

Restauración del Lago Las Curias para su función como embalse de retención y apoyo al abastecimiento de agua potable

Andrea S. Colón Bengochea
 Dr. Christian Villalta Calderón
 Maestría en Gerencia Ambiental
 Graduate Project EXPO, Mayo, 2026

Resumen

Este estudio analiza la calidad del agua del Lago Las Curias y sus principales causas de contaminación. Los resultados indican eutrofización por exceso de fósforo, bajos niveles de oxígeno, urbanización, suelos arcillosos y sistemas sépticos deficientes, lo que aumenta la escorrentía de contaminantes. Se utilizaron análisis SIG y datos de calidad del agua para evaluar el uso del suelo, la hidrología y las fuentes de contaminación, encontrando predominio de áreas urbanizadas y altos niveles de nutrientes. Se proponen como soluciones mejorar sistemas sépticos, implementar infraestructura verde, aplicar aireación y realizar dragado de sedimentos para mejorar la calidad del agua.

Introducción

Esta investigación analiza la degradación de la calidad del agua del Lago Las Curias y evalúa estrategias para su restauración como posible fuente de agua potable. El lago, ubicado en la cuenca del Río Piedras en San Juan, Puerto Rico, tiene valor histórico como antiguo embalse de abastecimiento y uso recreativo. El deterioro del lago se relaciona con procesos de eutrofización causados por el exceso de nutrientes, urbanización, cambios en el uso del suelo y manejo inadecuado de aguas residuales, lo que favorece la escorrentía y acumulación de contaminantes. El estudio busca identificar los factores que limitan su uso como fuente de agua potable y evaluar alternativas de manejo y restauración para mejorar su calidad y funcionalidad.

Trasfondo

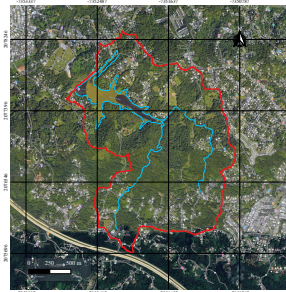
El Lago Las Curias es un embalse artificial ubicado en Cupey, San Juan, construido en 1946 y utilizado como fuente de agua potable hasta la década de 1980, cuando dejó de operar debido al deterioro de su infraestructura y calidad de agua. La urbanización, los cambios en el uso del terreno y la falta de alcantarillado sanitario han contribuido al exceso de nutrientes y a procesos de eutrofización en el lago. Estudios recientes identifican altas concentraciones de fósforo, bajos niveles de oxígeno disuelto y proliferación de la planta invasora *Salvinia molesta*. Aunque el embalse ha sufrido degradación por actividades humanas, esfuerzos de manejo han demostrado su potencial de recuperación. Por ello, esta investigación evalúa la calidad del agua, las fuentes de contaminación y posibles estrategias de restauración para recuperar el lago como fuente potencial de agua potable.

Objetivos

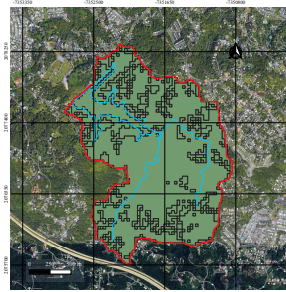
1. Evaluar la calidad actual del agua del lago utilizando datos fisicoquímicos y biológicos existentes.
2. Identificar las principales fuentes de contaminación en la cuenca.
3. Analizar el impacto del uso del terreno y de los sistemas sépticos en la calidad del agua.
4. Evaluar estrategias de manejo y restauración del embalse.

Metodología

La investigación utilizó análisis geoespacial mediante SIG y recopilación de datos secundarios de calidad de agua para evaluar la degradación del Lago Las Curias. Se delimitó la cuenca hidrográfica en QGIS y se analizaron sus características físicas, el uso del terreno y el tipo de suelo.

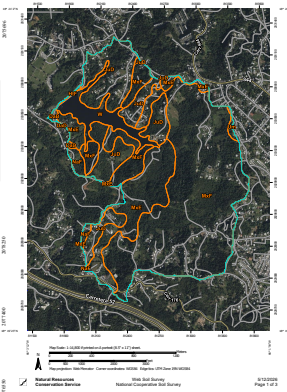


Cuenca Las Curias	
Legenda	Descripción
Límite de la cuenca	Delimitación de la cuenca Las Curias. Un área de 6.54 millas en la parte alta de la cuenca Río Piedras en San Juan, PR. El ex-embalse ubicado en el embalse Las Curias.
Cuerpo de agua	
Elaborado por:	Andrea Colón



Cobertura de terreno en la cuenca Las Curias	
Legenda	Descripción
Límite de la cuenca	Capa de cobertura de terreno donde se analizaron los distintos tipos de cobertura existentes en la cuenca Las Curias.
Cuerpo de agua	
Elaborado por:	Andrea Colón

Se evaluó el tipo de suelo en la cuenca utilizando el USDA Web Soil Survey. Este análisis permitió identificar la clasificación y composición de los suelos alrededor del embalse. La información es clave para entender procesos como la escorrentía e infiltración, que pueden influir en la contaminación del lago.



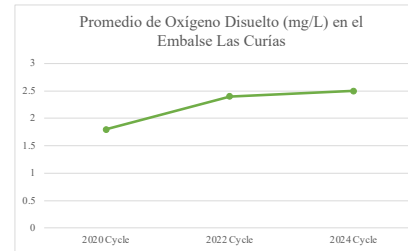
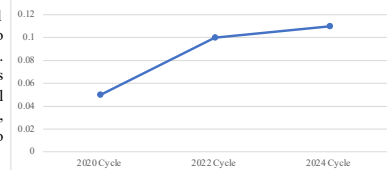
Se analizó la cobertura del terreno en la cuenca del Lago Las Curias mediante QGIS (Mapa 3), clasificándolo en áreas urbanizadas, vegetación y cuerpos de agua. Se determinó la distribución de cada categoría para evaluar el grado de urbanización y su posible impacto en la escorrentía y contaminación del embalse, especialmente en zonas con superficies impermeables.

Además, se recopilaron datos sobre fósforo, oxígeno disuelto y proliferación de vegetación acuática para determinar el estado del lago. También se identificaron posibles fuentes de contaminación, como áreas urbanizadas y sistemas sépticos. Finalmente, se evaluaron estrategias de manejo y restauración enfocadas en la reducción de nutrientes y el control de escorrentías.

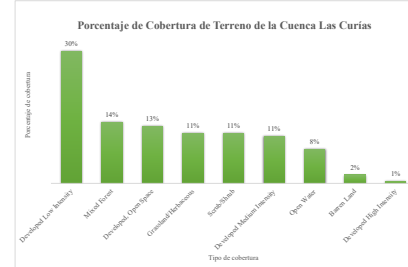
Resultados y Discusión

El Lago Las Curias presenta un aumento en fósforo total (0.05–0.11 mg/L). El oxígeno disuelto es bajo (1.8–2.7 mg/L). Estos valores superan los estándares de calidad del agua en Puerto Rico, confirmando un estado eutrófico y degradado.

Promedio de Fósforo total (mg/L) en el Embalse Las Curias

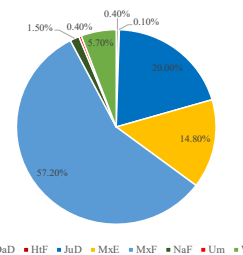


La cuenca del Lago Las Curias es mayormente urbana, con más del 55% del área clasificada como “developed” y un 30% correspondiente a “developed low intensity”. Esto refleja un entorno bastante urbanizado alrededor del embalse, donde no hay presencia de actividades agrícolas.

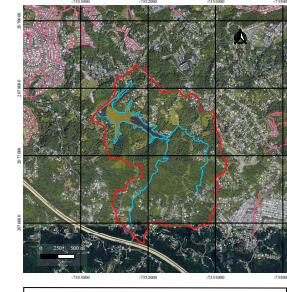


La cuenca del Lago Las Curias está compuesta en un 90% por suelos arcillosos, lo que reduce la infiltración y aumenta la escorrentía hacia el lago. El suelo predominante es el “Mucara clay”, que junto con las pendientes del área favorece la erosión y el arrastre de sedimentos durante eventos de lluvia.

Distribución de suelo en la cuenca Las Curias



A partir de datos de la AAA se analizó la infraestructura de alcantarillado sanitario en la cuenca. El análisis mostró la ausencia de sistema de alcantarillado dentro del área, indicando que las comunidades dependen principalmente de pozos sépticos. Esto se integró al análisis geoespacial para evaluar su posible aporte a la contaminación del embalse.



Sistema sanitario en Las Curias	
Legenda	Descripción
Límite de la cuenca	Sistema de alcantarillado sanitario alrededor de la cuenca Las Curias. No hay presencia de alcantarillado dentro de la cuenca delimitada.
Cuerpo de agua	
Alcantarillado sanitario (AAA)	
Elaborado por:	Andrea Colón

Recomendaciones

- **Control de pozos sépticos:** Se recomienda monitorear y mejorar sistemas sépticos mediante SIG, educación comunitaria e inspecciones, además de sustituir sistemas antiguos para reducir la entrada de nutrientes al embalse.
- **Oxigenación del embalse:** Se propone usar aireación superficial y profunda para aumentar el oxígeno disuelto y disminuir la liberación de fósforo desde los sedimentos.
- **Dragado del embalse:** Se sugiere evaluar el dragado hidráulico de sedimentos para reducir la acumulación de nutrientes, mejorar la calidad del agua y aumentar la capacidad del lago.

Conclusión

El Lago Las Curias presenta degradación de la calidad del agua por actividades humanas como urbanización, falta de alcantarillado y sistemas sépticos, junto con suelos de baja infiltración. Esto ha causado eutrofización, altos niveles de fósforo, bajo oxígeno y proliferación de *Salvinia molesta*.

Aunque está deteriorado, el lago tiene potencial de recuperación. Se proponen medidas como control de sistemas sépticos, infraestructura verde, aireación y dragado para mejorar la calidad del agua. La restauración requiere manejo integrado de la cuenca y del embalse para reducir nutrientes y mejorar sus condiciones ecológicas.

Referencias

Cooke, G. D., Welch, E. B., Peterson, S., & Nichols, S. A. (2005). Restoration and management of lakes and reservoirs (3rd ed.). CRC Press.

García-López, X. A., Ortiz-Zayas, J. R., Díaz, R., Castro-Jiménez, A., & Wahl, C. F. (2023). Limnological response of Las Curias Reservoir, San Juan, Puerto Rico: Successful management of the invasive aquatic fern *Salvinia molesta*. *Water*, 15(22), 3966. <https://doi.org/10.3390/w15223966>

Gobierno de Puerto Rico. (n.d.). Descarga de geodatos – Infraestructuras: Agua. Puerto Rico Geographic Information System (GIS).

Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico. (2014). Reglamento de estándares de calidad de agua de Puerto Rico (Reglamento Núm. 8512). Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

U.S. Environmental Protection Agency. (2024). Puerto Rico 2024 Integrated Report (305(b)/303(d)) on water quality. <https://www.epa.gov>