



**Sistema informático para la predicción de datos de las  
precipitaciones utilizando la inteligencia artificial**  
***Computer system for predicting rainfall data using artificial  
intelligence***

Ariamna Crespo Lara

<https://orcid.org/0000-0001-9124-7372>

Julio César Quintana Zaez

<https://orcid.org/0000-0003-0823-0444>

Oscar Brown Manrique

<https://orcid.org/0000-0003-3713-3408>

Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Ciego de Ávila, Cuba

[ariamnacrespo@gmail.com](mailto:ariamnacrespo@gmail.com) [cjquintanazaez@gmail.com](mailto:cjquintanazaez@gmail.com)

[oscarbrowmanrique@gmail.com](mailto:oscarbrowmanrique@gmail.com)

---

**Recibido:** 2025/08/13

**Aceptado:** 2025/11/10

**Publicado:** 2025/12/19

---

**Artículo original**

**Resumen**

**Introducción:** Predecir datos de las precipitaciones es de vital importancia para el desarrollo de todos los países debido a la influencia del agua en diferentes aspectos de la vida. No obstante, en el proceso actual de predicción se presentan insuficiencias que atentan contra el buen desempeño de esta tarea. En la actualidad el aprendizaje automatizado y el empleo de herramientas flexibles para el desarrollo de aplicaciones llamadas inteligentes se encuentran en auge. **Objetivo:** Se proponer el desarrollo de una aplicación web que ayude a la realización del proceso de predicción de datos de las precipitaciones en la provincia de Ciego de Ávila. **Método:** La solución propuesta consiste en una aplicación que emplea aprendizaje automatizado para lograr tal tarea predictiva. Desarrollada utilizando herramientas actuales tales como el lenguaje *Python* y *framework FastAPI* para la implementación de los microservicios. Como metodología, se acordó utilizar XP dada su alta flexibilidad. **Resultados:** la herramienta conseguida posibilita aprender y reconocer patrones nunca vistos, reducir la dependencia de especialista y al mismo tiempo constituir apoyo para estos últimos.

e9007

Cite este artículo como:

Crespo Lara, A., Quintana Zaez, J.C. y Brown Manrique, O. (2025). Sistema informático para la predicción de datos de las precipitaciones utilizando la inteligencia artificial. *Universidad & ciencia*, 14(Especial CIVITEC), e9007.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9007>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17969429>



**Conclusión:** Finalmente, podemos concluir que con el empleo de herramientas inteligentes en nuestros días se reducen los tiempos de procesamiento de datos lo que se traduce en mejoras en la toma de decisiones.

**Palabras clave:** aprendizaje automatizado; forecasting; precipitaciones; predicción; microservicios

### **Abstract**

**Introduction:** Forecasting rainfall data is of vital importance for the development of all countries due to the influence of water on different aspects of life. However, the current prediction process presents insufficiencies that undermine the good performance of this task. Currently, machine learning and the use of flexible tools for the development of so-called intelligent applications are booming. **Objective:** To propose the development of a web application that helps to carry out the process of predicting rainfall data in the province of Ciego de Ávila. **Method:** The proposed solution consists of an application that uses machine learning to achieve such a predictive task. Developed using current tools such as the Python language and FastAPI framework for the implementation of microservices. As a methodology, it was agreed to use XP given its high flexibility. **Results:** the tool obtained makes it possible to learn and recognize never-before-seen patterns, reduce dependence on specialists and at the same time provide support for the latter. **Conclusion:** Finally, we can conclude that with the use of intelligent tools nowadays, data processing times are reduced, which translates into improvements in decision-making.

**Keywords:** forecasting; machine learning; microservices; precipitation; prediction

### **Introducción**

La meteorología es una ciencia que se encarga de estudiar y predecir el clima y los fenómenos atmosféricos. A lo largo de la historia, se han empleado diversas tecnologías para realizar tales predicciones, pero en la actualidad la Inteligencia Artificial (IA) está ganando terreno en este campo. La IA ha demostrado ser una herramienta poderosa en diversos ámbitos(Forero Corba y Bennasar, 2024), y en la meteorología no es la excepción (Adewumi *et al.*, 2025).

e9007

Cite este artículo como:

Crespo Lara, A., Quintana Zaez, J.C. y Brown Manrique, O. (2025). Sistema informático para la predicción de datos de las precipitaciones utilizando la inteligencia artificial. *Universidad & ciencia*, 14(Especial CIVITEC), e9007.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9007>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17969429>



La utilización de la IA en la meteorología tiene varios beneficios significativos. En primer lugar, permite una mejor comprensión de los complejos sistemas climáticos y una mayor precisión en las predicciones a corto y largo plazo. Esto es especialmente importante en áreas propensas a desastres naturales, donde las predicciones meteorológicas precisas pueden ayudar a salvar vidas y reducir daños (Dada, *et al.*, 2021; Dimri *et al.*, 2020; Fathi *et al.*, 2022).

La Universidad de Ciego de Ávila cuenta con una facultad de Ingeniería Hidráulica y un grupo de investigación en recursos hidráulicos, este último su principal tarea es desarrollar investigaciones y tecnología para entender, analizar y tomar decisiones sobre datos relacionados a los recursos hídricos y el clima en general (Almeida y Brown, 2023; Hernández y Brown, 2022).

El centro de estudios, a pesar de sus contribuciones, carece de la capacidad de análisis de datos inteligentes necesaria para el monitoreo y pronóstico de eventos hidrometeorológicos, lo que limita su investigación. En consecuencia, esta investigación propone la creación de una aplicación web impulsada por tecnologías emergentes, específicamente la Inteligencia Artificial, para mejorar el proceso de predicción de datos meteorológicos. El objetivo principal de la presente investigación es diseñar una aplicación web que apoye la predicción de datos de las precipitaciones, con el grupo de investigación de Hidrotecnia de la Universidad Máximo Gómez en la provincia de Ciego de Ávila.

### **Materiales y Métodos**

En esta sección se realiza una breve introducción a los antecedentes del proceso de predicción de datos de las precipitaciones donde primeramente se introducen las características del mencionado proceso, seguidamente se analizan las tendencias históricas y los principales aportes al campo de estudio. Posteriormente se detallan las principales herramientas utilizadas en el estado-del-arte para el desarrollo de aplicaciones inteligentes.

### **Proceso de predicción de datos de las precipitaciones**

Las precipitaciones son hidrometeoros que se producen cuando las nubes compuestas de pequeñas partículas de agua se enfrían, produciendo aceleración en

e9007

Cite este artículo como:

Crespo Lara, A., Quintana Zaez, J.C. y Brown Manrique, O. (2025). Sistema informático para la predicción de datos de las precipitaciones utilizando la inteligencia artificial. *Universidad & ciencia*, 14(Especial CIVITEC), e9007.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9007>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17969429>



la condensación, por lo tanto, estas partículas se unen formando porciones de agua mayores y caen a la superficie de la tierra. Existen diferentes tipos de precipitaciones que se pueden clasificar según, su origen en; Precipitación Convectiva, Precipitación Orográfica y Precipitación Ciclónica. También pueden ser clasificadas según su intensidad en débiles, moderadas, fuertes, muy fuertes y torrenciales (Segura y Figuero, 2020).

La toma de decisiones es un proceso esencial que implica seleccionar entre opciones o soluciones para afrontar situaciones cotidianas. La Inteligencia Artificial (IA), la Minería de Datos (MD) y el Aprendizaje Automatizado (AA) juegan un papel fundamental en este proceso, proporcionando herramientas para encontrar información valiosa en grandes volúmenes de datos (Rodríguez *et al.*, 2021). La MD se centra en la extracción de conocimiento a partir de los datos, mientras que el AA busca patrones, relaciones y asociaciones que permitan la toma de decisiones informadas. En este contexto, el trabajo se enfoca en la aplicación de AA para el análisis de datos y la búsqueda de información relevante que pueda ser útil en la predicción de datos de precipitaciones y por ende contribuir a la toma de decisiones.

El Aprendizaje Automático (AA) es una rama de la Inteligencia Artificial que se enfoca en desarrollar modelos predictivos a través de la programación explícita. Se distingue por su capacidad de aprender de los datos, permitiendo a las computadoras identificar patrones y extraer conclusiones a partir de la observación en el mundo real (Forero y Bennasar, 2024; Liu y Lang, 2019). Existen diferentes tipos de AA, de los cuales se mencionan a continuación los dos más relevantes para la investigación en curso:

Aprendizaje Supervisado: También conocido como “*Supervised Machine Learning*” son algoritmos que permiten a la máquina aprender datos etiquetados que el supervisor ya ha entrenado dando respuestas acertadas, además requiere de un conjunto de documentos estos son: el training set utilizado para aprender las características de diferenciación y test set sirve para validar la clasificación (Gerón, 2022).



Aprendizaje No supervisado: Es lo contrario del aprendizaje supervisado, aquí no se clasifican, ni etiquetan los datos, permitiendo que los algoritmos procedan de forma directa con la información, sin necesidad de buscar los patrones, por lo tanto, actúan en datos que no han sido revisados o supervisados (Gerón, 2022).

### **Tendencias históricas del proceso de predicción de datos de las precipitaciones**

Los autores (Segura y Figuero, 2020) en su artículo aseguran que, en la actualidad con el avance de la tecnología se puede contar con las técnicas de aprendizaje automático y lograr desarrollar un algoritmo fiable para la predicción de precipitaciones de lluvias. En la investigación (Brenes, 2020) realizó una comparación de la capacidad predictiva de los modelos de Árboles de decisión, Bosques aleatorios y *XGBoosting* al modelar el caudal promedio horario en la estación hidrológica Palmar, ubicada sobre el río Grande de Térraba en la región Pacífico-Sur de Costa Rica. El resultado de la investigación es que, para este caso particular, el modelo de Bosques aleatorios es el que tiene un mejor desempeño en ambos escenarios. Además, la imputación de datos faltantes en las variables predictoras generó mejoras en el desempeño de todos los modelos.

Se toma en cuenta el trabajo de investigación de (Vilca y Torres, 2019) para la predicción del caudal efluente (descarga) en la Represa de Aguada Blanca, perteneciente a la Autoridad Autónoma de Majes (AUTODEMA), donde se introduce el uso de redes de memoria a corto y largo plazo (LSTM, por el inglés *Long Short Term Memory*). Esta predicción, constituye una etapa importante para el buen acuerdo y toma de decisiones del área competente del Sistema de Alerta Temprana (SAT). Por tal motivo, los autores proponen el desarrollo de una metodología para la implementación de la red LSTM que permita evaluar el caudal efluente y sirva para la prevención y una buena toma de decisiones preventivas en los diferentes niveles de alertas tempranas. Otros estudios fueron analizados, por cuestiones de espacio se consideró su análisis mediante la siguiente tabla, la cual contempla la referencia al trabajo, nacionalidad de los mismos, métodos aplicados y datos empleados Tabla 1.

#### **Tabla 1**

*Principales resultados del estado-del-arte analizados.*

e9007

Cite este artículo como:

Crespo Lara, A., Quintana Zaez, J.C. y Brown Manrique, O. (2025). Sistema informático para la predicción de datos de las precipitaciones utilizando la inteligencia artificial. *Universidad & ciencia*, 14(Especial CIVITEC), e9007.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9007>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17969429>



Autor	Nacionalidad	Inteligencia Artificial	Datos
(Segura y Figuero, 2020)	Extranjero	Si	velocidad de viento, humedad relativa, precipitación, temperatura
(Brenes, 2020)	Extranjero	Si	caudal promedio horario
(Rodriguez <i>et al.</i> , 2021)	Extranjero	Si	sensores remotos,
(Vila y Torres, 2019)	Extranjero	Si	volumen de agua efluente, evaporación del agua, temperatura y precipitación
(Quesada <i>et al.</i> , 2023)	Nacional	No	temperatura, presión en superficie, componentes del viento, contenido de vapor de agua a 2 metros

Según lo observado en los estudios del estado-del-arte se puede concluir que los aportes presentados por los autores contienen la relevancia y actualidad suficiente para sugerir que el empleo del aprendizaje automatizado constituye una herramienta útil para la predicción de datos de precipitaciones.

### **Herramientas informáticas utilizadas en el proceso de predicción de datos de las precipitaciones**

En la actualidad, en el mundo del desarrollo de aplicaciones se emplean un amplio número de herramientas las cuales en su base deben brindar apoyo a los desarrolladores en cuanto a; práctica, curva de aprendizaje, posibilidades de despliegue, integración y comunidad de desarrolladores. En cuanto al desarrollo de aplicaciones llamadas inteligentes, el empleo de herramientas que cumplan con las características previamente mencionadas es esencial debido a los diversos campos de aplicación de las mismas. En la presente sección se exponen de manera concisa las características de las herramientas empleadas en la presente investigación.

Para el desarrollo de la propuesta se emplean diversas herramientas entre las cuales podemos mencionar; Metodología XP, la cual es una metodología ágil de

e9007

Cite este artículo como:

Crespo Lara, A., Quintana Zaez, J.C. y Brown Manrique, O. (2025). Sistema informático para la predicción de datos de las precipitaciones utilizando la inteligencia artificial. *Universidad & ciencia*, 14(Especial CIVITEC), e9007.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9007>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17969429>





gestión de proyectos que se centra en la velocidad y la simplicidad con ciclos de desarrollo cortos y con menos documentación. Esta metodología se basa en 5 valores, 5 reglas y 12 prácticas de programación. Si bien tiene una estructura rígida, el resultado de estos *sprints* altamente centrados y las integraciones continuas buscan dar como resultado un producto de mayor calidad (Akhtar *et al.*, 2022).

SQLite que es una biblioteca o base de datos ligera e independiente, la cual brinda como facilidad que ya está integrada en numerosas aplicaciones (León Soberón, 2020). Visual Studio Code (v1.87.0) que es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft para Windows, Linux, macOS y Web. Incluye soporte para la depuración, control integrado de Git, resaltado de sintaxis, finalización inteligente de código, fragmentos y refactorización de código. Además, incluye compatibilidad integrada con JavaScript, TypeScript y Node.js, y cuenta con un amplio ecosistema de extensiones para otros lenguajes.

Python (v 3.12.3) el cual es un lenguaje de programación de alto nivel, potente y con facilidad para su aprendizaje e interpretación. El mismo ofrece una amplia gama de aplicaciones desde desarrollo web hasta ciencia de datos y aprendizaje automático. Permite trabajar rápidamente e integrar sistemas de manera más efectiva. Es accesible para principiantes y desarrolladores experimentados. Mediante su elegante sintaxis y su tipado dinámico en conjunto con su naturaleza interpretada lo convierten en un lenguaje ideal para *scripting* y desarrollo rápido de aplicaciones en muchas plataformas (McKinney, 2022). Como framework de programación FastAPI (v 0.110.0) que es un moderno y rápido *framework* web de alto rendimiento para construir *Application Program Interface* (APIs) con *Python*.

Finalmente, ReactJS (v 18.2.0) que es una biblioteca de *JavaScript* para construir interfaces de usuario. Este framework posibilita a los desarrolladores crear aplicaciones web grandes que pueden cambiar datos sin recargar la página. Su objetivo principal es ser rápido, escalable y sencillo. Puede usarse con una combinación de otras bibliotecas o marcos de *JavaScript*. Su empleo permite a los desarrolladores crear componentes reutilizables de la interfaz de usuario, lo que facilita el desarrollo de aplicaciones complejas y dinámicas. Además, utiliza un *DOM* vi



rtual que mejora el rendimiento al minimizar las actualizaciones del *DOM* real (Aggarwal, 2018).

Una vez revisado el estado del arte del proceso de predicción de datos de las precipitaciones podemos afirmar que el mismo es de vital importancia para el desarrollo de los países debido a la influencia del agua en diferentes aspectos de la vida. Se demostró que el proceso actual genera insuficiencias que atentan contra el buen desempeño de esta tarea, por lo que es factible la elaboración de un sistema informático que ayude a la realización del proceso de predicción de datos de las precipitaciones en la provincia de Ciego de Ávila. Después de investigar sobre otras aplicaciones a nivel mundial y nacional que pudieran proporcionar una solución eficaz, se decidió como una alternativa el empleo del aprendizaje automatizado, esto debido a la capacidad de aprender y reconocer patrones nunca vistos, reducir la dependencia de especialista y al mismo tiempo constituir apoyo para estos últimos. De esta investigación se decidió que la solución se desarrollaría utilizando el lenguaje *Python* y *framework FastAPI*. Como metodología, se acordó utilizar XP.

## **Resultados y Discusión**

En esta sección se presentan los resultados y se realiza el proceso de discusión de los mismos.

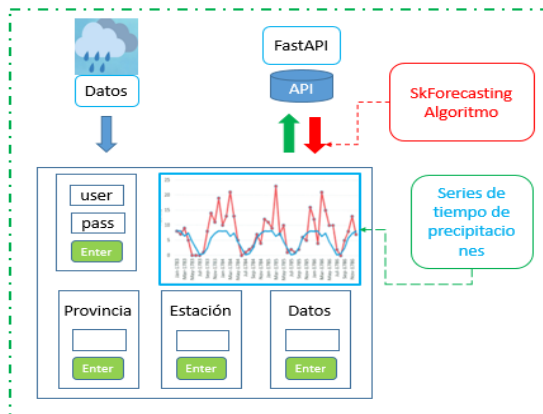
### **Descripción detallada del proceso**

El proceso de desarrollo del software que emplea aprendizaje automatizado para predecir series de tiempo de precipitaciones comienza con entender qué es una serie de tiempo y cómo serán procesados los datos temporales por la aplicación. Una serie temporal (time series) es una sucesión de datos ordenados cronológicamente, espaciados a intervalos iguales o desiguales. El proceso de forecasting consiste en predecir el valor futuro de una serie temporal, bien modelando la serie únicamente en función de su comportamiento pasado (autorregresivo) o empleando otras variables externas, Figura 1.

### **Figura 1**

*Esquema de la propuesta para la predicción de datos de precipitaciones.*





Para un problema de aprendizaje automatizado una parte importante son los datos con los que se entrenará en modelo seleccionado. En nuestra investigación, los datos empleados para la predicción de las precipitaciones consisten en datos de series de tiempo (día-fecha, valor-precipitación) de las precipitaciones del período ocurrido entre 1960 al 2015.

El software se sustenta en algoritmos de aprendizaje automatizado ya desplegados y entrenados, lo que elimina la necesidad de una tarea de entrenamiento computacionalmente costosa. En lugar de esto, se emplearán microservicios, una arquitectura que facilita la entrega de funcionalidades y el escalado. El desarrollo de cada microservicio se realizará a través de FastAPI, permitiendo la construcción incremental y la implementación rápida. Posteriormente, el algoritmo del modelo de aprendizaje previamente optimizado se importará y el microservicio entregará los resultados. Esta metodología abre la puerta a un proceso de desarrollo relativamente accesible, aprovechando la flexibilidad y la escalabilidad de los microservicios.

Existen diversos modelos de aprendizaje automatizado, estos varían en el algoritmo de aprendizaje de los mismos, en como presentan sus resultados, en su complejidad algorítmica, por mencionar algunas de sus características. Pero en general estos brindan la posibilidad de ser entrenados con datos previamente etiquetados y posteriormente realizar predicciones a casos nuevos o no vistos (fechas en el futuro). De esta forma se puede prever con cierto margen de error las precipitaciones. Para la propuesta se empleó “SkForecast” como herramienta base para el algoritmo de predicción de series de tiempo.



## **Aplicación de la metodología xp al desarrollo del sistema**

La metodología XP se basa en la comunicación constante, la simplicidad, la retroalimentación rápida, los cambios incrementales, las pruebas automatizadas, el trabajo en equipo y la adaptabilidad; estos principios buscan garantizar un desarrollo flexible, ágil y eficiente del *software*, centrándose en la satisfacción del cliente y la entrega de valor en cada iteración (Akhtar *et al.*, 2022). A continuación, se mencionan los artefactos empleados. Entre esto las Historias de Usuario (en total seis), estas pueden definirse como una pequeña parte de funcionalidad que le brinda algún tipo de valor al cliente, al usuario o al sistema. Las historias de usuario representan una necesidad que puede no estar documentada, sino que posiblemente ha sido descubierta durante el proceso colaborativo. Las Tareas de Ingeniería (18 en total) se definen como un conjunto de actividades en los cuales, utilizando técnicas y herramientas, se analiza un problema y se concluye con la especificación de una solución, o sea, es la forma más eficaz de administrar los requerimientos del usuario sin necesidad de ocupar mucho tiempo a la hora de administrarlo. Finalmente, las tarjetas CRC sirven para conocer las responsabilidades de cada entidad o clases del sistema. Estas son muy importantes para el desarrollo debido a que para poder diseñar el sistema como un equipo se debe cumplir con tres principios: Cargo o Clase, Responsabilidad y Colaboración (CRC).

## **Arquitectura de la solución propuesta**

Los microservicios entran en la categoría de sistema distribuido. Un sistema distribuido es un conjunto de programas informáticos que utilizan recursos computacionales en varios nodos de cálculo distintos para lograr un objetivo compartido común (Vera *et al.*, 2019). Dicha tendencia de desarrollo consta de una colección de servicios autónomos y pequeños. Donde cada uno de servicio es independiente y debe implementar una funcionalidad de negocio individual dentro de un contexto delimitado.

En el desarrollo de software pueden ser empleadas diferentes arquitecturas de desarrollo, entre estas se encuentran las arquitecturas monolíticas y basadas en microservicios. Una aplicación monolítica se compila como una sola unidad unificada,

e9007

Cite este artículo como:

Crespo Lara, A., Quintana Zaez, J.C. y Brown Manrique, O. (2025). Sistema informático para la predicción de datos de las precipitaciones utilizando la inteligencia artificial. *Universidad & ciencia*, 14(Especial CIVITEC), e9007.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9007>

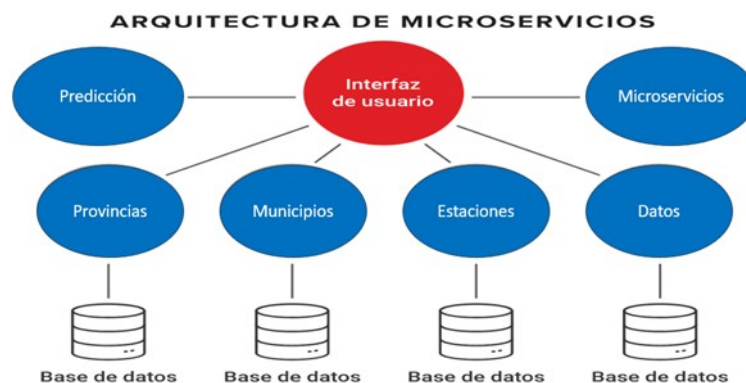
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17969429>

mientras que una arquitectura de microservicios es una serie de servicios pequeños que se pueden implementar de forma independiente, aseguran autores del estado-del-arte (Martinez *et al.*, 2021).

La arquitectura propuesta es basada en una arquitectura de microservicios. La Figura 2 muestra la estructura de la arquitectura propuesta. Donde en cada nodo, se desarrollan varias tareas como adicionar, eliminar, mostrar y modificar. Primeramente, se muestra la interfaz, esta permitirá a los usuarios acceder a cada uno de los servicios. Luego cada servicio accede, de forma restringida, a la parte de la base de datos requerida por este. Por lo tanto, este tipo de arquitectura puede garantizar de manera independiente diferentes tipos de acceso. En general, se decidió por este tipo de arquitectura debido a la flexibilidad y la capacidad de adaptación para equipos de desarrollo pequeños que esta ofrece.

## Figura 2

*Microservicios para la aplicación de predicción de precipitaciones*



En definitiva, la arquitectura de microservicios, con su énfasis en la independencia de los servicios y la adaptación a equipos de desarrollo, presenta una solución innovadora para la gestión de software distribuido. Esta flexibilidad y la capacidad de optimizar la aplicación de recursos, favorecen un desarrollo ágil y adaptable a las necesidades cambiantes del proyecto.

## Conclusiones

e9007

Cite este artículo como:

Crespo Lara, A., Quintana Zaez, J.C. y Brown Manrique, O. (2025). Sistema informático para la predicción de datos de las precipitaciones utilizando la inteligencia artificial. *Universidad & ciencia*, 14(Especial CIVITEC), e9007.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9007>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17969429>



En la actualidad la predicción de datos de las precipitaciones es de vital importancia para el desarrollo de los países debido a la influencia del agua en diferentes aspectos de la vida. A partir del análisis crítico al estado-del-arte se observó que el proceso actual presenta insuficiencias que atentan contra el buen desempeño de esta tarea. Por tal razón, se propuso el desarrollo de un sistema informático que ayude a la realización del proceso de predicción de datos de las precipitaciones en la provincia de Ciego de Ávila. Como resultado, la solución propuesta consiste en una aplicación web que emplea aprendizaje automatizado para lograr tal tarea predictiva. Desarrollada utilizando herramientas actuales como el lenguaje *Python* y *framework FastAPI*. Como metodología, se acordó utilizar XP. Finalmente, la herramienta conseguida posibilita aprender y reconocer patrones nunca vistos, reducir la dependencia de especialista y al mismo tiempo constituir apoyo para estos últimos.

### **Referencias bibliográficas**

- Adewumi, O. O., Oladele, E. O., Gbenle, O. A. y Taiwo, I. A. (2025). *Artificial Intelligence in Bioinformatics: Cutting-Edge Techniques and Future Prospects*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.15077401>
- Aggarwal, S. (2018). *Modern Web-Development using ReactJS*. 5(1), 5.
- Akhtar, A., Bakhtawar, B. y Akhtar, S. (2022). Extreme programming vs Scrum: a comparison of agile models. *International Journal of Technology, Innovation and Management (IJTIM)*, Vol.2(2).
- Almeida Maldonado, E. y Brown Manrique, O. N. (2023). *Herramientas hidroinformáticas para el análisis de las precipitaciones diarias y los efectos dañinos ante lluvias extremas* [Tesis Doctoral]. Universidad de Ciego de Ávila, Máximo Gómez Báez.
- Brenes, A. (2020). *Predicción del caudal promedio horario de la estación hidrológica palmar, utilizando modelos de machine learning basados en árboles de decisión*. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio.
- Dada, E. G., Yakubu, H. J. y Oyewola, D. O. (2021). Artificial Neural Network Models for Rainfall Prediction. *European Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 5(2), 30-35. <https://doi.org/10.24018/ejece.2021.5.2.313>



- Dimri, T., Ahmad, S. y Sharif, M. (2020). Time series analysis of climate variables using seasonal ARIMA approach. *Journal of Earth System Science*, 129(1), 149. <https://doi.org/10.1007/s12040-020-01408-x>
- Fathi, M., Haghi Kashani, M., Jameii, S. M. y Mahdipour, E. (2022). Big Data Analytics in Weather Forecasting: A Systematic Review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 29(2), 1247-1275. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09616-4>
- Forero Corba, W. y Bennasar, F. N. (2024). Técnicas y aplicaciones del Machine Learning e Inteligencia Artificial en educación: Una revisión sistemática. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1).
- Géron, A. (2022). *Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*. O'Reilly Media, Inc.
- Hernández Viktor, Y. y Brown Manrique, O. N. (2022). *Indicadores para la determinación de evidencias de cambio climático y sus efectos sobre los recursos hídricos pluviales* [Tesis Doctoral]. Universidad de Ciego de Ávila, Máximo Gómez Báez.
- León Soberón, J. J. (2020). *Análisis comparativo de sistemas gestores de bases de datos postgresql y mysql en procesos crud*.
- Liu, H. y Lang, B. (2019). Machine Learning and Deep Learning Methods for Intrusion Detection Systems: A Survey. *Applied Sciences*, 9(20), 4396. <https://doi.org/10.3390/app9204396>
- Martinez Yparraguirre, S., Ramon Hernandez, A. A. y Quintana Zaez, J. C. (2021). *Diseño de aplicación basada en microservicios para análisis de sentimientos de reputación online*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- McKinney, W. (2022). *Python for data analysis*. O'Reilly Media, Inc.
- Quesada, J., Medinilla, J. y Nápoles, F. (2023). Aplicación web para la automatización de las variables meteorológicas viento y caudal de bombeo. *Universidad & ciencia*, 12(1), 52-63.
- Rodriguez, M. A., López Romero, M. F., Tejada Henríquez, L. M. y Forero Buitrago, G. A. (2021). Modelo de aprendizaje automático como herramienta para la toma de



decisiones en la cuenca del río Ariporo. *INVENTUM*, 16(31), 15-23.

<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.16.31.2021.15-23>

Segura, A. y Figueroa, A. (2020). *Diseño de un modelo de aprendizaje automático para la predicción de la precipitación de lluvias en la ciudad de Guayaquil* [Ingeniero]. GUAYAQUIL.

Vera Rivera, F. H., Cuevas, C. M. G. y Astudillo, H. (2019). Desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios: Tendencias y desafíos de investigación. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, 10(N.o E23,), 15.

Vilca, D. G. M. y Torres, I. A. P. (2019). *Modelo predictivo Machine Learning aplicado a análisis de datos Hidrometeorológicos para un SAT en Represas* [Ingeniero de Sistemas]. Universidad Tecnológica de Perú.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflictos de intereses.



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de los contenidos y no realice modificación de la misma.

Cite este artículo como:

Crespo Lara, A., Quintana Zaez, J.C. y Brown Manrique, O. (2025). Sistema informático para la predicción de datos de las precipitaciones utilizando la inteligencia artificial. *Universidad & ciencia*, 14(Especial CIVITEC), e9007.

URL: <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9007>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17969429>