# **Proyecto de Investigación: Impacto Ambiental de la IA**

## **Título: Sistema Integrado de Alerta Temprana para la Calidad del Agua usando Inteligencia Artificial (SIATA-IA)**

**Autores:** Barraza Castro Jesus Alberto, Wong Camacho Jesus Guadalupe

**Maestro :** Mora Felix Zuriel Dathan

**Fecha:** [03 de Septiembre de 2025]

### **1. Introducción**

El agua dulce es un recurso indispensable para la vida, el desarrollo socioeconómico y la sostenibilidad de los ecosistemas. Sin embargo, su calidad se ve constantemente amenazada por la contaminación derivada de actividades industriales, agrícolas y urbanas. Los métodos tradicionales para el monitoreo de la calidad del agua, como la recolección manual de muestras y su posterior análisis en laboratorio, son costosos, lentos y ofrecen una visión reactiva del problema, detectando la contaminación días o semanas después de ocurrida.

En la era de la Cuarta Revolución Industrial, la Inteligencia Artificial (IA) emerge como una tecnología transformadora con el potencial de revolucionar la gestión ambiental. La capacidad de los algoritmos de IA para analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, identificar patrones complejos y generar predicciones precisas ofrece una oportunidad sin precedentes para pasar de un enfoque reactivo a uno proactivo y preventivo. Este proyecto de investigación propone el diseño conceptual de un sistema de alerta temprana que utiliza la IA para proteger nuestras fuentes de agua dulce de manera más eficiente y efectiva.

### **2. Objetivo General**

Desarrollar una propuesta conceptual para un sistema basado en Inteligencia Artificial, denominado SIATA-IA, destinado a la detección y alerta temprana de eventos de contaminación en cuerpos de agua dulce como ríos y lagos.

### **3. Objetivos Específicos**

* Investigar el estado actual de las tecnologías de monitoreo de la calidad del agua, identificando sus principales limitaciones.
* Analizar las aplicaciones existentes de IA y *machine learning* para la detección de contaminantes en recursos hídricos.
* Diseñar un modelo de sistema que integre datos de imágenes satelitales y sensores de bajo costo (IoT) para un monitoreo robusto.
* Evaluar el impacto potencial de la solución propuesta en la mejora de la gestión ambiental y la capacidad de respuesta ante emergencias.

### **4. Justificación**

La necesidad de este proyecto radica en la insuficiencia de los sistemas de vigilancia actuales. Un vertido tóxico no detectado a tiempo puede causar daños irreversibles en los ecosistemas acuáticos, afectar la salud pública y generar altos costos de remediación. Un sistema como SIATA-IA se justifica por su potencial para:

* **Aumentar la velocidad de detección:** Pasar de días a horas o incluso minutos.
* **Mejorar la cobertura geográfica:** Monitorear grandes extensiones de terreno mediante satélites, complementado con mediciones precisas en puntos críticos.
* **Reducir costos operativos:** Automatizar el proceso de vigilancia y optimizar la movilización de equipos en campo.
* **Democratizar la información:** Proveer a las autoridades y comunidades locales con herramientas de alerta temprana para tomar acciones informadas y proteger sus recursos hídricos.

### **5. Alcance**

Este proyecto se enfoca en el **diseño conceptual y el marco teórico** del sistema SIATA-IA. El alcance incluye la definición de la arquitectura del sistema, los tipos de datos a utilizar, los modelos de IA propuestos y el flujo de operación. Queda fuera del alcance de este proyecto el desarrollo físico del hardware (sensores), la programación del software, el entrenamiento de los modelos de IA y su implementación en un caso de estudio real.

### **6. Desarrollo de la Propuesta**

**6.1. Problemática Actual y Estado del Arte**

El monitoreo de la calidad del agua enfrenta desafíos significativos como la dispersión de los focos de contaminación, la variabilidad de los parámetros a medir (pH, turbidez, oxígeno disuelto, etc.) y el alto costo del equipamiento especializado. Actualmente, existen soluciones de IA que abordan partes del problema, como modelos que predicen la proliferación de algas basándose en datos históricos o algoritmos de visión por computadora que analizan imágenes de drones. Sin embargo, pocas soluciones ofrecen un enfoque integrado que combine una visión macro (satelital) con una validación micro (sensores in situ).

**6.2. Solución Propuesta: Arquitectura de SIATA-IA**

Se propone un sistema multicapa que fusiona datos de distintas fuentes para lograr un monitoreo integral y en tiempo real.

* **Componente 1: Monitoreo Satelital (Macro-Nivel)**
  + **Tecnología:** Uso de imágenes multiespectrales de satélites de acceso público como los de la misión Sentinel-2 (Agencia Espacial Europea).
  + **IA Aplicada:** Un modelo de **visión por computadora (Red Neuronal Convolucional - CNN)** será entrenado para detectar anomalías en la superficie del agua, como cambios de color, aumento de la turbidez o presencia de floraciones de algas, que son indicadores de posibles vertidos o contaminación por nutrientes.
* **Componente 2: Red de Sensores IoT (Micro-Nivel)**
  + **Tecnología:** Despliegue de una red de sensores de bajo costo en puntos estratégicos del río (cerca de zonas industriales, desagües agrícolas, etc.).
  + **Datos Recopilados:** Medición continua de parámetros clave como pH, temperatura, conductividad y turbidez. Los datos se transmitirán en tiempo real a una plataforma central.
* **Componente 3: Núcleo de IA y Sistema de Alertas**
  + **Tecnología:** Una plataforma en la nube que centraliza los datos satelitales y de los sensores.
  + **IA Aplicada:** Un **modelo de *machine learning* de clasificación y predicción** (ej. Gradient Boosting o Red Neuronal Recurrente - RNN) será el cerebro del sistema. Este modelo se entrenará para:
    1. Correlacionar las anomalías detectadas por el satélite con las mediciones de los sensores.
    2. Aprender los patrones de un evento de contaminación real.
    3. Generar una alerta automática cuando la probabilidad de un evento de contaminación supere un umbral predefinido. La alerta incluirá la ubicación, la severidad estimada y los parámetros afectados.

### 

### 

### 

### 

### 

### 

### 

### 

### 

### **7. Agenda del Proyecto (Cronograma Propuesto)**

| Fase | Actividad | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1. Investigación** | Revisión de literatura y estado del arte | ✅ |  |  |  |
| **2. Análisis** | Identificación de brechas y desafíos | ✅ | ✅ |  |  |
| **3. Diseño** | Desarrollo del concepto y arquitectura SIATA-IA |  | ✅ | ✅ |  |
| **4. Documentación** | Redacción del informe de investigación |  |  | ✅ | ✅ |
| **5. Presentación** | Creación y ensayo de la presentación final |  |  |  | ✅ |

### **8. Conclusiones**

La aplicación de la Inteligencia Artificial en el monitoreo ambiental ya no es una posibilidad futura, sino una necesidad presente. La propuesta del sistema SIATA-IA demuestra que la integración de diferentes tecnologías de IA, como la visión por computadora y el *machine learning*, junto con datos satelitales y de sensores IoT, puede crear una solución robusta y proactiva para la protección de nuestros recursos hídricos. Este enfoque no solo permitiría una respuesta más rápida ante desastres ecológicos, sino que también facilitaría una gestión más inteligente y sostenible del agua a largo plazo, contribuyendo directamente al bienestar de los ecosistemas y la sociedad.

### **9. Referencias**

**Ejemplo de Revista Académica:** Rasheed, J., Jamil, F., & Hameed, A. A. (2021). A review of machine learning applications for water quality monitoring. *Journal of Water and Environment Technology*, 19(4), 285-300. [https://doi.org/10.2965/jwet.20-131](https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.2965/jwet.20-131)

**Ejemplo de Libro:** Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.

**Ejemplo de Sitio Web:** European Space Agency. (s.f.). *Sentinel-2 Mission*. Recuperado el 3 de septiembre de 2025, de<https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2>