

| | | |
|--|--|---|
| ISU CENTRAL TÉCNICO | INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO | VERSIÓN: 3.0 ELAB: 20/04/2018 U.REV: 23/5/2023 |
| SUSTANTIVO FORMATO Código: FOR.D031.02 | MACROPROCESO: 01 DOCENCIA PROCESO: 03 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN | Página 1 de 14 |



PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Quito – Ecuador

2025



PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

CARRERA: TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRÓNICA

TEMA: MONITOREO PREDICTIVO DE CONDICIONES AMBIENTALES CON REDES NEURONALES RECURRENTES (RNN)

Elaborado por:
Bryan Israel Patiño Arroyo
Byron Oswaldo Aiña Pérez

Tutor:
Darío Fernando Yépez Ponce

Fecha: 07/01/2025

Contenido

| | |
|--|---|
| 1. PROBLEMÁTICA | 1 |
| 1.1 Formulación y planteamiento del Problema | 1 |
| 1.2 Objetivos | 1 |
| 1.2.1 Objetivo general | 1 |
| 1.2.2 Objetivos específicos..... | 1 |
| 1.3 Justificación..... | 2 |
| 1.4 Alcance | 2 |
| 1.5 Materiales y métodos..... | 3 |
| 1.6 Marco Teórico | 3 |
| 2. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS..... | 6 |
| 2.1. Recursos humanos..... | 6 |
| 2.2. Recursos técnicos y materiales..... | 6 |
| 2.3. Viabilidad..... | 7 |
| 2.4 Cronograma | 8 |
| 2.5 Bibliografía | 8 |

1. PROBLEMÁTICA

1.1 Formulación y planteamiento del Problema

El cambio climático y la creciente urbanización han generado un impacto significativo en las condiciones ambientales, afectando la biodiversidad y la salud pública (Romanello et al., 2021). (Sun et al., 2018) señalan que el aumento de temperaturas y la variabilidad climática han llevado a una disminución en la calidad del aire y el agua, lo que representa un riesgo crítico para la salud humana y el ecosistema. Los sistemas actuales de monitoreo ambiental muestran limitaciones significativas en la recopilación y análisis de datos (Rolnick et al., 2019). En (Callaghan et al., 2022) indican que actualmente muchas comunidades enfrentan desafíos significativos relacionados con la gestión ambiental debido a la falta de información en tiempo real sobre las condiciones ambientales locales. Esta falta de información, provoca que los pequeños agricultores y productores sean los más afectados (Liakos et al., 2018).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema de monitoreo predictivo de condiciones ambientales utilizando redes neuronales recurrentes (RNN) que permitan proporcionar información en tiempo real.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar patrones en los datos ambientales históricos mediante el análisis exploratorio y el preprocesamiento para determinar las variables más relevantes en el monitoreo predictivo.
- Diseñar y entrenar un modelo de red neuronal recurrente utilizando las variables seleccionadas, para predecir las condiciones ambientales en tiempo real con alta

precisión.

- Implementar una plataforma interactiva que visualice las predicciones del modelo y emita alertas automáticas para facilitar la toma de decisiones oportunas.

1.3 Justificación

La implementación de un sistema de monitoreo predictivo es crucial ante los desafíos ambientales actuales. Este proyecto no solo aborda problemas inmediatos relacionados con el cambio climático; sino que también, proporciona una solución sostenible a largo plazo, como lo señalan (Van Der Wiel et al., 2024) en su investigación sobre simuladores climáticos e inteligencia artificial. La capacidad de predecir condiciones ambientales permitirá a los agricultores adaptarse mejor a los cambios climáticos y minimizar sus impactos negativos, según lo demuestran (Spykman et al., 2021) en su estudio sobre predicción agrícola. La tecnología propuesta tiene el potencial de mejorar significativamente la eficiencia agrícola, contribuyendo así a la seguridad alimentaria del Ecuador. Los estudios realizados por (Reichstein et al., 2019) demuestran que el uso de técnicas de aprendizaje profundo mejora significativamente la precisión en las predicciones climáticas.

Al combinar la teoría con la práctica, el proyecto contribuirá al desarrollo del conocimiento académico en el ámbito del monitoreo ambiental. Desde la perspectiva metodológica, representa una innovación significativa al utilizar tecnología avanzada para resolver problemas locales. La implementación efectiva del sistema propuesto no solo beneficiará directamente a los agricultores; sino que también, servirá como modelo replicable en otras regiones con desafíos similares. De esta manera, se espera generar un impacto positivo tanto a nivel local como regional.

1.4 Alcance

El proyecto tiene como objetivo implementar un sistema integral para el monitoreo

predictivo de condiciones ambientales utilizando tecnología avanzada. Se emplearán sensores para medir parámetros clave como temperatura, humedad, calidad de aire y niveles de nutrientes del suelo; así como, tecnologías de comunicación eficientes como LoRa para transmitir datos en tiempo real. Se desarrollará una interfaz amigable que facilite el acceso a los datos recopilados por el sistema. La interfaz permitirá a los usuarios visualizar información relevante sobre las condiciones ambientales actuales y futuras, promoviendo así la toma de decisiones informadas.

1.5 Materiales y métodos

Para llevar a cabo el proyecto se utilizarán sensores diseñados para medir diversas condiciones ambientales de manera precisa. Se utilizarán plataformas tecnológicas para almacenar y procesar los datos recopilados por los sensores. Estas plataformas permitirán aplicar algoritmos basados en redes neuronales recurrentes (RNN) para analizar patrones históricos y realizar predicciones sobre futuras condiciones ambientales. Finalmente, se desarrollará una interfaz que facilite la visualización e interpretación de los datos por parte de usuarios no técnicos. La interfaz será implementada considerando la experiencia del usuario final, con el fin de garantizar su accesibilidad y efectividad en la toma de decisiones.

1.6 Marco Teórico

1.6.1 Cambio Climático

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos ambientales a nivel global, afectando tanto a los ecosistemas como a las comunidades humanas. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático se espera que las condiciones climáticas extremas se vuelvan más frecuentes e intensas debido al calentamiento global. (Samper-Villarreal et al., n.d.) han documentado extensivamente los impactos específicos de este fenómeno en los ecosistemas latinoamericanos, destacando sus implicaciones directas en la agricultura, la salud pública y la biodiversidad. Por lo tanto, es crucial desarrollar sistemas que permitan anticipar y

mitigar los efectos del cambio climático mediante un monitoreo eficiente.

1.6.2 Monitoreo Ambiental

El monitoreo ambiental es esencial para evaluar la calidad de los recursos naturales y la salud del ecosistema. Según (Martínez-Alfaro et al., 2005), este proceso implica la recolección y análisis sistemático de datos sobre diversos parámetros ambientales, incluyendo la calidad del aire, agua y suelo. La implementación de tecnologías avanzadas ha permitido mejorar significativamente la precisión y eficiencia del monitoreo, como lo señalan (Federico et al., 2022) en su análisis de sistemas de monitoreo contemporáneos. El monitoreo continuo ayuda a identificar tendencias y cambios en el medio ambiente, lo que es crucial para la gestión sostenible de los recursos. Por lo tanto, un sistema de monitoreo efectivo se ha convertido en una herramienta fundamental para abordar los desafíos ambientales actuales.

1.6.3 Redes Neuronales Recurrentes (RNN)

Las redes neuronales recurrentes (RNN) representan un avance significativo en el procesamiento de datos secuenciales y temporales. Como establecieron originalmente (Hochreiter & Schmidhuber, 1997), las RNN son especialmente útiles en aplicaciones donde el contexto temporal es importante. (Sarmiento-Ramos, 2020) demostraron que las RNN pueden mejorar significativamente las predicciones climáticas al aprender patrones complejos en los datos históricos. Este enfoque ha sido utilizado exitosamente en diversos estudios para modelar fenómenos ambientales, como la calidad del aire y las precipitaciones.

1.6.4 Calidad del Aire

La calidad del aire es un indicador crítico de la salud ambiental y está directamente relacionada con diversas enfermedades respiratorias y cardiovasculares. (Romanello et al., 2021) demostraron que el monitoreo continuo de contaminantes atmosféricos puede ayudar a identificar fuentes de contaminación y evaluar su impacto en la salud pública. La implementación de sistemas automatizados para medir la calidad del aire permite una respuesta rápida ante

situaciones críticas.

1.6.5 Sostenibilidad

La sostenibilidad se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las necesidades de futuras generaciones. La sostenibilidad también implica involucrar activamente a las comunidades locales en la toma de decisiones relacionadas con sus recursos naturales, estableciendo así un enfoque integral para abordar los desafíos ambientales contemporáneos.

1.6.6 Tecnologías IoT

Las tecnologías del Internet de las Cosas (IoT) han revolucionado el monitoreo ambiental al permitir la interconexión de dispositivos y sensores. (Ullo & Sinha, 2020) señalan que esta tecnología facilita la recolección y transmisión de datos en tiempo real, mejorando significativamente la capacidad de respuesta ante cambios ambientales. La integración de IoT con técnicas de aprendizaje profundo puede potenciar significativamente las capacidades analíticas de los sistemas de monitoreo ambiental.

1.6.7 Sensores Ambientales

Los sensores ambientales constituyen componentes fundamentales para la medición de parámetros críticos como temperatura, humedad y calidad del aire. (Ullo & Sinha, 2020) destacan cómo estos dispositivos permiten recopilar los datos esenciales para el análisis de condiciones ambientales y la realización de predicciones precisas.

1.6.8 Análisis Predictivo

El análisis predictivo, como lo establece (Fernández et al., n.d.), implica el uso de técnicas estadísticas y algoritmos avanzados para prever eventos futuros basándose en datos históricos. Sus investigaciones confirman que el análisis predictivo se ha convertido en una herramienta esencial para enfrentar los desafíos ambientales actuales.

2. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

2.1. Recursos humanos

El desarrollo del proyecto de monitoreo predictivo de condiciones ambientales estará a cargo de un equipo multidisciplinario, compuesto por tres personas clave: Bryan Israel Patiño Arroyo, Byron Oswaldo Aiña Pérez quienes serán los responsables principales del diseño e implementación del sistema, aportando sus conocimientos en tecnología electrónica y programación y de Darío Fernando Yépez Ponce como tutor quien brindará su experiencia y orientación técnica, supervisando el proceso y asegurando que se cumplan los estándares académicos necesarios. La colaboración entre estos tres miembros permitirá una sinergia efectiva en la ejecución del proyecto, facilitando la integración de ideas y enfoques innovadores. Se trabajará en equipo para alcanzar los objetivos propuestos y contribuir al desarrollo sostenible en la gestión ambiental local.

2.2. Recursos técnicos y materiales

| Recurso técnico/material | Descripción |
|--|--|
| Sensores Ambientales | Dispositivos diseñados para medir temperatura, humedad, calidad del aire y nutrientes del suelo. |
| Plataforma de almacenamiento de datos | Sistema para almacenar y procesar datos recopilados por los sensores, permitiendo análisis en tiempo real. |
| Algoritmos de Redes Neuronales Recurrentes | Modelos de inteligencia artificial utilizados para analizar datos secuenciales y realizar predicciones ambientales. |
| Tecnología de Comunicación LoRa | Sistema de comunicación de largo alcance que permite la transmisión eficiente de datos entre sensores y la plataforma central. |
| Software de Visualización | Herramienta que permite a los usuarios visualizar datos ambientales de manera intuitiva y accesible. |

2.3. Viabilidad

El desarrollo del proyecto de monitoreo predictivo de condiciones ambientales se fundamenta en condiciones técnicas, legales y económicas que garantizan su viabilidad y culminación exitosa. Desde el punto de vista técnico, el equipo cuenta con la experiencia necesaria en el uso de tecnologías avanzadas como sensores y algoritmos de redes neuronales recurrentes (RNN), lo que asegura la correcta implementación del sistema sin interrupciones. El proyecto se llevará a cabo en una institución de educación superior pública en Ecuador, cumpliendo con la normativa establecida por la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) y las regulaciones de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), que promueven la investigación aplicada y el uso responsable de recursos tecnológicos. Además, se garantizará el cumplimiento de los principios constitucionales relacionados con el derecho al medio ambiente sano, según lo estipulado en la Constitución de la República del Ecuador. Desde una perspectiva económica, el proyecto se autofinanciará a través de recursos propios, lo que asegura que no habrá bloqueos financieros durante su desarrollo. Asimismo, la tutorización por parte de un docente con experiencia en el campo proporcionará el soporte necesario para abordar cualquier desafío que surja durante el proceso.

2.4 Cronograma

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto |
|----------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|
| Revisión Bibliográfica | | | | | | | | |
| Diseño del Sistema | | | | | | | | |
| Implementación del Sistema | | | | | | | | |
| Desarrollo de la RNN | | | | | | | | |
| Implementación de la RNN | | | | | | | | |
| Pruebas piloto | | | | | | | | |
| Evaluación del sistema | | | | | | | | |
| Elaboración del Escrito | | | | | | | | |

Bibliografía

- Callaghan, M., Schleussner, C.-F., Nath, S., Lejeune, Q., Knutson, T. R., Reichstein, M., Hansen, G., Theokritoff, E., Andrijevic, M., Brecha, R. J., Hegarty, M., Jones, C., Lee, K., Lucas, A., Maanen, N. van, Menke, I., Pfleiderer, P., Yesil, B., & Minx, J. C. (2022). *Machine learning-based evidence and attribution mapping of 100,000 climate impact studies.* <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-783398/v2>
- Federico, A., García, H., & García-Morales, S. (2022). *1 1-12 Estimation of the impact (cost-benefit) of bean production in the South Pacific.* <https://doi.org/10.35429/JANRE.2022.11.6.1.12>
- Fernández, R., Julián, C., Bouzas, C., & Oviedo De La Fuente, M. (n.d.). *Métodos predictivos de aprendizaje estadístico.*
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long Short-Term Memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735–1780. <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>
- Liakos, K. G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., & Bochtis, D. (2018). Machine learning in agriculture: A review. In *Sensors (Switzerland)* (Vol. 18, Issue 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s18082674>
- Martínez Alfaro, P. E., Martínez Santos, Pedro., & Castaño Castaño, Silvino. (2005). *Fundamentos de hidrogeología.* Mundi-Prensa.
- Reichstein, M., Camps-Valls, G., Stevens, B., Jung, M., Denzler, J., Carvalhais, N., & Prabhat.

- (2019). Deep learning and process understanding for data-driven Earth system science. *Nature*, 566(7743), 195–204. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-0912-1>
- Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K., Ross, A. S., Milojevic-Dupont, N., Jaques, N., Waldman-Brown, A., Luccioni, A., Maharaj, T., Sherwin, E. D., Mukkavilli, S. K., Kording, K. P., Gomes, C., Ng, A. Y., Hassabis, D., Platt, J. C., ... Bengio, Y. (2019). *Tackling Climate Change with Machine Learning*. <http://arxiv.org/abs/1906.05433>
- Romanello, M., McGushin, A., Di Napoli, C., Drummond, P., Hughes, N., Jamart, L., Kennard, H., Lampard, P., Solano Rodriguez, B., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S., Chambers, J., Chu, L., Ciampi, L., Dalin, C., ... Hamilton, I. (2021). The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. In *The Lancet* (Vol. 398, Issue 10311, pp. 1619–1662). Elsevier B.V. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01787-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01787-6)
- Samper-Villarreal, J., Vincent, A., Álvarez, C., & Gutiérrez-Espeleta, G. A. (n.d.). *I Simposio sobre cambio climático y Biodiversidad: hacia el fortalecimiento de la resiliencia y acciones requeridas ante el cambio climático en Latinoamérica* (Vol. 11, Issue 1).
- Sarmiento-Ramos, J. L. (2020). Aplicaciones de las redes neuronales y el deep learning a la ingeniería biomédica. *Revista UIS Ingenierías*, 19(4), 1–18. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n4-2020001>
- Spykman, O., Gabriel, A., Ptacek, M., & Gandorfer, M. (2021). Farmers' perspectives on field crop robots – Evidence from Bavaria, Germany. *Computers and Electronics in Agriculture*, 186, 106176. <https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2021.106176>
- Sun, Q., Miao, C., Duan, Q., Ashouri, H., Sorooshian, S., & Hsu, K. L. (2018). A Review of Global Precipitation Data Sets: Data Sources, Estimation, and Intercomparisons. *Reviews of Geophysics*, 56(1), 79–107. <https://doi.org/10.1002/2017RG000574>
- Ullo, S. L., & Sinha, G. R. (2020). Advances in smart environment monitoring systems using iot and sensors. In *Sensors (Switzerland)* (Vol. 20, Issue 11). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s20113113>
- Van Der Wiel, K., Beersma, J., van den Brink, H., Krikken, F., Selten, F., Severijns, C., Sterl, A., van Meijgaard, E., Reerink, T., & van Dorland, R. (2024). KNMI'23 Climate Scenarios for the Netherlands: Storyline Scenarios of Regional Climate Change. *Earth's Future*, 12(2). <https://doi.org/10.1029/2023EF003983>

CARRERA: Tecnología Superior en Electrónica**FECHA DE PRESENTACIÓN:** 07/01/2025**APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS EGRESADOS:**

- Bryan Israel Patiño Arroyo
- Byron Oswaldo Aiña Pérez

TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Monitoreo predictivo de condiciones ambientales con Redes Neuronales Recurrentes (RNN).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

- OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN
- ANÁLISIS
- DELIMITACIÓN
- PROBLEMÁTICA
- FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN

| CUMPLE |
|--------|
| X |
| X |
| X |
| X |
| X |

| NO CUMPLE |
|-----------|
| |
| |
| |
| |
| |

PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:**GENERALES:**

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| SI | NO |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ESPECÍFICOS:

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| SI | NO |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

JUSTIFICACIÓN:

- IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD
- BENEFICIARIOS
- FACTIBILIDAD

| CUMPLE |
|--------|
| X |
| X |

| NO CUMPLE |
|-----------|
| |
| |

ALCANCE:

| | | |
|---------------|-------------------------------------|--------------------------|
| ESTA DEFINIDO | CUMPLE | NO CUMPLE |
| | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

MARCO TEÓRICO:

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
DESCRIBE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA
A REALIZAR

| | |
|-----------|-----------|
| SI | NO |
| X | |

TEMARIO TENTATIVO:

ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA LA
PROPUESTA TECNOLÓGICA
APLICACIÓN DE SOLUCIONES
EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES

| | |
|---------------|------------------|
| CUMPLE | NO CUMPLE |
| X | |
| X | |
| X | |
| X | |

MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS:

OBSERVACIONES: Ninguna

CRONOGRAMA:

OBSERVACIONES: Ninguna

FUENTES DE INFORMACIÓN: Ninguna

RECURSOS:

| | | |
|------------|---------------|------------------|
| HUMANOS | CUMPLE | NO CUMPLE |
| ECONÓMICOS | X | |
| MATERIALES | X | |

PERFIL DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Aceptado

Negado

el diseño de propuesta tecnológica por las siguientes razones:

a) -----

b) -----

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

Fernando Yépez: -----



07/01/2025
FECHA DE ENTREGA DE INFORME