



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

TECNM

Tecnológico Nacional de México

Campus Culiacán

Ingeniería en Sistemas computacionales

Tópicos de Inteligencia artificial

12:00 – 13:00

Proyecto de investigación de inteligencia artificial e impacto ambiental:

**Inteligencia artificial aplicada en redes de distribución para evitar la introducción de
contaminantes a la red de agua potable en Sinaloa**

Alumnos:

Caro García Jorge Ariel

Uribe Armenta Javier

Docente:

ZURIEL DATHAN MORA FELIX

07/09/2025

Contenido

| | |
|---|-----------|
| Introducción | 3 |
| Objetivo general | 4 |
| Objetivos específicos | 4 |
| Justificación | 5 |
| Alcance | 5 |
| Desarrollo | 6 |
| Algunas de las aplicaciones de la inteligencia artificial en la calidad del agua: | 6 |
| Nuestra propuesta a la problemática: Gestión de redes de distribución..... | 9 |
| Agenda..... | 13 |
| Conclusión..... | 16 |
| Bibliografía | 17 |

Introducción

El agua potable es uno de los recursos más importantes para nuestra vida diaria, pero en Sinaloa se enfrenta un problema serio: gran parte de la red de tuberías ya tiene muchos años de uso y eso provoca fugas, fallas y la posibilidad de que contaminantes entren en el sistema antes de llegar a los hogares. Aunque las plantas potabilizadoras hacen su trabajo y entregan agua limpia, la infraestructura dañada hace que el agua no siempre llegue en las mejores condiciones a las personas.

Para enfrentar esta situación, la inteligencia artificial (IA) se convierte en una gran aliada. Con sensores inteligentes y algoritmos capaces de aprender y detectar anomalías, es posible monitorear la red en tiempo real, anticiparse a problemas y dar respuestas más rápidas. Así, en lugar de reaccionar cuando el agua ya está contaminada, se puede prevenir y actuar antes de que afecte a la población.

En este documento se explica primero qué es la calidad del agua y por qué es tan importante. Después se presentan diferentes formas en que la IA ya se usa en temas de monitoreo, predicción y tratamiento de agua. Finalmente, se detalla nuestra propuesta: implementar un sistema de IA en Culiacán como ciudad piloto, para luego expandirlo al resto del estado, con el objetivo de garantizar un servicio más seguro y confiable.

¿Qué es la calidad del agua?

La calidad del agua es el término que describe las características químicas, físicas y biológicas del agua dependiendo del uso que se le va a dar. Para determinarla, se miden y analizan estos elementos, como, por ejemplo, la temperatura, el contenido mineral disuelto en ella y la cantidad de bacterias que tiene.

A partir de esa información, los datos obtenidos se comparan con ciertos estándares para decidir cuál es el uso apropiado para esa agua analizada. Es decir, una determinada agua puede ser apta para lavar, pero no para beber.

La calidad del agua es un tema de gran relevancia en la actualidad, entre otros asuntos, por el gran crecimiento de la población mundial en los últimos años y la previsión de un aumento futuro todavía mayor. También por la expansión y desarrollo de los entornos urbanos, donde se necesita un mayor suministro de agua y un mejor control de la calidad del agua. En cuanto a las áreas rurales, es un tema central porque en determinadas zonas se presentan problemas debido al uso de fertilizantes para la agricultura que llegan a las aguas superficiales y subterráneas, creando un excedente químico que altera la calidad del agua. (Fundación aquae, 1)

Objetivo general

Desarrollar e implementar un sistema de monitoreo en tiempo real basado en inteligencia artificial que permita detectar, predecir y prevenir la presencia de contaminantes en la red de distribución de agua potable en el estado de Sinaloa, con el fin de garantizar un suministro seguro, reducir riesgos sanitarios y fortalecer la eficiencia en la gestión hídrica.

Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la red de distribución de agua potable en Sinaloa, identificando las principales fuentes de vulnerabilidad y riesgo de contaminación.
- Diseñar un modelo de inteligencia artificial capaz de procesar datos en tiempo real para la detección temprana de anomalías en la calidad del agua.
- Implementar sensores y tecnologías IoT para la recopilación continua de datos relacionados con parámetros químicos y microbiológicos del agua.
- Desarrollar un sistema predictivo que permita anticipar posibles fallas o eventos de contaminación dentro de la red de distribución.
- Proponer protocolos automáticos de respuesta basados en los resultados del sistema de IA, que optimicen la reacción de los organismos operadores ante contingencias.
- Fomentar la innovación tecnológica en la gestión hídrica mediante la transferencia de conocimientos y la capacitación de los organismos operadores en el uso de herramientas basadas en IA.

Justificación

La implementación de inteligencia artificial en redes de distribución de agua potable se presenta como una necesidad urgente en el estado de Sinaloa, debido a los riesgos sanitarios y ambientales que implica la posible introducción de contaminantes en el sistema de tuberías. Aunque las plantas potabilizadoras entregan agua en condiciones aptas para consumo humano, el deterioro de la infraestructura hidráulica compromete la calidad en el punto final de suministro.

Un ejemplo evidente se observa aquí mismo en Culiacán, donde las tuberías de más de medio siglo presentan constantes problemas de fugas y drenaje. La Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán (JAPAC) ha sustituido en solo dos meses 1,080 metros de tuberías, registrando un promedio de 180 fugas al mes. Estas fallas no solo generan pérdidas económicas por el desperdicio del recurso hídrico, sino que también aumentan el riesgo de que contaminantes externos ingresen al sistema de distribución y lleguen hasta los hogares. (Núñez, M. (2025), 8)

Ante esta situación, la aplicación de sistemas basados en IA cobra relevancia, ya que permitiría monitorear en tiempo real la calidad del agua en distintos puntos de la red, predecir fallas en tuberías, válvulas y conexiones, así como detectar anomalías asociadas a la introducción de contaminantes. De esta forma, los organismos operadores tendrían herramientas preventivas y no únicamente reactivas, optimizando la eficiencia operativa y mejorando la seguridad del servicio.

Por lo tanto, la investigación y aplicación de la IA en este ámbito no solo es viable, sino también altamente pertinente y estratégica para garantizar un suministro de agua potable seguro y confiable a la población sinaloense.

Alcance

El alcance esperado de esta propuesta es que llegue a todo el estado de Sinaloa, de manera que cualquier persona pueda tener acceso a agua potable más segura y confiable. Para lograrlo, se comenzará en Culiacán como ciudad piloto, donde se pondrán a prueba los sensores, el sistema de inteligencia artificial y las estrategias de respuesta en caso de detectar algún problema. Una vez afinados los detalles y comprobada la efectividad, el plan es ir extendiendo poco a poco la implementación hacia otros municipios hasta cubrir todo el estado. De esta manera, se busca sentar las bases de una gestión del agua más moderna y eficiente que beneficie a toda la población sinaloense.

Desarrollo

Algunas de las aplicaciones de la inteligencia artificial en la calidad del agua:

Monitoreo en tiempo real

Sensores inteligentes combinados con IA analizan parámetros como pH, turbidez, oxígeno disuelto, metales pesados o contaminantes microbiológicos.

La IA detecta anomalías en tiempo real (por ejemplo, un derrame químico o contaminación bacteriana).

Ejemplo: sistemas de alerta temprana en ríos y plantas de tratamiento.

Este estudio introduce un método novedoso para evaluar la calidad del agua, empleando un sistema de sensores de vanguardia integrado con tecnologías de inteligencia artificial (IA). Abordando el desafío global de la escasez y la contaminación del agua, la investigación se centra en el uso innovador del análisis espectroscópico para el monitoreo en tiempo real de la calidad del agua. El estudio evalúa la eficacia de este sistema para distinguir entre muestras de agua limpia, contaminada y desinfectada con luz ultravioleta, destacando su precisión en la detección de variaciones en la calidad del agua.

Un aspecto central de la investigación es la implementación de algoritmos avanzados de aprendizaje automático, incluidos Random Forest, Máquinas de Vectores de Soporte (SVM) y Redes Neuronales, para procesar y clasificar los datos espectrales. Estos modelos demuestran una precisión notable en la clasificación en tiempo real, lo que subraya la sinergia entre la IA y la ciencia ambiental para abordar problemas críticos de salud pública. (Alshammari, F., Alotaibi, B., & Alghamdi, A. (2024), 2)

Predicción de calidad del agua

Modelos de **machine learning** predicen la evolución de contaminantes en función de variables climáticas, lluvias, caudal de ríos o descargas industriales.

Permite anticipar crisis de agua contaminada y tomar medidas preventivas.

El impacto transformador de las tecnologías de Inteligencia Artificial (IA), en particular el Aprendizaje Automático (AA), en el análisis de datos espectroscópicos para la evaluación de la calidad del agua es innegable. Destacamos cómo la IA y el AA han revolucionado el análisis y la predicción de los parámetros de calidad del agua. Estas tecnologías procesan eficientemente datos espectrales de diversas fuentes, identifican contaminantes y respaldan los sistemas de detección temprana. Sin embargo, las herramientas de IA presentan limitaciones, como la necesidad de un conjunto de datos

amplio y diverso para un rendimiento óptimo, y algunos estudios utilizaron conjuntos de datos pequeños, lo que limita el poder predictivo de los modelos. Las bases de datos abiertas pueden contribuir a la expansión de las aplicaciones de la IA en el control y el tratamiento de la calidad del agua. El potencial de la IA y las técnicas espectroscópicas reduce costes, promueve el tratamiento del agua ambientalmente sostenible y mejora la calidad del agua y del medio ambiente. Finalmente, enfatizamos la necesidad de cambios legislativos y de colaboración entre organizaciones para aprovechar la sinergia entre estas tecnologías y sus vitales recursos hídricos. (Pérez-Beltrán, C., Robles, A., Rodríguez, N., Ortega-Gavilán, F., & Jiménez-Carvelo, A. (2024), 3)

Optimización de plantas de tratamiento

Algoritmos de IA ajustan automáticamente la dosificación de químicos (cloro, coagulantes, etc.) para minimizar costos y maximizar eficacia.

Se usan modelos predictivos para reducir consumo energético en bombas y aireadores.

Procesamiento de datos en tiempo real

- Los sensores de agua generan grandes volúmenes de datos sobre parámetros como pH, turbidez, oxígeno disuelto, metales pesados, nutrientes, etc.
- Algoritmos de aprendizaje automático permiten analizar estas lecturas en tiempo real para detectar patrones y anomalías que indiquen contaminación.

Predicción y prevención de contaminación

- Los modelos de IA pueden predecir cambios en la calidad del agua (por ejemplo, disminución de oxígeno o presencia de metales pesados) y alertar antes de que el agua alcance niveles críticos de contaminación.

Integración con IoT (Internet de las Cosas)

- La IA trabaja junto con redes de sensores IoT que transmiten información continuamente desde ríos, acuíferos o lagos.
- Esto permite monitoreo automatizado y sostenible, evitando depender únicamente de muestreos manuales de laboratorio que son costosos y menos frecuentes.

Optimización en la toma de decisiones

- Con los datos analizados por IA, las autoridades y comunidades pueden decidir más rápido dónde intervenir (ej. instalar plantas de tratamiento, controlar vertidos industriales, o aplicar políticas de protección). (Franco, E. F., Ramos, R., Ovando-Javier, A., Montero-Espaillet, E., Bonilla, S., & Veda, A. (2023), 6)

Detección de contaminantes invisibles

Uso de visión por computadora y espectroscopía asistida por IA para identificar microplásticos o contaminantes que los métodos tradicionales tardan en reconocer.

El proyecto LIFE PRISTINE busca desarrollar una solución integrada para eliminar contaminantes emergentes en el agua (como PFAS, pesticidas, fármacos, toxinas, genes de resistencia a antibióticos y micro plásticos), los cuales preocupan porque pueden afectar la salud humana y los ecosistemas, pero aún no están del todo regulados debido a sus bajas concentraciones y a las limitaciones de detección actuales.

Optimización de procesos

La IA analiza datos de las tecnologías aplicadas (adsorción, filtración por membranas y procesos de oxidación avanzada) para encontrar combinaciones más eficientes y sostenibles.

Monitoreo inteligente y en tiempo real

Los algoritmos de IA permiten procesar la información recogida por sensores y sistemas de tratamiento, detectando variaciones en contaminantes que podrían pasar desapercibidas con métodos tradicionales.

Predicción de riesgos y eficiencia

Los modelos de IA ayudan a anticipar picos de contaminación y ajustar automáticamente los procesos de tratamiento para garantizar la eliminación de al menos el 80% de contaminantes en aguas residuales y potables.

Mejora operativa

Gracias al análisis y aprendizaje continuo, se espera lograr una mejora del 30% en la eficiencia operativa del sistema, reduciendo costes y consumo de recursos. (*LIFE PRISTINE*, 7)

Protección de ecosistemas acuáticos

Algoritmos analizan imágenes satelitales para detectar floraciones de algas (que afectan la calidad del agua).

Se usan modelos de predicción para controlar la contaminación agrícola (fertilizantes, pesticidas).

Detección de residuos marinos en ecosistemas acuáticos

Los residuos marinos como botellas y bolsas plásticas, equipos y artes de pesca, envases de comida, plásticos de un solo uso, entre otros, producen impactos negativos en el medio ambiente, economía y bienestar de las personas. Los residuos marinos

pueden producir impactos en la biodiversidad, causando daños físicos en peces, mamíferos (ballenas, delfines, focas), reptiles (tortugas marinas) y aves, por enredo o ingestión. Algoritmos de Deep Learning pueden ser utilizados para detectar en forma automática residuos marinos presentes en ecosistemas acuáticos como playas, ríos, humedales, lagos, arrecifes, etc., para desarrollar e implementar programas más eficientes de limpieza y recolección de este tipo de residuos.

Monitoreo de ballenas

El monitoreo de cetáceos es una tarea de alta complejidad y difícil de implementar, debido a que este tipo de animales se desplaza largas distancias en el océano. El uso de sensores remotos y empleo de imágenes satelitales de alta resolución puede ser una solución para el monitoreo en el océano de ballenas. Modelos de Deep Learning pueden ser utilizados para realizar esta tarea en forma semi-automática, en donde el modelo selecciona las imágenes que tienen alta probabilidad de contener ballenas, las que después pueden ser verificadas por biólogos marinos u otros profesionales.

Control de la pesca ilegal

Este tipo de pesca es una de las mayores amenazas para los ecosistemas marinos, causa impactos negativos en la economía de algunos países y en la seguridad alimentaria. El empleo de sensores remotos en combinación con algoritmos específicos de Machine Learning y Deep Learning, pueden utilizarse para analizar en tiempo real las embarcaciones, predecir trayectorias y determinar movimientos sospechosos. Con el propósito de informar a las autoridades correspondientes la ubicación de estas embarcaciones, para que realicen en forma más eficiente su control y fiscalización. (Brito Martínez, C. (2021), 5)

Nuestra propuesta a la problemática: Gestión de redes de distribución

El proyecto busca transformar la forma en que se gestiona la red de distribución de agua en Sinaloa mediante el uso de inteligencia artificial generativa (GenAI). La idea es pasar de un sistema reactivo, que responde tarde a fugas o contaminaciones, a uno predictivo y generativo, capaz de anticipar problemas y proponer soluciones inmediatas. Para lograrlo, se plantea instalar sensores inteligentes en puntos críticos de la red de tuberías principales, válvulas y estaciones de bombeo que recopilen datos en tiempo real sobre presión, caudal y calidad del agua. Estos datos serán procesados por modelos de GenAI, los cuales podrán detectar anomalías, simular escenarios alternativos y sugerir acciones automáticas como desvíos de flujo o cierres de válvulas antes de que el agua contaminada llegue a los hogares.

La propuesta también considera la optimización de la operación hidráulica en casos de mantenimiento o emergencias, diseñando secuencias de control más eficientes y

reduciendo afectaciones al suministro. Además, se implementarán redes generativas adversarias (GANs) para simular ataques o anomalías en los datos, garantizando que el sistema sea seguro y confiable.

Funcionamiento (tecnología a utilizar):

Control operativo en tiempo real

El papel de la GenAI en el control operativo en tiempo real de las redes de distribución de agua difiere fundamentalmente de los enfoques tradicionales de aprendizaje automático al centrarse en la generación de escenarios en lugar de la simple predicción o monitoreo. En las operaciones de bombeo, la GenAI puede crear diversos escenarios operativos que consideran múltiples objetivos de manera simultánea, incluidos los costos de energía, las restricciones hidráulicas y los patrones de demanda. Cuando ocurren eventos inesperados, como cambios súbitos en la demanda o fallas en los equipos, la GenAI puede generar rápidamente estrategias operativas alternativas que mantengan el rendimiento del sistema, particularmente en redes complejas con múltiples componentes interdependientes.

Operación de válvulas y control de flujo

Para las operaciones de válvulas y el control de flujo, la GenAI avanza en el trabajo previo sobre control de presión en tiempo real al crear secuencias de control innovadoras que responden a situaciones emergentes. En lugar de simplemente predecir valores de presión o detectar anomalías, el sistema genera múltiples escenarios operativos viables durante eventos inusuales, como actividades de mantenimiento o respuestas de emergencia, donde los procedimientos estándar pueden no ser suficientes.

Seguridad y resiliencia operativa

Las implementaciones recientes han demostrado además el valor de la GenAI para mejorar la seguridad del sistema y la resiliencia operativa. Su enfoque utilizó redes generativas adversarias (GANs) para crear muestras de datos artificiales envenenados, lo que permitió una evaluación integral de la robustez del modelo frente a diversos patrones de ataque. Esta capacidad generativa resultó particularmente valiosa para probar modelos de detección contra escenarios de ataque previamente no vistos, fortaleciendo así la capacidad del sistema para mantener la integridad operativa frente a diversas amenazas de seguridad. (Taiwo, R., Yussif, A., & Zayed, T. (2025), 4)

Pasos a seguir para el desarrollo del proyecto:

1. Diagnóstico inicial de la red de tuberías en Culiacán

- Recolección de información sobre el estado actual de la infraestructura hidráulica en Culiacán, por ejemplo: edad de tuberías, incidencias de fugas, historial de contaminaciones.
- Identificación de puntos críticos donde existe mayor riesgo de introducción de contaminantes.
- Levantamiento de datos técnicos de la red (presión, caudales, materiales de tubería, conexiones).

2. Diseño del sistema de monitoreo inteligente

- Selección de sensores IoT para medir parámetros de calidad del agua: pH, cloro residual, metales pesados, bacteria, etc...
- Elección de los puntos de instalación en la red de distribución.

3. Desarrollo del modelo de inteligencia artificial

- Entrenamiento de algoritmos de aprendizaje automático y generativo (ML y GenAI) con datos históricos e información recopilada por sensores.
- Implementación de técnicas de detección de anomalías para identificar patrones irregulares en presión, caudal o calidad del agua.
- Uso de modelos predictivos para anticipar fugas y riesgos de contaminación.
- Simulación de escenarios con **redes generativas adversarias (GANs)** para evaluar la resiliencia del sistema frente a eventos inesperados.

4. Implementación piloto en Culiacán

- Instalación de los sensores en una sección significativa de la red.
- Integración del sistema de IA con los datos en tiempo real.
- Validación del desempeño del modelo mediante pruebas controladas (detección de fugas simuladas, variaciones en parámetros de calidad).

5. Protocolos de respuesta automática

- Diseño de alertas para operadores de la JAPAC y autoridades.
- Propuesta de acciones automáticas como cierre de válvulas o redistribución del flujo ante detección de contaminantes.
- Validación de la eficiencia de los protocolos mediante simulaciones y pruebas de campo.

6. Escalamiento y replicabilidad

- Documentación en base a la aplicación piloto en Culiacán.
- Adaptar ajustes en base a los resultados obtenidos.
- Propuesta de escalamiento progresivo hacia otros municipios de Sinaloa.

Agenda

| Rango de tiempo | Nombre de fase | Descripción |
|-----------------|-----------------------------------|---|
| Semanas 1–3 | Inicio y planeación | En esta primera etapa revisaremos información y estudios relacionados con el uso de IA en redes de agua. Con esto construiremos la base teórica de nuestro trabajo, definiremos claramente el problema y afinaremos los objetivos. También decidiremos qué herramientas y tecnologías serán las más adecuadas para usar en el proyecto. |
| Semanas 4–6 | Conociendo la red de distribución | Aquí nos enfocaremos en entender la situación actual en Culiacán: investigaremos la antigüedad de las tuberías, el número de fugas que ocurren y los puntos críticos donde hay mayor riesgo de contaminación. Con esta información podremos identificar dónde conviene aplicar la tecnología de IA. |
| Semanas 7–9 | Diseño del sistema de monitoreo | Una vez identificados los puntos críticos, diseñaremos el sistema de monitoreo inteligente. Para ello, seleccionaremos sensores capaces de medir parámetros como pH, turbidez o cloro residual y definiremos en qué lugares estratégicos se instalarán. Además, empezaremos a construir una plataforma |

| | | |
|---------------|---------------------------|--|
| | | que reciba y procese la información en tiempo real. |
| Semanas 10–13 | Creación del modelo de IA | En esta fase entrenaremos los algoritmos de inteligencia artificial. Les enseñaremos a reconocer patrones normales y a detectar anomalías que puedan indicar fugas o contaminación. También utilizaremos IA generativa para simular escenarios de emergencia y comprobar cómo se comportaría el sistema. |
| Semanas 14–17 | Prueba piloto en Culiacán | Llegado este punto instalaremos los sensores en una sección de la red de agua de Culiacán. Aquí veremos cómo funciona el sistema en condiciones reales, validando si es capaz de detectar fugas y contaminantes a tiempo. |
| Semanas 18–20 | Respuesta y validación | En esta etapa diseñaremos protocolos de respuesta automática. La idea es que, si el sistema detecta contaminación, pueda alertar a los operadores o incluso recomendar cierres de válvulas para evitar que el agua dañada llegue a los hogares. Realizaremos pruebas de estos protocolos y ajustaremos lo que sea necesario. |

| | | |
|---------------|-----------------------|---|
| | | |
| Semanas 21–24 | Escalamiento y cierre | Finalmente, documentaremos los resultados de la prueba piloto y elaboraremos una propuesta para extender el sistema a otros municipios de Sinaloa. Concluiremos con la presentación del informe final y la exposición de resultados, con la visión de que este proyecto pueda convertirse en una base para una gestión hídrica más moderna y segura en el estado. |

Conclusión

La aplicación de la inteligencia artificial en las redes de distribución de agua potable en Sinaloa representa una respuesta innovadora y necesaria frente a los retos actuales de la infraestructura hidráulica. El agua potable es un recurso vital y en Sinaloa enfrentamos un reto serio: gran parte de la red de tuberías tiene más de medio siglo de uso, con fugas constantes y un alto riesgo de que contaminantes se filtren en el camino hacia los hogares. Esto no solo representa pérdidas de agua, sino también un peligro directo para la salud de la población.

Nuestro proyecto propone transformar este panorama al pasar de un sistema reactivo a uno predictivo y preventivo. Mediante el uso de sensores inteligentes, algoritmos de aprendizaje automático y modelos generativos, es posible monitorear en tiempo real la calidad del agua, anticipar fallas estructurales y activar protocolos de respuesta inmediata para proteger a la población.

Los resultados esperados no se limitan únicamente a garantizar un suministro más seguro y confiable, sino que también aportan a la modernización de la gestión hídrica, optimizando recursos, reduciendo pérdidas y sentando las bases para un modelo replicable en otros municipios de Sinaloa. En pocas palabras, esta propuesta busca que el suministro de agua en Sinaloa sea más seguro, confiable y moderno, dando un paso importante hacia una gestión del agua más eficiente y que pueda servir como modelo para otros municipios.

Bibliografía

1. Fundación Aquae. (2021, 11 agosto). *Calidad del agua: ¿cómo es la correcta?* - Fundación Aquae. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/calidad-agua/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20calidad%20del,altera%20la%20calidad%20del%20agua>.
2. Alshammari, F., Alotaibi, B., & Alghamdi, A. (2024). *Real-time water quality monitoring using AI-enabled sensors: Detection of contaminants and UV disinfection analysis in smart urban water systems*. Journal of King Saud University - Science, 36(9), 103409. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2024.103409>
3. Pérez-Beltrán, C., Robles, A., Rodríguez, N., Ortega-Gavilán, F., & Jiménez-Carvelo, A. (2024). Artificial intelligence and water quality: From drinking water to wastewater. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 172, 117597. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2024.117597>
4. Taiwo, R., Yussif, A., & Zayed, T. (2025). Making waves: Generative artificial intelligence in water distribution networks: Opportunities and challenges. *Water Research X*, 28, 100316. <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2025.100316>
5. Brito Martínez, C. (2021). *Inteligencia Artificial para la protección del medio ambiente y biodiversidad: Herramientas tecnológicas para profesionales del medio ambiente*. Ministerio del Medio Ambiente, Chile
6. Franco, E. F., Ramos, R., Ovando-Javier, A., Montero-Espaillet, E., Bonilla, S., & Veda, A. (2023). Sensores de calidad de agua para el control de la contaminación fisicoquímica en los acuíferos de Latinoamérica : una revisión. <https://bvearmb.do/handle/123456789/3626>
7. *LIFE PRISTINE | Rede Nor-Water*. (n.d.). <https://rednorwater.eu/node/288>
8. Núñez, M. (2025, February 24). Tuberías de más de medio siglo padecen de fugas y drenaje en Culiacán. *El Sol De Sinaloa | Noticias Locales, Policiacas, Sobre México, Sinaloa Y El Mundo*. <https://oem.com.mx/elsoldesinaloa/local/tuberi-as-de-ma-s-de-medio-siglo-padecen-de-fugas-y-drenaje-en-culiaca-n-21780841>

Link del repositorio: <https://github.com/ElJavi115/Topicos-de-IA>