



Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en Geomática ***De los Datos al Diagnóstico Ambiental y de la Salud***

IA aplicada al Monitoreo Ambiental **Revisión, Metodologías y Casos de Estudio** **Explorando el Futuro de la Sostenibilidad**

Héctor Francisco del Valle

Centro Regional de Geomática (CeReGeo), Facultad de Ciencia y Tecnología (FCyT)
Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER)



hfdelvalle@gmail.com
delvalle.hector@uader.edu.ar



Esta Presentación está bajo
una licencia *Creative Commons*
Atribución No Comercial-Sin
derivadas 3.0 *Unported*

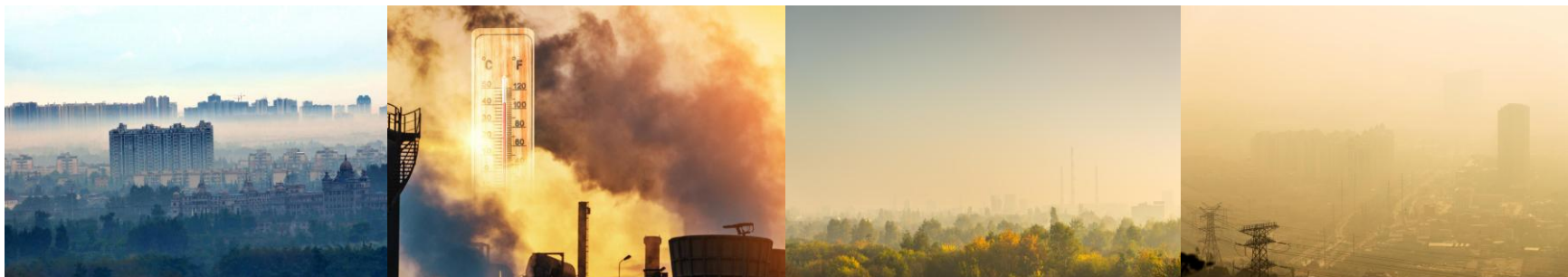


Revisión de Algunas Aplicaciones

1. **Calidad del Aire:** La IA se aplica para anticipar los niveles de contaminación del aire a través del análisis de datos tanto históricos como en tiempo real. Los modelos de aprendizaje automático son capaces de detectar patrones y fuentes de contaminación, lo que facilita la adopción de medidas preventivas (Alotaibi y Nassif, 2024).

Alotaibi, E., Nassif, N. **Artificial intelligence in environmental monitoring: in-depth analysis. *Discov. Artif. Intell.* 4, 84 (2024).** <https://doi.org/10.1007/s44133-024-00198-1>.

Credit: Pexels contributors





2. Manejo de Recursos Hídricos: A través del uso de sensores y algoritmos de IA, se puede supervisar la calidad del agua en cuerpos como ríos y lagos, identificando contaminantes y determinando su potabilidad. Esta tecnología facilita una reacción inmediata ante posibles amenazas a la salud pública (Miller et al., 2025).

Tymoteusz Miller, Irmina Durlik, Ewelina Kostecka, Polina Kozlovskaya, Adrianna Łobodzińska, Sylwia Sokołowska y Agnieszka Nowy. Integrating Artificial Intelligence Agents with the Internet of Things for Enhanced Environmental Monitoring: Applications in Water Quality and Climate Data. J. Electronics, 2025, 14, 696. <https://www.mdpi.com/2079-9292/14/4/696>.

Credit: Pexels contributors





3. Preservación de la Biodiversidad: La IA facilita el monitoreo de especies en riesgo mediante el análisis de imágenes y sonidos capturados en sus hábitats naturales. Esto ayuda a identificar variaciones en las poblaciones y a crear estrategias de conservación más efectivas (Nneamaka et al. 2024).

Onyebuchi Nneamaka, Biu Preye, Umoh Aniekan, Obaedo Bartholomew, Adegbite Abimbola, y Abatan Ayodeji. (2024). Reviewing the role of AI in environmental monitoring and conservation: A data-driven revolution for our planet. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 21. 161-171. 10.30574/wjarr.2024.21.1.2720.

Credit: Pexels contributors





4. Identificación de Desastres Naturales y Antrópicos: Los sistemas de IA pueden prever eventos como inundaciones, incendios forestales y deslizamientos de tierra al analizar datos meteorológicos y geoespaciales. Esto ayuda a las autoridades a tomar decisiones informadas y a mitigar el impacto de estos desastres (Kuglitsch et al. 2022).

Monique Kuglitsch, Arif Albayrak, Raúl Aquino, Allison Craddock, Jaselle Edward-Gill, Rinku Kanwar, Anirudh Koul, Jackie Ma, Alejandro Marti, Mythili Menon, Ivanka Pelivan, Andrea Toreti, Rudy Venguswamy, Tom Ward, Elena Xoplaki, A. Rea y J. Luterbacher (2022). La inteligencia artificial aplicada a la reducción de riesgos de desastre: oportunidades, retos y perspectivas. Vol. 71 (1). Organización Meteorológica Mundial. <https://wmo.int/es/resources/magazines/vol-71-1-2022>.

Credit: Pexels contributors





Plataformas Comerciales de IA para el Monitoreo Ambiental



Por Alex McFarland periodista y escritor sobre IA, febrero 2025

<https://www.unite.ai/es/Las-mejores-herramientas-de-inteligencia-artificial-para-el-monitoreo-ambiental/>

Plataforma	Descripción
Persefoni	Ofrece una plataforma integral de gestión de carbono que permite a las empresas medir y rastrear sus emisiones con precisión.
ARIA de BrainBox AI	Optimiza sistemas HVAC en edificios comerciales, reduciendo significativamente el consumo energético mediante aprendizaje automático.
Atmo	Proporciona predicciones meteorológicas precisas en tiempo real, crucial para la planificación de resiliencia climática.








Plataforma	Descripción
Inteligencia Ambiental de IBM	La Suite de Inteligencia Ambiental de IBM integra datos para ayudar a las organizaciones a monitorear y responder a riesgos climáticos.
FlyPix AI	Utiliza imágenes satelitales y de drones para analizar cambios en el uso del suelo y monitorear impactos ambientales.
CarbonBright	Ofrece evaluaciones instantáneas del impacto ambiental de productos de consumo a lo largo de su ciclo de vida.
Sylvera	Verifica proyectos de compensación de carbono, garantizando la credibilidad de las iniciativas de reducción de emisiones.
Infogrid	Es una plataforma de inteligencia artificial especializada en la gestión eficiente de edificios, con un enfoque en la sostenibilidad y la eficiencia energética.
Vortexa	Se especializa en el análisis y pronóstico de datos globales de transporte de energía.
FarmLab	Es una plataforma de monitoreo ambiental agrícola basada en IA, enfocada en la salud del suelo y prácticas sostenibles.









Metodologías Clave en el Monitoreo Ambiental

A continuación, se detallan las metodologías clave que utilizan IA en el contexto del monitoreo ambiental:

-  *Machine Learning* Supervisado y No Supervisado.
-  Redes Neuronales Convolucionales (CNN).
-  Sistemas de Información Geográfica (SIG) con IA.
-  Modelos de Regresión y Redes Neuronales Recurrentes (RNN).
-  Algoritmos Evolutivos y de Optimización.

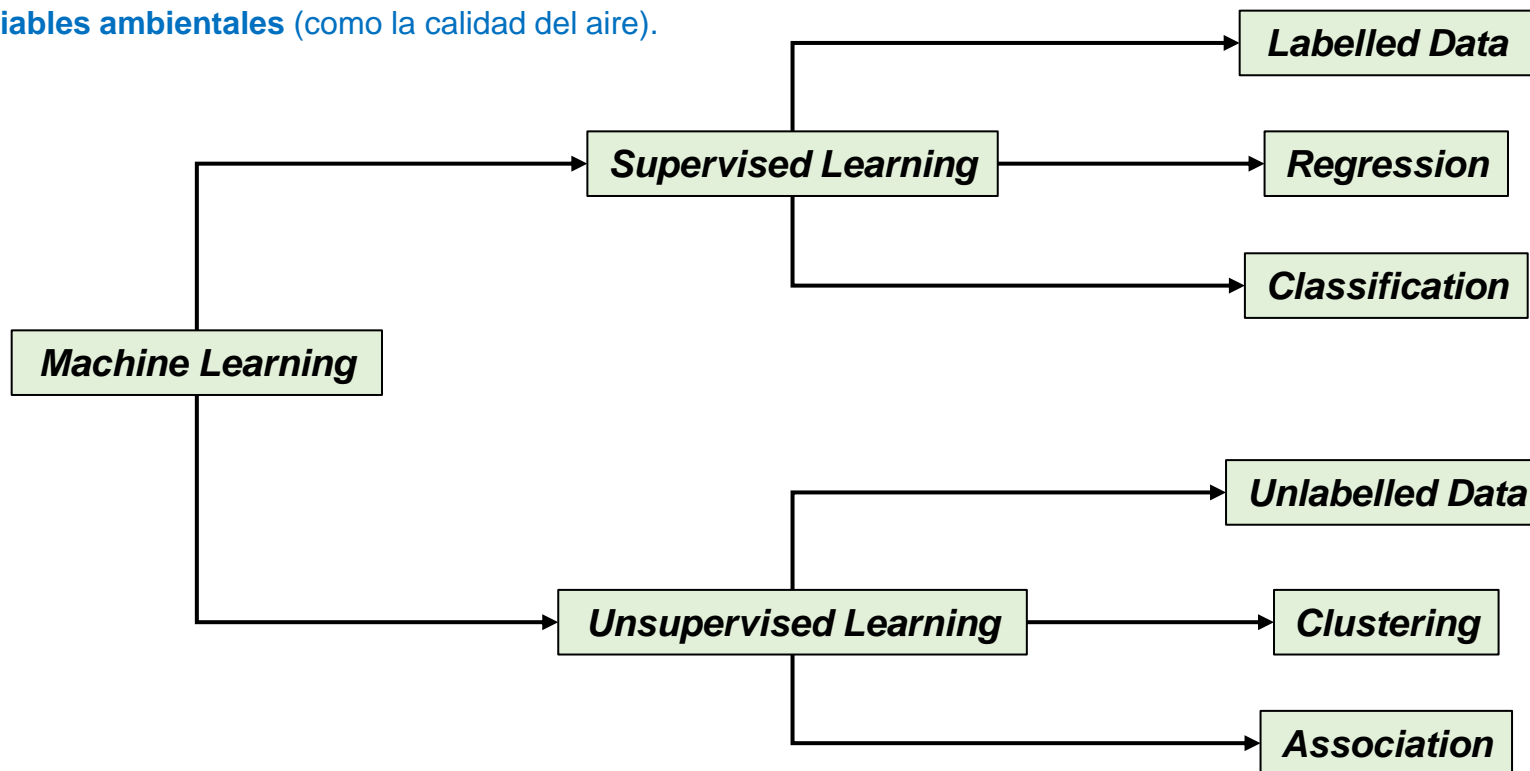


-  Análisis de Sentimientos y Datos No Estructurados.
-  Sensores Inteligentes e IoT (Internet de las Cosas).
-  *Deep Learning* y Modelos Híbridos.
-  Análisis de Datos Multiespectrales y LiDAR.
-  Sinergia de Datos Ópticos y Radar.
-  Simulación y Modelización de Fenómenos Ambientales.



Machine Learning

Supervisado: Este método se utiliza comúnmente en la **clasificación de imágenes satelitales** (como el uso del suelo o la cobertura forestal) y en la **predicción de variables ambientales** (como la calidad del aire).





No supervisado: Un ejemplo es el **análisis de clustering** en imágenes geoespaciales, que agrupa regiones con características semejantes, como tipos de vegetación o patrones térmicos.

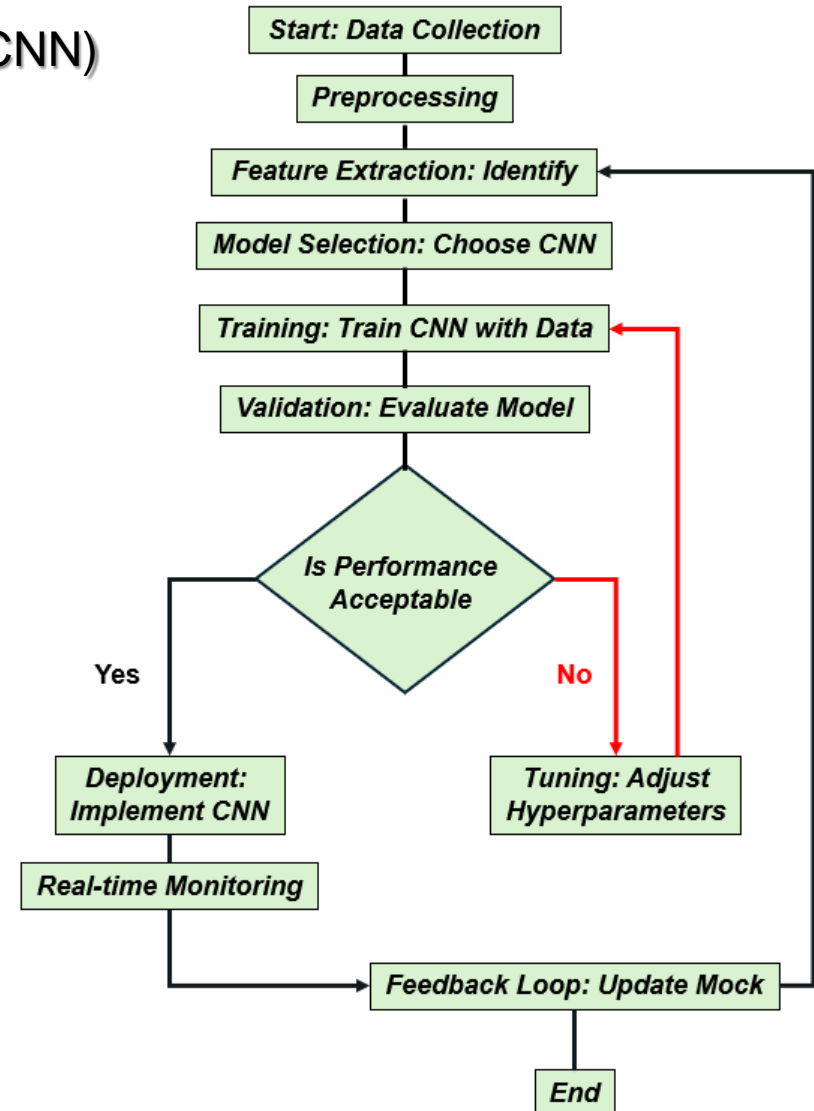


Redes Neuronales Convolucionales (CNN)

Las **redes neuronales convolucionales (CNN)** se utilizan para tareas como:

 **Reconocimiento de patrones geospaciales:** Identificación de objetos en imágenes satelitales o fotografías aéreas, como cuerpos de agua, áreas urbanas o bosques.

 **Segmentación de imágenes:** Dividir una imagen en regiones homogéneas para facilitar la interpretación, por ejemplo, en la cartografía de usos del suelo.





Sistemas de Información Geográfica (SIG) con IA

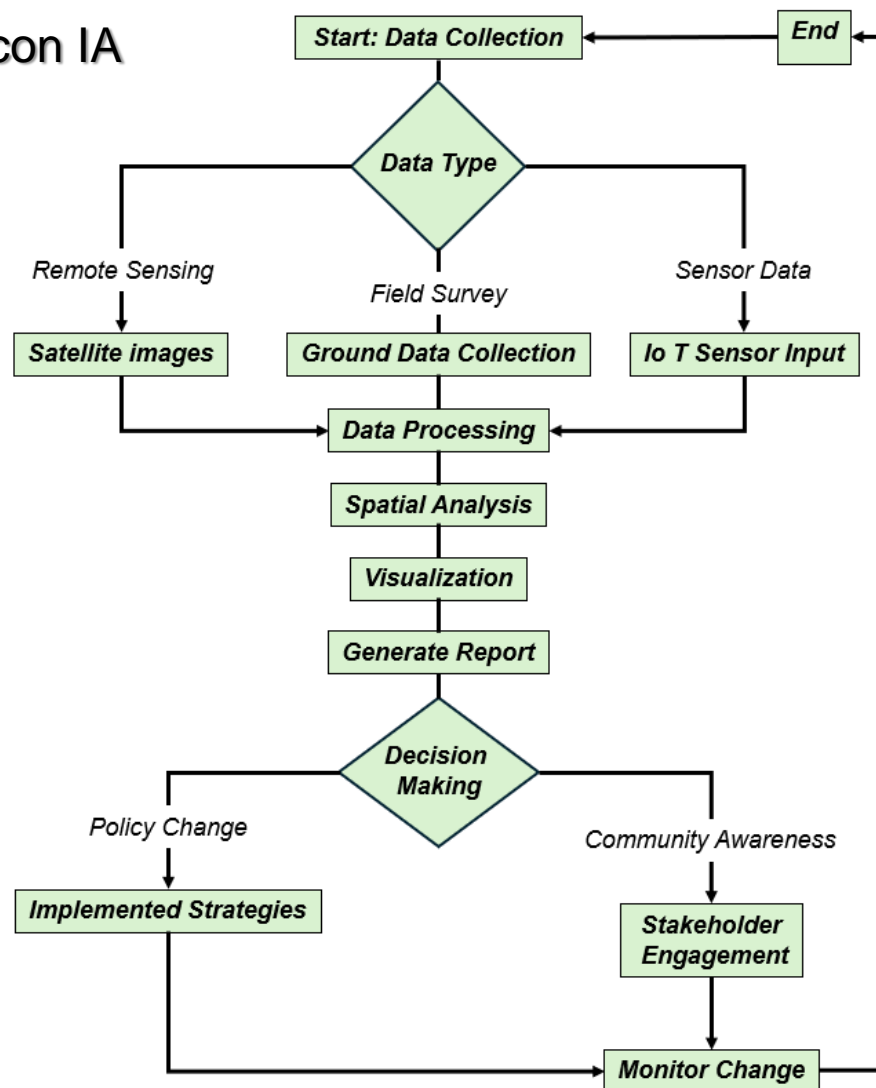
Los **Sistemas de Información Geográfica (SIG)** integrados con IA permiten analizar y procesar datos espaciales con técnicas avanzadas:



Análisis predictivo: Usando IA, se pueden generar modelos predictivos sobre eventos o cambios ambientales, como **pronósticos de desastres naturales** (inundaciones, deslizamientos de tierra, etc.) o **proyecciones de cambio climático**.



Optimización de rutas y distribución: La IA en SIG también optimiza la gestión del territorio, como en el caso de la planificación urbana sostenible o la **gestión de recursos naturales** (agua, energía, etc.).





Modelos de Regresión y Redes Neuronales Recurrentes (RNN)

Las **redes neuronales recurrentes (RNN)** son útiles para procesar datos temporales, lo que es especialmente relevante en el análisis de series temporales de variables ambientales. Esto es aplicable en áreas como:



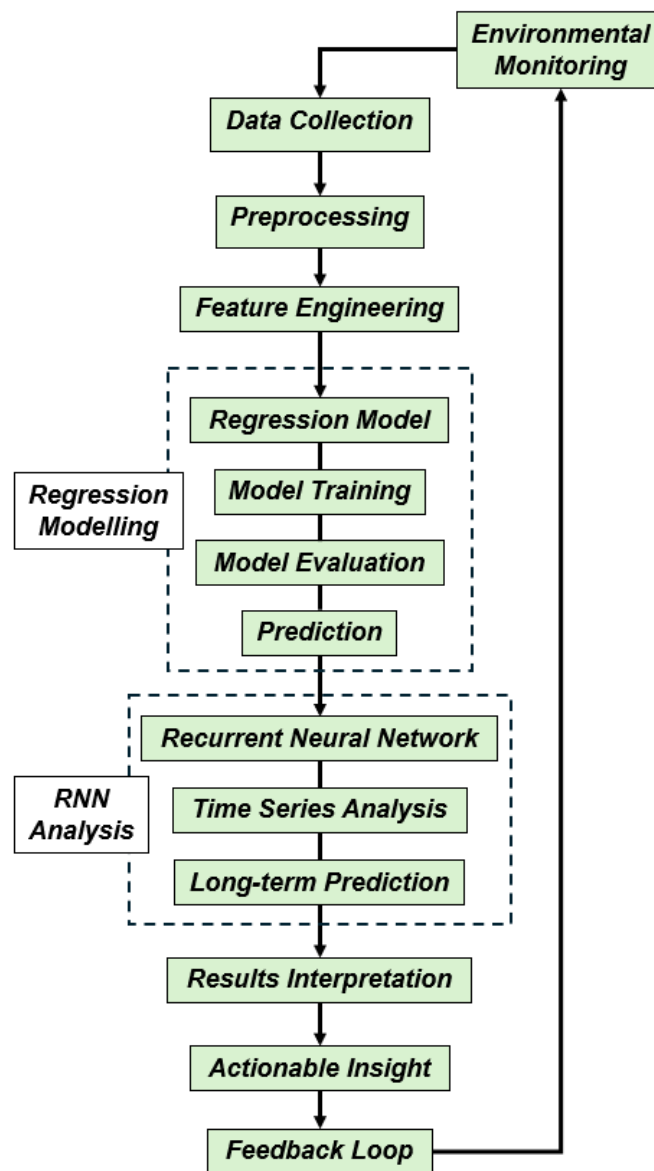
Predicción de calidad del aire: Análisis de tendencias y pronósticos a partir de datos históricos.



Monitoreo de variables climáticas: Como temperatura, humedad, velocidad del viento, etc.



Pronóstico hidrológico: Predicción de niveles de agua en cuencas fluviales o en embalses.





Algoritmos Evolutivos y de Optimización

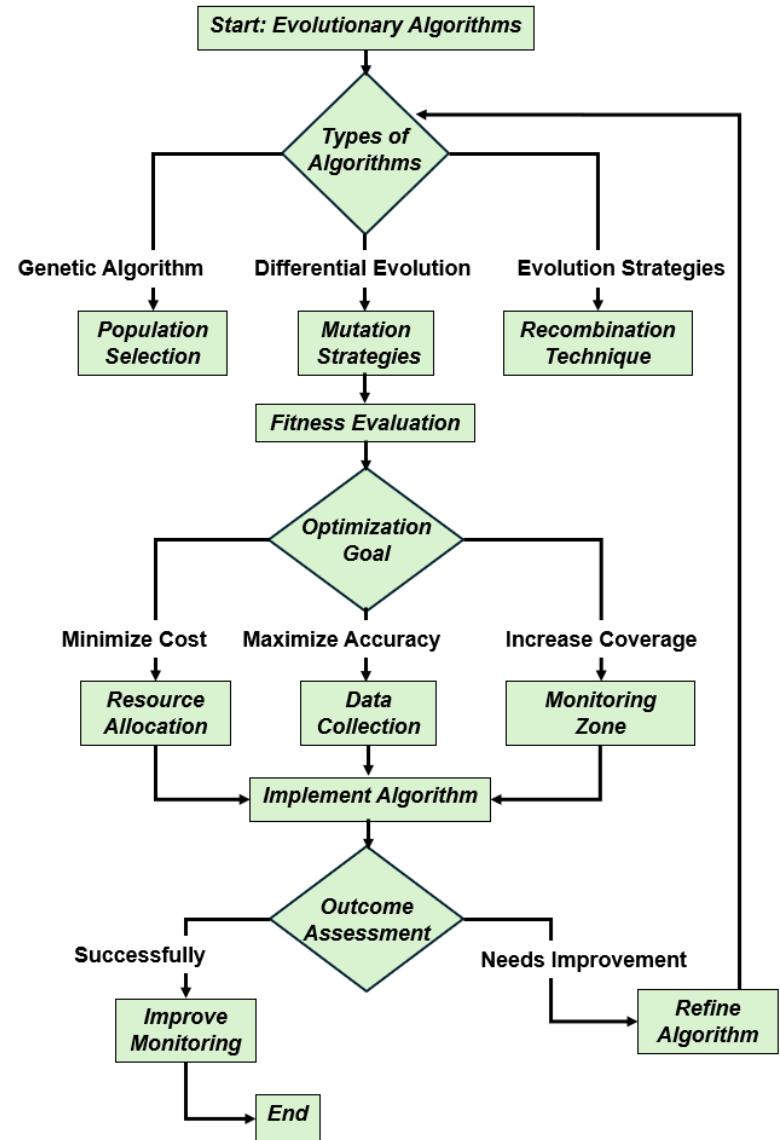
Los **algoritmos evolutivos**, como los algoritmos genéticos, son útiles para resolver problemas de optimización complejos en geotecnologías del ambiente. Ejemplos incluyen:



Optimización de la gestión de recursos naturales: Como la optimización de las rutas para la distribución de agua en sistemas de riego o la planificación de redes de energía renovable.



Modelado de ecosistemas: Estudio de los ecosistemas naturales y su evolución a través de simulaciones de optimización.





Análisis de Sentimientos y Datos No Estructurados

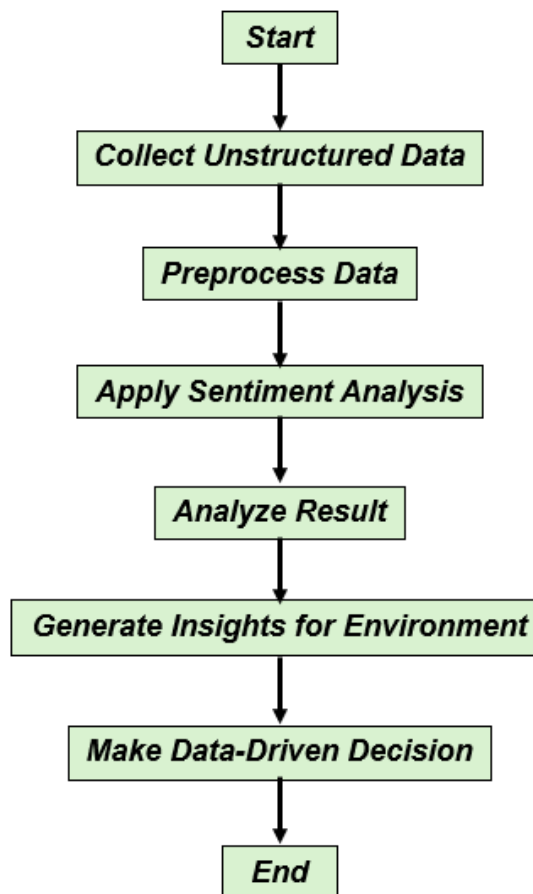
La IA aplicada al análisis de datos no estructurados también juega un papel clave en el análisis ambiental. Por ejemplo:



Monitoreo de medios sociales para estudiar la percepción pública sobre temas ambientales.



Análisis de datos textuales de investigaciones científicas o informes de impacto ambiental para identificar patrones, como la detección de tendencias sobre la biodiversidad o el cambio climático.





Sensores Inteligentes e IoT (Internet de las Cosas)

El uso de **sensores inteligentes** y dispositivos conectados en red permite recopilar datos ambientales en tiempo real (por ejemplo, calidad del aire, humedad, temperatura, o niveles de CO₂). Los algoritmos de IA se utilizan para procesar y analizar estos datos en tiempo real, lo que puede ser utilizado para:



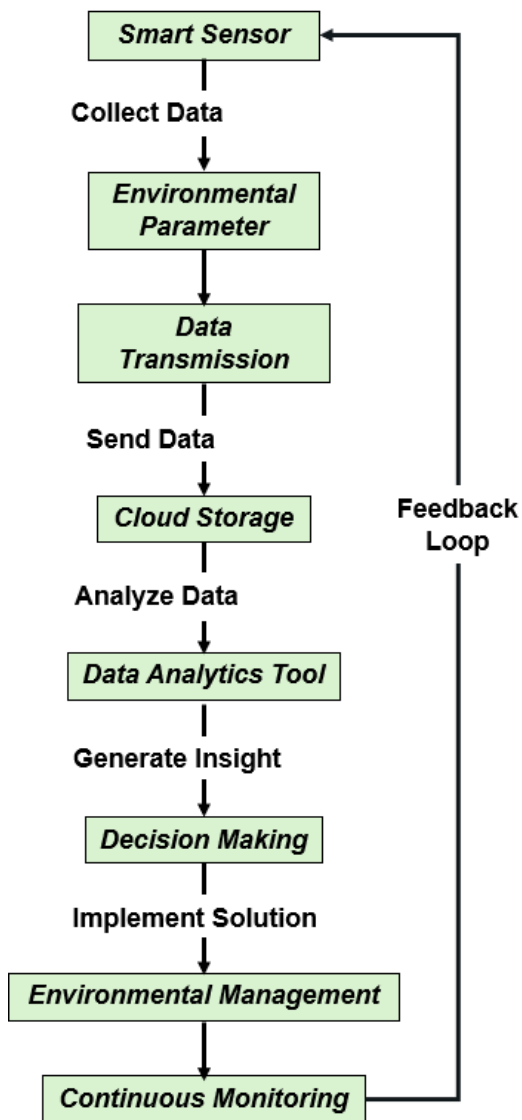
Monitoreo de la calidad del agua y del aire.



Predicción de eventos climáticos extremos basados en datos de sensores distribuidos.



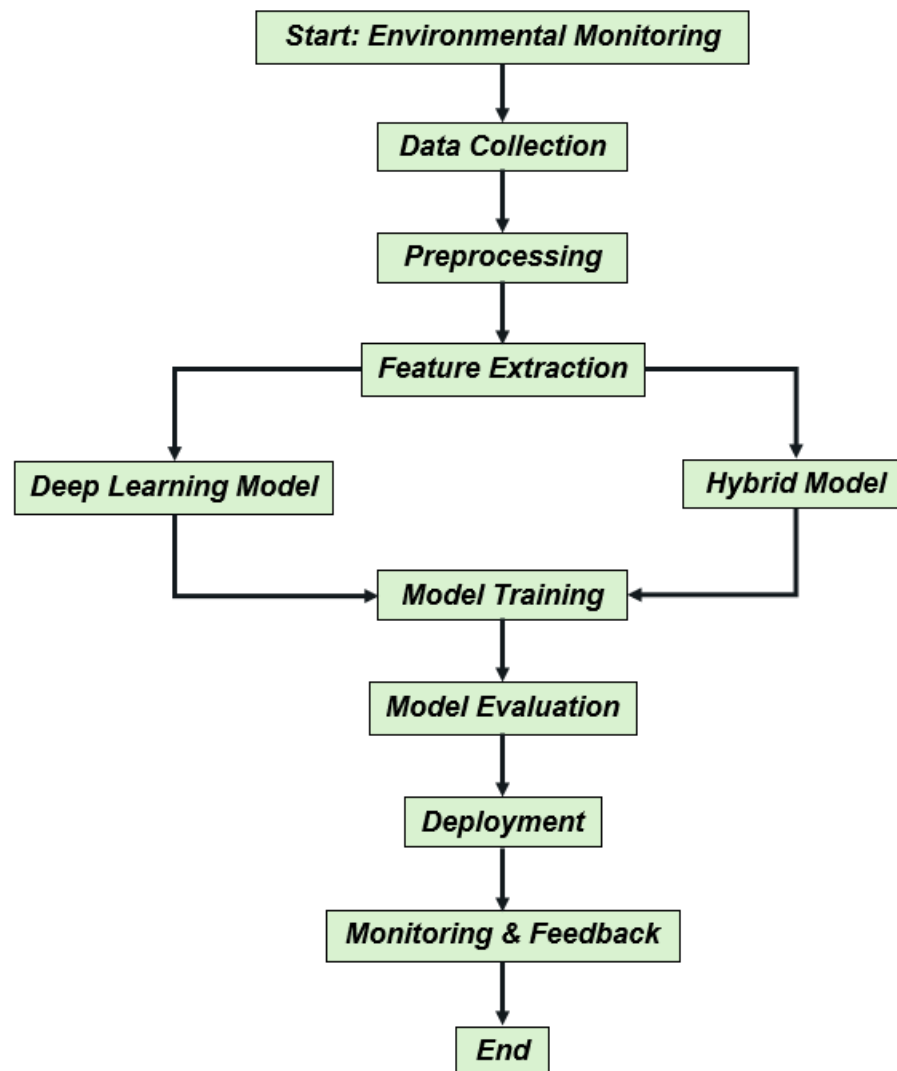
Gestión de la contaminación y del cambio climático a través de redes de sensores que informan sobre la evolución de variables críticas.





Deep Learning y Modelos Híbridos

En campos complejos como la **simulación del cambio climático**, los métodos de **Deep Learning** pueden integrarse con otros modelos matemáticos y físicos para aumentar la precisión de las tendencias. Un caso representativo es la **modelización de la biodiversidad** y su conexión con factores climáticos mediante redes neuronales profundas, las cuales se entrenan utilizando grandes cantidades de datos provenientes de diversas fuentes.





Análisis de Datos Multiespectrales y LiDAR

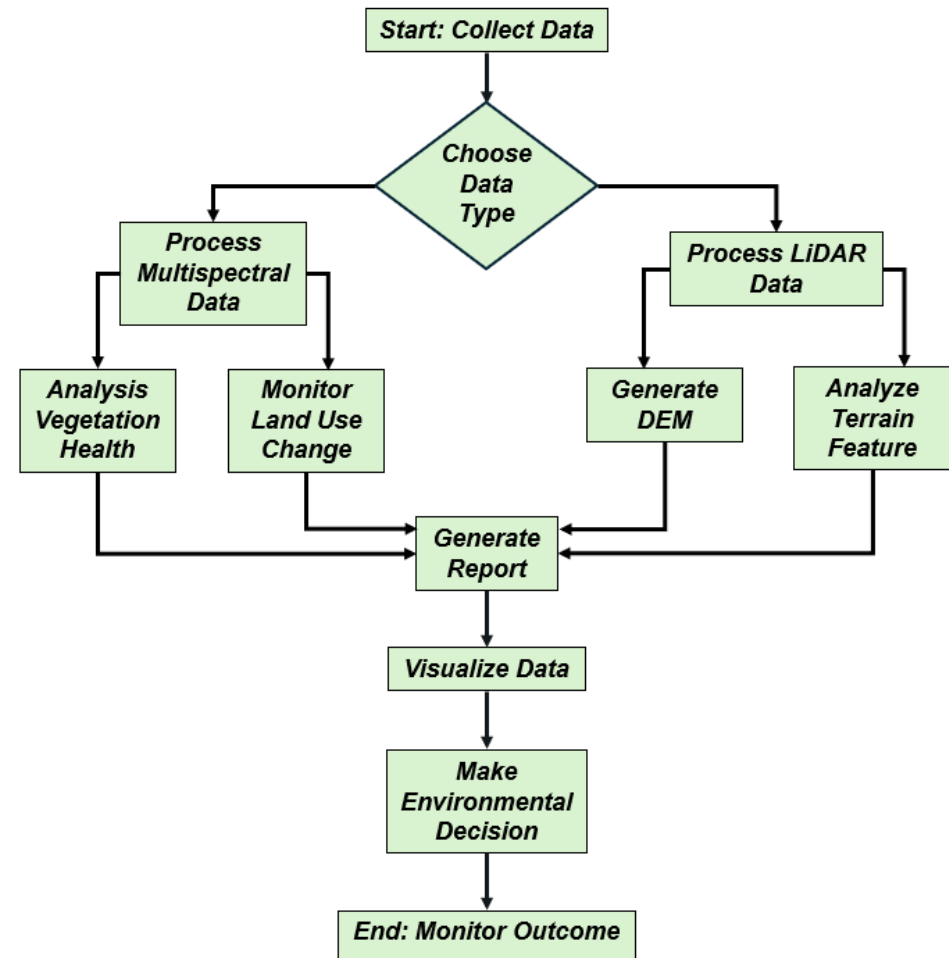
La IA también se aplica al procesamiento de datos obtenidos mediante tecnologías como el **LiDAR** (*Light Detection and Ranging*) y los **sensores multiespectrales** de satélites, lo que permite:



Mapeo 3D del terreno para la identificación de riesgos geológicos o estructurales.



Análisis de vegetación y su salud mediante imágenes multiespectrales para estudiar la dinámica de los bosques y otras coberturas vegetales.





Sinergia de Datos Ópticos y Radar

La fusión de datos ópticos y de radar, con el apoyo de la inteligencia artificial (IA), supera las limitaciones de cada tipo de dato al extraer información valiosa y facilitar la integración de datos. Esto tiene varias aplicaciones en el monitoreo ambiental, como:



Monitoreo de la deforestación: Permite identificar cambios en la cobertura forestal, incluso en condiciones difíciles (nubosidad, humo, etc.).



Gestión de recursos hídricos: Combinando datos de humedad del suelo con datos ópticos, se mejora la gestión del agua.



Monitoreo de la calidad del agua: Los datos ópticos pueden indicar la presencia de algas y sedimentos, mientras que el radar detecta contaminantes. La IA puede integrar esta información para evaluar la calidad del agua.

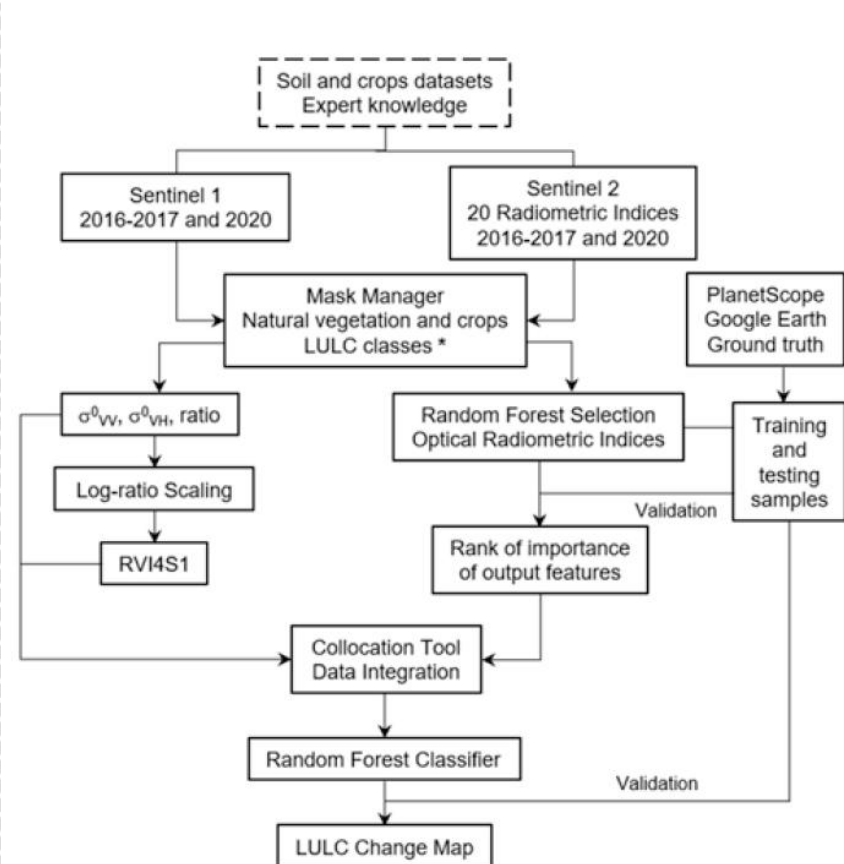
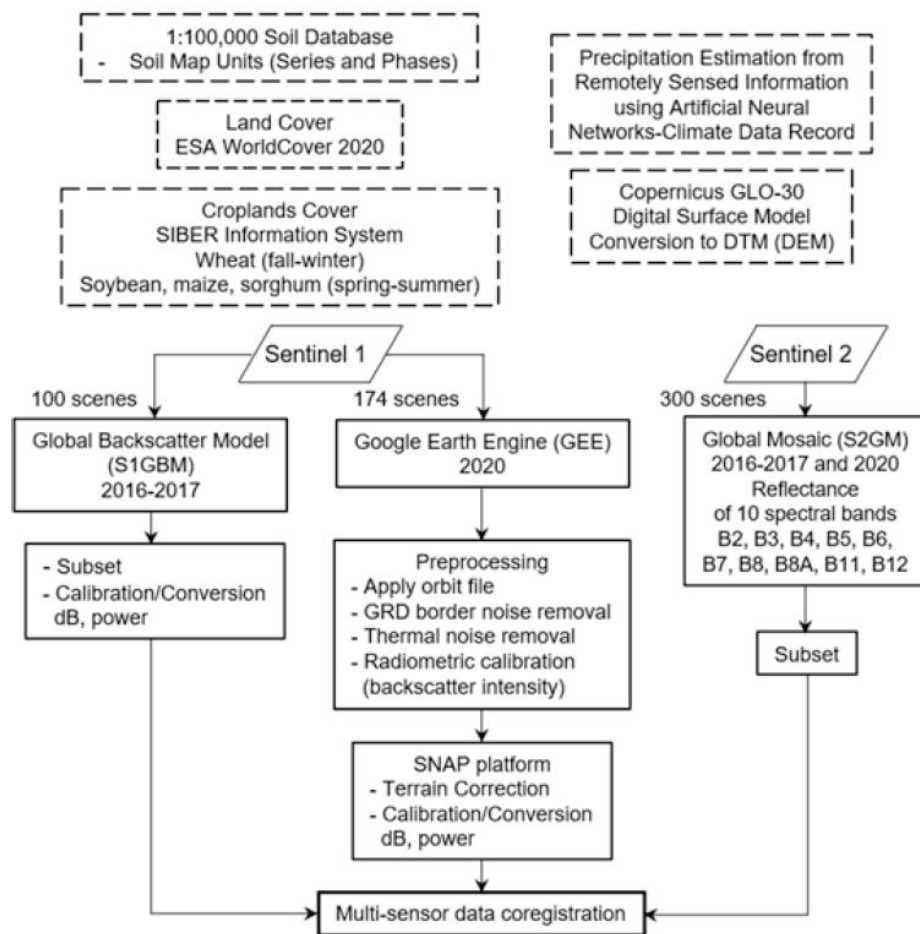


Monitoreo de desastres naturales: Los datos de radar son eficaces para supervisar inundaciones y deslizamientos, penetrando nubes y vegetación. La IA analiza estos datos para prever desastres y evaluar daños.

En resumen, la combinación de datos ópticos y de radar, mejorada por la IA, está revolucionando el monitoreo ambiental, permitiendo una gestión más eficaz de los recursos naturales.



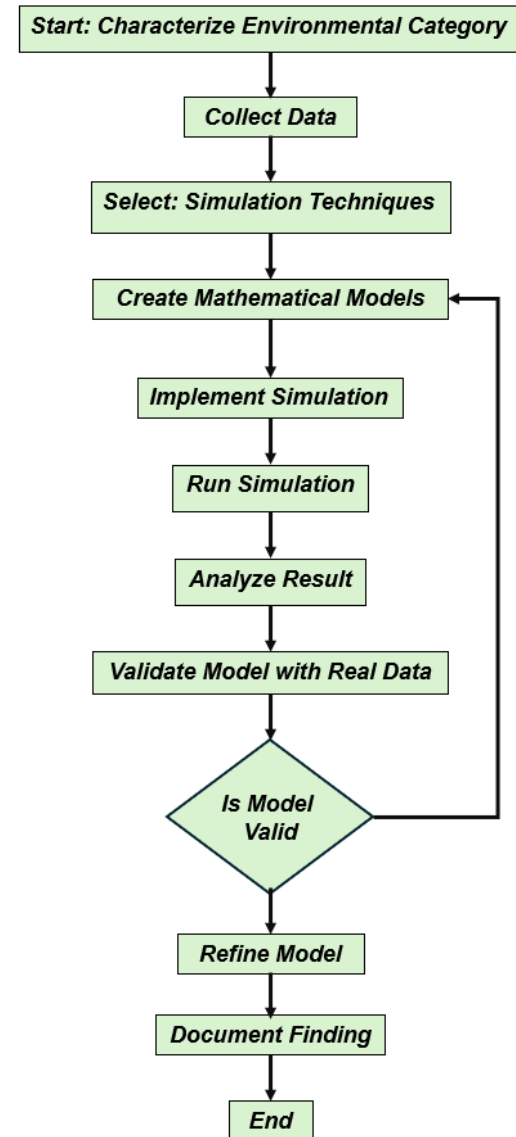
del Valle et al. 2023





Simulación y Modelización de Fenómenos Ambientales

En este ámbito, se integran simulaciones de fenómenos ambientales (como la propagación de contaminantes en cuerpos de agua o el impacto de fenómenos meteorológicos extremos) con modelos basados en IA para optimizar la toma de decisiones y la gestión de recursos.





Casos de Estudio Globales

Caso de Estudio	Método de IA	Aplicación	Resultados	Referencia
Monitoreo de la Deforestación en la Amazonía	<i>Deep Learning</i>	Detección de cambios en la cobertura forestal usando imágenes satelitales.	Identificación de áreas deforestadas con un 95 % de precisión, permitiendo acciones rápidas de conservación.	Hansen et al. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. <i>Science</i> .
Pronóstico de Calidad del Aire en Beijing	Redes Neuronales Artificiales	Predicción de niveles de contaminantes (PM2.5, NO ₂) en tiempo real.	Mejora del 20 % en la precisión de pronósticos comparado con métodos tradicionales.	Zhang et al. (2018). Air Quality Prediction Using Deep Learning. <i>Environmental Pollution</i> .



Caso de Estudio	Método de IA	Aplicación	Resultados	Referencia
Detección de Incendios Forestales en California	Visión por Computadora	Análisis de imágenes satelitales para identificar incendios activos.	Reducción del tiempo de detección de incendios de horas a minutos, permitiendo una respuesta más rápida.	Radke et al. (2019). Fire Detection Using Satellite Imagery and Deep Learning. <i>Remote Sensing</i> .
Optimización de Riego en Agricultura en España	Algoritmos Genéticos	Optimización del uso de agua en cultivos basado en datos climáticos y de suelo.	Ahorro del 30 % en el consumo de agua sin afectar la productividad de los cultivos.	López et al. (2020). Optimización del Riego Usando Algoritmos Genéticos. <i>Journal of Agricultural Science</i> .



Caso de Estudio	Método de IA	Aplicación	Resultados	Referencia
Monitoreo de Glaciares en los Andes	Machine Learning	Análisis de imágenes satelitales para medir el retroceso de glaciares.	Identificación de una pérdida del 15% de la masa glaciar en la última década.	Rabatel et al. (2018). Glacier Mass Balance in the Andes Using Machine Learning. <i>The Cryosphere</i> .
Gestión de Residuos en Singapur	Sistemas de Inferencia Difusa	Optimización de rutas de recolección de residuos basada en datos en tiempo real.	Reducción del 25% en costos de recolección y disminución de emisiones de CO ₂ .	Tan et al. (2017). Fuzzy Logic for Waste Collection Optimization. <i>Waste Management</i> .
Predicción de Inundaciones en Bangladesh	Análisis de Series Temporales	Modelado de patrones de lluvia y niveles de ríos para predecir inundaciones.	Mejora del 40 % en la precisión de alertas tempranas, reduciendo el impacto en comunidades vulnerables.	Islam et al. (2020). Flood Prediction Using Time Series Analysis. <i>Natural Hazards</i> .



Caso de Estudio	Método de IA	Aplicación	Resultados	Referencia
Detección de Especies Invasoras en Australia	Visión por Computadora	Identificación de especies invasoras mediante drones y cámaras térmicas.	Detección temprana de especies como el sapo de caña, reduciendo su propagación en un 50 %.	González et al. (2019). Invasive Species Detection Using Drones. <i>Ecological Informatics</i> .
Monitoreo de la Calidad del Agua en el Río Gange	Sistemas Expertos	Diagnóstico de contaminantes y recomendaciones para la gestión del agua.	Identificación de fuentes de contaminación y reducción del 20% en niveles de contaminantes en áreas críticas.	Kumar et al. (2021). Expert Systems for Water Quality Management. <i>Environmental Science and Technology</i> .
Análisis de Cambio Climático en el Ártico	Big Data Analytics	Integración de datos satelitales y climáticos para estudiar el deshielo.	Identificación de una aceleración del deshielo en un 12 % respecto a décadas anteriores.	Overeem et al. (2020). Big Data for Arctic Climate Change Studies. <i>Nature Climate Change</i> .



Casos de Estudio en Argentina

Caso de Estudio	Método de IA	Aplicación	Resultados	Referencia
Monitoreo de Sequías en la Región Pampeana	Machine Learning	Predicción de sequías basada en datos climáticos y satelitales.	Mejora del 30 % en la precisión de pronósticos, ayudando a agricultores a planificar mejor sus cultivos.	Bert et al. (2020). Machine Learning for Drought Prediction in Argentina. <i>Agricultural Systems</i> .
Detección de Inundaciones en la Cuenca del Plata	Redes Neuronales Artificiales	Modelado de inundaciones usando datos hidrológicos y satelitales.	Alertas tempranas con un 85 % de precisión, reduciendo el impacto en comunidades afectadas.	Penalba et al. (2019). Flood Modeling in the Plata Basin Using Neural Networks. <i>Hydrology</i> .



Caso de Estudio	Método de IA	Aplicación	Resultados	Referencia
Monitoreo de la Deforestación en el Chaco Seco	Deep Learning	Análisis de imágenes satelitales para detectar cambios en la cobertura forestal.	Identificación de áreas deforestadas con un 90 % de precisión, permitiendo acciones de conservación más efectivas.	Gasparri et al. (2021). Deforestation Monitoring in the Dry Chaco Using Deep Learning. <i>Remote Sensing</i> .
Gestión de Recursos Hídricos en Mendoza	Sistemas de Inferencia Difusa	Optimización del uso de agua para riego en zonas áridas.	Ahorro del 25 % en el consumo de agua, mejorando la eficiencia en la agricultura local.	Vich et al. (2018). Fuzzy Logic for Water Management in Mendoza. <i>Water Resources Management</i> .
Monitoreo de Glaciares en los Andes Argentinos	Visión por Computadora	Análisis de imágenes satelitales para medir el retroceso de glaciares.	Identificación de una pérdida del 10 % de la masa glaciar en la última década.	Ruiz et al. (2020). Glacier Retreat in the Andes Using Satellite Imagery. <i>Journal of Glaciology</i> .



Caso de Estudio	Método de IA	Aplicación	Resultados	Referencia
Detección de Incendios Forestales en Patagonia	Machine Learning	Detección temprana de incendios usando imágenes satelitales y drones.	Reducción del tiempo de detección de incendios de horas a minutos, permitiendo una respuesta más rápida.	Gaitán et al. (2021). Fire Detection in Patagonia Using Machine Learning. <i>Fire Ecology</i> .
Monitoreo de la Calidad del Agua en el Río Matanza-Riachuelo	Sistemas Expertos	Diagnóstico de contaminantes y recomendaciones para la gestión del agua.	Identificación de fuentes de contaminación y reducción del 15% en niveles de contaminantes en áreas críticas.	Cirelli et al. (2019). Expert Systems for Water Quality in the Matanza-Riachuelo Basin. <i>Environmental Management</i> .



Caso de Estudio	Método de IA	Aplicación	Resultados	Referencia
Predicción de Cosechas en la Pampa Húmeda	Análisis de Series Temporales	Predicción de rendimientos agrícolas basada en datos climáticos y de suelo.	Mejora del 20 % en la precisión de pronósticos, ayudando a optimizar la planificación agrícola.	Mercau et al. (2020). Crop Yield Prediction in Argentina Using Time Series Analysis. <i>Agricultural Systems</i> .
Detección de Especies Invasoras en el Delta del Paraná	Visión por Computadora	Identificación de especies invasoras mediante drones y cámaras térmicas.	Detección temprana de especies como el castor, reduciendo su impacto en los ecosistemas locales.	Ballari et al. (2022). Invasive Species Detection in the Paraná Delta Using Drones. <i>Biological Invasions</i> .
Análisis de Cambio Climático en la Patagonia	Big Data Analytics	Integración de datos satelitales y climáticos para estudiar el cambio climático.	Identificación de una aceleración en el aumento de temperaturas y cambios en los patrones de precipitación.	Barros et al. (2021). Climate Change in Patagonia Using Big Data. <i>Journal of Climate</i> .



Perspectivas y Retos de la IA en el Monitoreo Ambiental

A pesar de los progresos realizados, la adopción de la IA en el monitoreo ambiental presenta obstáculos. Uno de los más significativos es el efecto ambiental que genera la tecnología misma, debido al elevado consumo de energía implicado en el entrenamiento de modelos. Es fundamental encontrar un equilibrio entre las ventajas que ofrece la IA y las prácticas sostenibles que reduzcan su impacto ecológico (De Leon, 2024).

De Leon, Julian. (2024). El impacto ambiental de la inteligencia artificial: Una revisión de literatura. 10.13140/RG.2.2.11412.41606.

Credit: Pexels contributors





Análisis del Contexto Nacional

El uso de IA en geotecnologías para el monitoreo ambiental en Argentina se enfrenta a varios obstáculos que restringen su eficacia y progreso. A pesar del gran potencial de estas tecnologías, hay barreras estructurales, económicas, políticas y técnicas que complican su adopción y expansión, por ejemplo:



Baja Disponibilidad y Calidad de Datos.



Limitaciones en Infraestructura y Recursos Tecnológicos.



Falta de Coordinación entre el Sector Público, Privado y Académico.



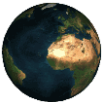
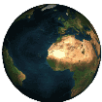

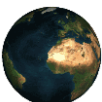


Capacitación y Formación de Recursos Humanos.



Problemas Económicos y Contexto Político.



¿Cómo Mejorar la Eficiencia de la IA en Geotecnologías Ambientales?

-  Reforzar la infraestructura dedicada al monitoreo ambiental, aumentando el número de estaciones, sensores y satélites propios.
-  Impulsar políticas públicas que permitan el acceso abierto a datos ambientales, con el fin de mejorar la disponibilidad de información.
-  Promover la inversión en infraestructura digital, buscando disminuir la dependencia de tecnologías externas.
-  Estimular la colaboración entre universidades, el sector privado y el gobierno para desarrollar proyectos integrados.
-  Capacitar a especialistas en IA aplicada al monitoreo ambiental a través de programas académicos y becas específicas.
-  Asegurar financiamiento continuo para proyectos que vinculen la IA y el ambiente, reduciendo la burocracia involucrada.