos hídricos, propone actividades como la ampliación de sistemas de captación de agua de lluvia, programas urbanos de drenaje, de evacuación de aguas pluviales y la adaptación de las actividades humanas a los límites de la naturaleza (Vanegas Espinosa, 2017).

Algunas de las prácticas y tecnologías más relevantes y validadas para la recolección y uso eficiente del agua en estimaciones (Suárez, 2018), es el aprovechamiento del Big Data en la gestión de este recurso hídrico que ha ganado relevancia, ya que están llamados a favorecer la planificación, ejecución y operación de las inversiones en el sector. Por mencionar un caso, el Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) desarrollado en España, es un sistema que ofrece modelos de lluvia-escorrentamiento y datos en tiempo real que anticipan las sequías y también precipitaciones e inundaciones (Suárez, 2018).

Las tecnologías de drenaje sostenible (SUDS) promueven una cadena de gestión del agua pluvial que intercepta, detiene, ralentiza, almacena y trata el agua pluvial que pueden permitir la descarga de forma controlada a los medios receptores para su uso en distintas actividades, según (Bautista & Clerico, 2018) su función es evitar, reducir o retrasar el vertido de agua de lluvia a la red de colectores o los cursos de agua receptores, tratando de imitar el comportamiento de la cuenca en su estado natural, reproduciendo en lo posible tanto los caudales y volúmenes naturales como la calidad de sus aguas. El sistema concebido inicialmente para resolver problemas en tiempo

húmedo, es además útil para gestionar otros tipos de escorrentía superficial en tiempo seco, como la producida por sobrantes de riego, baldeo de calles, vaciado de fuentes y estanques ornamentales, etc. (Perales & Doménech, 2008).

Los SUDS son sistemas que se enfocan al manejo pluvial, buscando su infiltración y el manejo eficiente del agua, es decir, desarrollando sistemas que controlen el agua cerca de donde se precipita (Wade, Jefferies, & et al, 2015). Los SUDS proponen 12 tecnologías para favorecer una gestión hídrica sustentable: captación de agua de lluvia, techos verdes, sistemas de tratamiento, líneas superficiales de drenaje con filtros de agregados permeables o con vegetación, canales superficiales con vegetación, sistemas de bioretención, tanques de almacenamiento para atenuación de escurrimientos, vasos reguladores superficiales, pavimentos permeables, estanques e infiltración. En específico los sistemas de infiltración contribuyen a la disminución del volumen de escurrimiento superficial y al mismo tiempo aporta para los procesos de recarga de agua subterránea (Woods Ballard et al, 2015)

Las tecnologías de inyección de agua en los acuíferos como los pozos de inyección profunda han demostrado ser una opción capaz de recuperar acuíferos y desalojar aguas superficiales bajo ciertas condiciones geológicas, para recargar los acuíferos actualmente sobreexplotados (Vanegas Espinosa, 2017). La construcción de los pozos de inyección profunda se determinaron mediante sistema de información geográfica: se identificaron microcuencas, pendientes, escurrimientos, relaciones con puntos de inundaciones recurrentes y zonas con profundidad del estrato rocoso mayor a 60 metros (Vanegas Espinosa, 2017).

Los sistemas de recarga artificial en profundidad no es una técnica nueva, pero es una tecnología viable económicamente y es un elemento funcional que permite la infiltración y abonar a la reducción de la sobreexplotación del acuífero, aprovechando una fuente de agua muy importante como lo son las pluviales (Vanegas Espinosa, 2017).

Los sistemas de tratamiento y filtración, constituyen otra opción viable para el aprovechamiento del recurso hídrico pluvial de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (Conagua, 2010), el mismo consiste en que antes de conducir el agua a la infraestructura de almacenamiento se recomienda colocar un dispositivo que retire y filtre los contaminantes que puede arrastrar el agua a su paso por las superficies, como pueden ser sedimentos, metales, grasas y basuras.

## Conclusiones

El cambio climático está afectando los servicios públicos de agua, por tanto, el manejo eficiente del agua de lluvia es una tendencia que va en aumento en los procesos de planeación en aquellas localidades con una preocupación obvia por la conservación y protección de este invaluable recurso natural y, en este cometido la tecnología al servicio de la preservación los acuíferos son herramientas sumamente importantes.

En general, en la literatura se asume que la correcta gestión hídrica para el suministro del agua potable, establece algunos de los siguientes métodos; captación de agua de la cuenca productora en los embalses, la potabilización en sistemas de tratamiento, la conducción, y por último la distribución a la población. De este modo, los sistemas basadas en la naturaleza como parte de las soluciones sostenibles conducentes a minimizar los impactos de las cambiantes condiciones ambientales en los cuerpos de agua, se están usando cada vez más en diversos países del orbe.

Actualmente, existen diversas tecnologías que además de ser eficientes, operan sin impactar las condiciones del entorno y los ecosistemas debido a que toman en consideración aspectos físicos, hidráulicos y ambientales, las cuales se pueden emplear para la conducción del agua de lluvia a los embalses para su correcta gestión, tales como, el aprovechamiento del Big Data; las tecnologías de drenaje sostenible (SUDS); las tecnologías de inyección de agua en los acuíferos; los sistemas de tratamiento y filtración, entre otros. Estas tecnologías sirven de apoyo frente a las posibles consecuencias de la alteración de los patrones climáticos que han impactado de manera sustancial los sistemas de aguas, vitales para la preservación de la vida en el planeta.

## **Referencias**

1. Bautista, L., & Clerico, G. (2018). Estado del Conocimiento del Drenaje Urbano Sustentable: Necesidad, Perspectiva y Evaluación Nacional. *Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), Caracas, Venezuela. Trabajo de Titulación*, pp.120.
2. Conagua. (2010). Estadística del agua. *Comisión Nacional del Agua (Conagua). México* .

3. Gleick, P. (2006). The World's Water 2006–2007: The Biennial Report on Freshwater Resources. *The World's Water*.
4. IPCC . (2007). Annex I: Glossary. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
5. Kessler, R. (2012). Estrategias para el manejo de las aguas pluviales. *Publicado originalmente en Environmental Health Perspectives, volumen 119, número 12, diciembre 2011, páginas A514-A519./Salud pública Méx vol.54 no.2 , Cuernavaca. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342012000200015](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342012000200015)*

© 2022 por el autor. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).