Capítulo 1.

* 1. Introducción

La importancia de abordar los desafíos asociados con la gestión de agua en México es cada vez mayor. Continuamente se han presentado crisis hídricas en metrópolis de México a lo largo de las últimas décadas, y en los años recientes se han visto con mayor frecuencia. La presión sobre los sistemas de agua va en aumento debido a múltiples factores tanto ambientales como sociales.

cambio climático,

Los sistemas de agua urbanos enfrentan diversas presiones derivadas de factores ambientales y sociales que pueden afectar su sostenibilidad y eficiencia. Aquí hay una descripción general de algunos de estos factores:

En la cuestión disciplinar hay que recuperar la dimensión holística -con varios campos de conocimiento- e incorporar la mirada ecológica sistémica entendiendo la ciudad como ecosistema hibrido natural y artificial. Por el lado de las motivaciones, el objetivo es alejarse de la mentalidad extractiva y lineal para acercarse a un conjunto de estrategias de reurbanización que combinen la extracción y la reposición de recursos con ambición de circularidad. Una de las cuestiones culturales importantes de nuestra sociedad occidental es la de cómo reconstruir una economía con estas motivaciones basadas en el reabastecimiento que brinden mejores perspectivas de vida para todos. [2]

La incertidumbre de los posibles impactos del cambio climático analizado a partir de modelos de circulación global (MCG) puede ser amplia y su evaluación depende principalmente de la resolución temporal y la representatividad de los escenarios climáticos examinados (Ndhlovu & Woyessa, 2020).

Numerosos estudios han mostrado los impactos del futuro cambio climático en los recursos hídricos y su aprovechamiento debido a la alteración que generan en los procesos del ciclo hidrológico (Modi, Fuka, & Easton, 2021); en la agricultura (Masia et al., 2021); en el abastecimiento poblacional (Olabanji, Ndarana, Davis, & Archer, 2020); en la seguridad alimentaria (Omar, Moussa, & Hinkelmann, 2021); en la generación de energía hidroeléctrica (Hidalgo et al., 2020), así como en indicadores socioeconómicos (Aghapour-Sabbaghi, Nazari, Araghinejad, & Soufizadeh, 2020), entre otros (Funes et al., 2021).

el crecimiento demográfico y

la variabilidad meteorológica

provoca la necesidad de soluciones predictivas precisas se vuelve cada vez más crítica.

¿Cómo vamos a abordar el problema? Modelos para la planeación y gestión del agua  
¿Por qué es importante medir el consumo? “Impacto de la medición de consumos de agua”

(desarrollar)

El presente trabajo se centra en la creación de un modelo predictivo basado en redes neuronales. Este enfoque innovador busca proporcionar una herramienta avanzada y adaptable para anticipar patrones complejos y dinámicos relacionados con la gestión de los recursos hídricos. A través de la implementación de un modelo de redes neuronales. Este trabajo aspira a no solo comprender las complejas interacciones entre la oferta y demanda del agua, sino también a ofrecer una contribución significativa a la toma de decisiones informada y la planificación estratégica en el ámbito hídrico. La flexibilidad de los modelos de redes neuronales promete ser adaptable a diferentes metrópolis del país y aportar una perspectiva dinámica, permitiendo una gestión más eficiente y sostenible de uno de los recursos más vitales para la vida y el desarrollo humano.

* 1. Antecedentes

México ha enfrentado desafíos significativos relacionados con la sequía y el desabasto de agua, fenómenos que han impactado tanto a zonas urbanas como rurales. Múltiples factores como disminución en las precipitaciones, crecimiento urbano, concesiones de agua y el agotamiento de acuíferos ha resultado continuamente en aguda escasez de agua. (citar)

En años más recientes, la situación se ha agravado debido a la variabilidad meteorológica y el cambio climático. La región norte de México, en particular, ha experimentado periodos prolongados de sequía, afectando la disponibilidad de agua para el consumo humano, la agricultura y la industria. Este problema se ha visto exacerbado por la sobreexplotación de acuíferos, la falta de infraestructuras adecuadas y la gestión ineficiente de los recursos hídricos. (citar)

Crisis hídricas más recientes en poblados más grandes (metrópolis)

(sequía mty 2022)

(sequía cdmx 2018)

(sequía gdl 2021)

Estos antecedentes resaltan la urgente necesidad de implementar políticas integrales de gestión del agua, así como de desarrollar infraestructuras resilientes y sostenibles que puedan hacer frente a los desafíos actuales y futuros relacionados con la sequía y el desabasto de agua en México.

La escasez de agua y la necesidad de implementar políticas integrales de gestión del agua no son problemas únicos de México. El pronóstico de suministro de agua se sustenta en investigaciones previas que han explorado diversas metodologías para la predicción de flujos hídricos y niveles de agua en embalses. Por ejemplo, un estudio relevante realizado para la presa “Bang Lang” aplica un modelo H2O deep learning, que consiste en un multi-layer feed-forward Artificial Neural Network (ANN) para crear un modelo predictivo de entrada de agua [1]. Además, investigaciones como la relacionada con la presa de “Three Georges” han aplicado el modelo ARIMA para prever flujos de agua, enfatizando la utilidad de métodos estadísticos en la planificación y gestión eficiente de recursos hídricos [2].

Asimismo, se ha explorado el uso de redes neuronales artificiales para la predicción del lanzamiento de agua en la presa “Pa Sak Jolasid”, demostrando la eficacia de este enfoque sobre otras técnicas exploradas como “support machine vector”, esto se debe a la capacidad de ANN para aprender modelos de datos no lineares [3]. Otro estudio hizo uso de datos sobre niveles de agua, consumo y precipitación para desarrollar 5 variantes de modelos autorregresivos convencionales como ARIMA para pronosticar los niveles de agua en la presa de Estambul, resaltando la relevancia de estos modelos en la anticipación de cambios en los niveles de agua [4].

Adicionalmente, se observa la integración de técnicas de aprendizaje profundo y aprendizaje convencional (Peak-oriented Forecasting by Model Switching) en un estudio que combinó ambos enfoques para prever los flujos de entrada en embalses, subrayando la sinergia de estos métodos en la particular tarea de predecir picos en el comportamiento del flujo del agua [5].

Estas investigaciones resaltan la diversidad de enfoques utilizados en casos similares, brindando una base sólida para la exploración de un modelo de redes neuronales que pueda abordar de manera efectiva los desafíos asociados con el pronóstico del suministro de agua en presas.

* 1. Justificación

La construcción de un modelo predictivo actualizado y capaz de ajustarse a las nuevas tendencias climatológicas es primordial para satisfacer la necesidad imperante de gestionar eficientemente los recursos hídricos. Es de mayor interés garantizar el abastecimiento sostenible de agua a la población y a las actividades económicas.

La planificación a largo plazo es esencial para una gestión efectiva del agua, considerando la variabilidad climática y las fluctuaciones en la demanda. Un modelo predictivo se presenta como una herramienta clave, permitiendo anticipar patrones estacionales y planificar inversiones en infraestructuras de manera informada. Asimismo, la optimización de recursos se vuelve imperativa ante la limitada disponibilidad de agua, y un modelo predictivo facilita la comprensión del equilibrio entre la demanda y la oferta, posibilitando la programación de suministros y la implementación de medidas de conservación. Ante la realidad del cambio climático y la previsión de eventos extremos, la creación de un modelo predictivo se erige como una herramienta esencial para adaptarse de forma dinámica a estas condiciones cambiantes. En última instancia, contar con un modelo confiable de pronóstico brinda eficiencia en la toma de decisiones, permitiendo a las autoridades asignar recursos de manera informada, implementar políticas de conservación y planificar infraestructuras resilientes frente a la creciente demanda y las condiciones climáticas en evolución constante.

En resumen, la creación de un modelo predictivo de demanda de agua es esencial para la gestión sostenible del recurso en el área metropolitana de Monterrey, proporcionando una herramienta fundamental para enfrentar los desafíos actuales y futuros relacionados con la escasez hídrica y las condiciones extremas de sequía.

Presa Libertad y acueducto El Cuchillo en Nuevo León:

* 1. Hipótesis

Se plantea que un modelo de redes neuronales aplicado para predecir la demanda de agua en un sistema complejo será capaz de ofrecer pronósticos confiables a 5 años y adaptarse de manera dinámica a los cambios climatológicos y de infraestructura del sistema de agua.

Dicho modelo será adecuado al Área Metropolitana de Monterrey, pero podrá ser adecuado a otras metrópolis de México.

* 1. Objetivos

Crear un modelo predictivo utilizando Redes Neuronales para sistemas de agua para detectar bajos niveles en presas y sequías.

* Obtención de datos por parte de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey.
* Formación de base de datos.
* Realizar una clasificación de las presas según su comportamiento.
* Valorar la variable de agua no contabilizada mediante algoritmos de machine learning.
* Construir la red neuronal el software Python.
* Comparar resultados con datos actuales del Área Metropolitana de Monterrey.

<https://imco.org.mx/escasez-de-agua-y-sequia-en-mexico-crisis-actual/>

<https://es.wired.com/articulos/mexico-padece-sequia-y-el-futuro-no-es-prometedor>

<https://www.eleconomista.com.mx/politica/Monterrey-espera-que-la-solucion-a-la-crisis-del-agua-le-caiga-del-cielo-20220617-0075.html>

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-61917457>