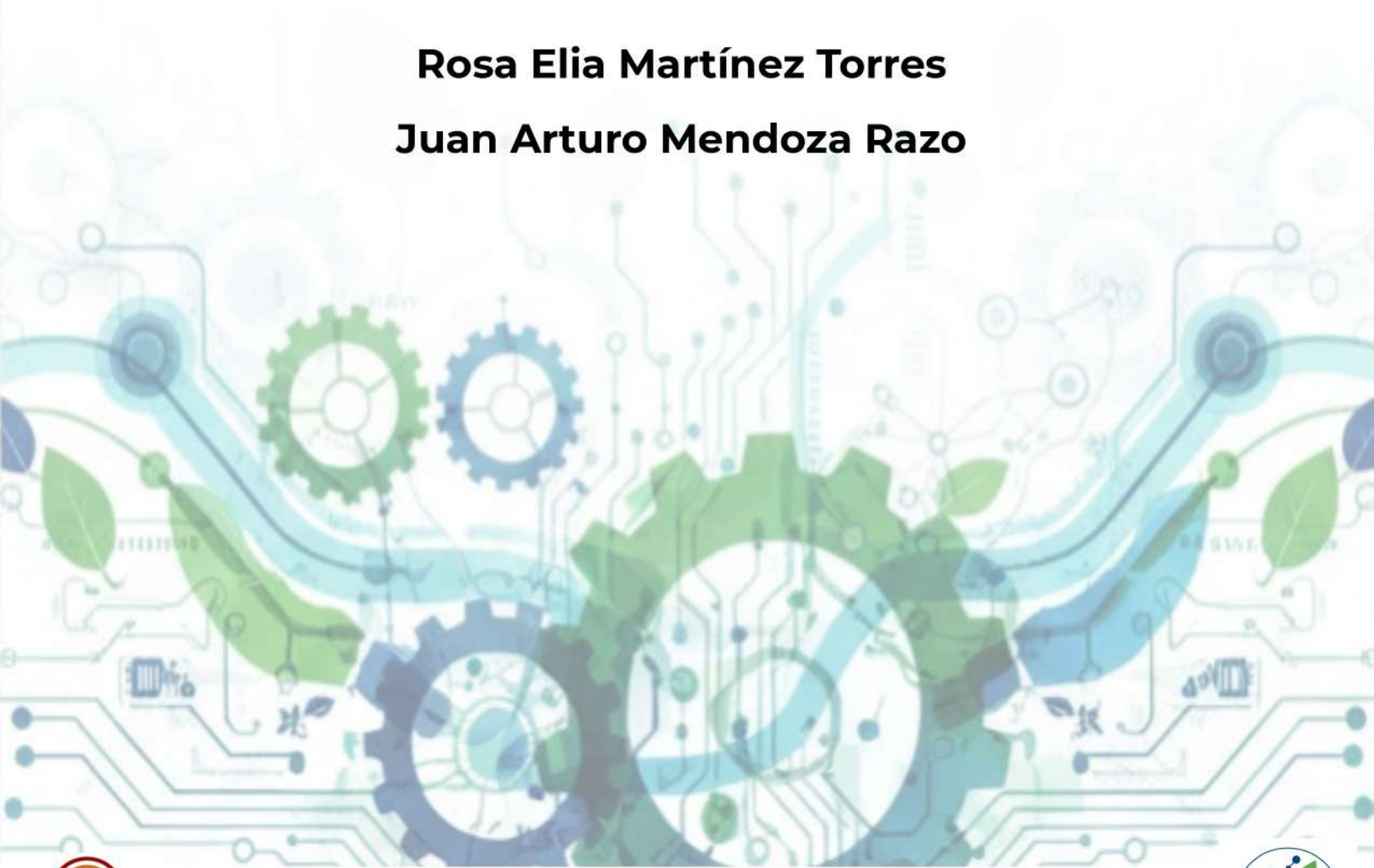


# ***TRANSFORMANDO CON CIENCIA, TECNOLOGÍA Y ESPÍRITU.***

**PORTAFOLIO DE DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS SUSTENTABLES**

**Rosa Elia Martínez Torres  
Juan Arturo Mendoza Razo**



© Minera Tierra Adentro, 2026

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida, almacenada o transmitida por ningún medio sin autorización previa por escrito de la editorial.

Título de la obra: *Transformando con Ciencia, Tecnología y Espíritu. Portafolio de Dispositivos Mecatrónicos Sustentables*

Autores:

Rosa Elia Martínez Torres

Juan Arturo Mendoza Razo

Publicado por: Minera Tierra Adentro

Edición: Primera edición

Lugar de edición: San Luis Potosí, México

Colección: *Innovación Tecnológica y Sustentabilidad*

Serie: *Transformando con Ciencia, Tecnología y Espíritu*

Volumen: *Portafolio de Dispositivos Mecatrónicos Sustentables*

Formato: Libro digital descargable (PDF)

Año: 2026

Coordinación Editorial: Rosa Elia Martínez Torres

Editorial: Minera Tierra Adentro

Cordillera del Sur 117, Lomas 3ra sección,

CP 78216, San Luis Potosí, SLP., México

administracion@tierra-adentro.com.mx

**ISBN: 978-607-69405-0-1**

Depósito legal:

Conforme a la Ley de Fomento para la Lectura y el Libro de México, se entregaron ejemplares a:

- Biblioteca Nacional de México

- Biblioteca del Congreso de la Unión

Responsabilidad del contenido:

Las opiniones vertidas en esta obra son responsabilidad exclusiva de los autores y no representan necesariamente la postura de Minera Tierra Adentro.

Distribución:

Obra distribuida sin fines de lucro como parte del compromiso institucional con la formación de talento ingenieril, la divulgación científica y el fortalecimiento de proyectos académicos en mecatrónica.

***Esta obra fue desarrollada como parte de proyectos académicos de ingeniería con fines formativos y de protección intelectual.***

Publicado en México

## COMITÉ CIENTÍFICO

Ing. Rodolfo Martínez Mendoza  
Minera Tierra Adentro

Dr. Iván Rodríguez Sánchez  
Advances Engineering Multiservices

Dra. Elvia Leticia Martínez Sánchez  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí- TecNM

M.I.A. Guillermo Villalpando Romo  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí- TecNM

M.A. Sergio Sierra Segura  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí- TecNM

M.E. Juan Antonio Alvarado Cano  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí- TecNM

M.A. Alejandro Ríos Olivos  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí- TecNM

Dr. Cecilio Contreras Armenta  
Universidad de Guanajuato

Dr. Juan Iván Vázquez García  
Universidad de Guanajuato

Dra. Alma Reyna Monter Guerrero  
Contraloría General del Estado de San Luis Potosí

Dr. Jenner Torrez Vázquez  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Mtro. Jesús Alberto Morales Méndez  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Dr. Juan Carlos Arellano González  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

M.I. Aurelio Hernández Rodríguez  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

M.I. José Adrián Chiquito Cruz  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

## **AGRADECIMIENTOS**

La presente obra no sería posible sin el compromiso, talento y esfuerzo de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, quienes han demostrado que la investigación aplicada, cuando se orienta al bien común, puede generar soluciones reales a problemáticas sociales, ambientales y tecnológicas.

Expresamos nuestro reconocimiento a las autoridades del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí y del Tecnológico Nacional de México, por su respaldo constante a las iniciativas de innovación educativa, así como por el impulso a estrategias que integran la investigación, la sostenibilidad y la responsabilidad social en la formación de ingenieros con visión transformadora.

Agradecemos especialmente al comité científico conformado para la selección y personal revisión de los proyectos incluidos en este volumen. Su acompañamiento y orientación resultaron fundamentales para fortalecer el trabajo interdisciplinario y asegurar la calidad de los resultados.

Una sentida mención para las familias de nuestros estudiantes, por ser parte del proceso y alentar su creatividad y, a todos los lectores interesados en la ciencia, la tecnología y el desarrollo sostenible, por hacer de este esfuerzo una herramienta viva de aprendizaje y cambio.

Finalmente nuestro aprecio a la gerencia de Minera Tierra Adentro, que se une a este esfuerzo y funge como casa editorial, distinguidos por la confianza y la oportunidad.

**Gracias por creer en el poder de la ingeniería con propósito**

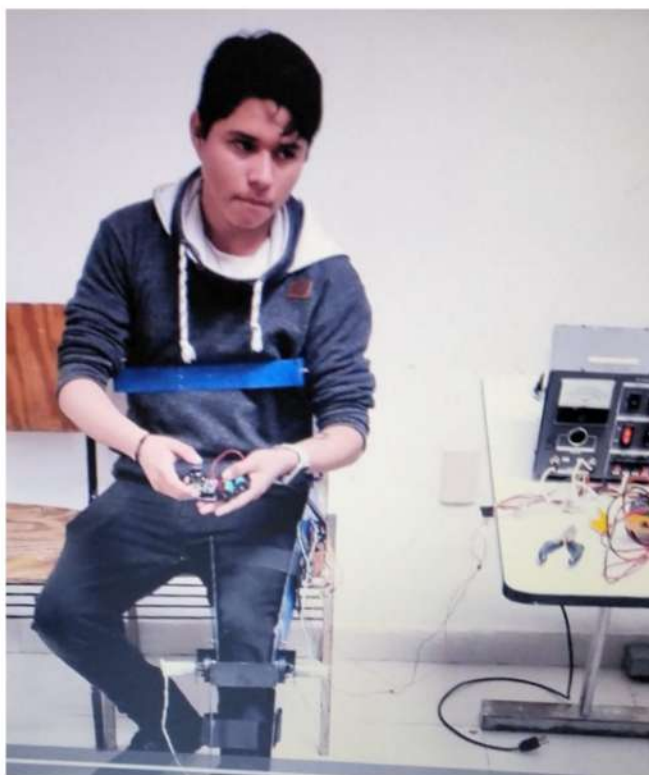
*¡Con tecnología y espíritu, una patria forjaré!*

## DEDICATORIA

*Por siempre uno de nosotros...  
para nuestro muchachito del cielo*

## En Memoria

Misael González Muñoz  
(2003-2025)



**PROTOTIPO: EXOESQUELETO  
ITSLP, SEPTIEMBRE 2023**

*“Pareciera que no tuvimos tiempo, sin embargo, lo hiciste eterno...”*

## ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b>	1
<b>SECCIÓN I. INTELIGENCIA ARTIFICIAL</b>	
<b>Capítulos en extenso</b>	
1 Inteligencia artificial en sostenibilidad: Casos de éxito	4
2 IA como sinergia entre teoría y desarrollo de prototipos: reflexiones enfocadas en Ingeniería Mecatrónica y de Sistemas	17
3 Estadiómetro inteligente con IA para prediagnósticos médicos: MedCloud	27
4 Prótesis funcional de bajo costo con control sensorial: ReHab3D	33
5 Captación de agua de niebla mediante diseño plegable: integración de origami en ingeniería mecatrónica	37
6 Precisión en movimiento: explorando la cinemática con IA	44
<b>SECCIÓN II. INNOVACIÓN</b>	
<b>Dispositivos mecatrónicos sustentables</b>	
<b>ODS 2 – HAMBRE CERO</b>	
7 Diseño de un sistema ultrasónico inteligente para control de plagas agrícolas	54
<b>ODS 3 – SALUD Y BIENESTAR</b>	
8 IA para la equidad en salud: sistema de diagnóstico temprano para comunidades vulnerables	60
<b>ODS 6 – AGUA Y SANEAMIENTO</b>	
9 Red inteligente de observación y monitoreo de afluentes: RIOMA	64
10 Diseño de un sistema tecnológico para limpieza de mantos acuíferos	67
<b>ODS 9 – INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA</b>	
11 Excavadora autónoma para industria de la construcción	72
12 Visión-artificial para conteo y cobro: VIACOB	75
13 SegurIA, cerradura electromagnética	78
<b>ODS 11- CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES</b>	
14 Clasificador de basura mediante IA: solución para reciclaje en instituciones educativas	82
15 MagIA: monitoreo automatizado de gestión para identidad autosostenida de comunidades	85
16 SERAFIN, recolector de frutos en huertos urbanos	88

## **ODS 13 – ACCIÓN POR EL CLIMA**

17	Desbrozadora autónoma para jardines interiores	93
18	Horno crematorio inteligente para animales en situación de calle	97
19	Sanitizador inteligente de bebederos para centros de animales en situación de calle	101

## **ODS 15 – VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES**

20	Vita-IA, escáner biológico y recuperación	106
----	---	-----

## **GALERÍA:**

	ProtoTec Diciembre 2024	110
	ProtoTec2 Mayo 2025	111

## **AUTORES**

	Dra. Rosa Elia Martínez Torres	112
	Dr. Juan Arturo Mendoza Razo	113

## **LEGALIDAD**

		114
--	--	-----

# PRESENTACIÓN

El presente compendio de casos de estudio ofrece una mirada analítica y concreta a una selección de experiencias, iniciativas y proyectos que contribuyen a la consecución de seis Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la Organización de las Naciones Unidas en la Agenda 2030: el ODS 3 Salud y bienestar, ODS 6 Agua limpia y saneamiento, ODS 9 Industria, innovación e infraestructura, ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles, ODS 13 Acción por el clima y ODS 15 Vida de ecosistemas terrestres. Estos objetivos reflejan algunos de los desafíos más urgentes de la humanidad y constituyen pilares fundamentales para garantizar el bienestar social, económico y ambiental de las generaciones presentes y futuras.

Seguir una metodología de diseño fue crucial para abordar con éxito los casos de estudio y lograr el desarrollo de prototipos funcionales; las herramientas utilizadas en ésta, proporcionaron un enfoque estructurado que facilita la comprensión y solución de problemas complejos. Esta metodología potencia la innovación y creatividad al fomentar la generación de múltiples alternativas y la selección de soluciones óptimas. Además, permite integrar tecnologías de punta de manera estratégica en cada etapa del proceso, mejorando la eficiencia y calidad de los resultados. Su aplicación aseguró un desarrollo sistemático, creativo y tecnológicamente avanzado, lo cual fue clave para lograr propuestas viables y funcionales.

La realización de prototipos funcionales es fundamental para contribuir a los ODS de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), ya que permite validar soluciones innovadoras ante problemáticas globales como el acceso al agua, energía limpia o salud. Estos prototipos impulsan el desarrollo de tecnologías sostenibles, accesibles y adaptadas a contextos locales; fomentan la colaboración interdisciplinaria, la educación técnica y el emprendimiento social, además, la generación y aplicación de conocimiento científico y tecnológico, así como la colaboración con los sectores productivo y social para generar soluciones innovadoras, son esfuerzos que permiten una alineación directa a los ejes estratégicos que demanda el Sistema Nacional de Tecnológicos y a su vez con aquellos que se definen en el Programa Nacional de Desarrollo 2025-2030.

Cada uno de los casos presentados ha sido seleccionado por su impacto, relevancia y potencial, con la posibilidad de ser replicado en diferentes contextos. Además, ofrecen una visión diversa y enriquecedora de cómo los principios de la Agenda 2030 pueden convertirse en acciones tangibles y efectivas.

Uno de los mayores retos en la implementación de los ODS es convertir los compromisos globales en resultados concretos. Por esta razón, este compendio tiene dos objetivos principales: por un lado, resaltar las buenas prácticas y las lecciones aprendidas; por otro, inspirar a aquellos actores que buscan contribuir al desarrollo sostenible desde sus respectivos campos de acción. En este sentido, se destaca la importancia del seguimiento, la participación ciudadana y la innovación como factores clave para avanzar en la consecución de estos objetivos.

Este trabajo pretende ser una herramienta útil para tomadores de decisiones, académicos, expertos en desarrollo y cualquier persona interesada en la sostenibilidad. A través de estos casos de estudio, se demuestra que la implementación de los ODS no es solo una aspiración global, sino una posibilidad real cuando se integran enfoques colaborativos, tecnología adecuada, respeto por el medio ambiente y un firme compromiso con la equidad social.

La obra se presenta en dos secciones, la primera de ellas revela seis capítulos que involucran en su desarrollo, avances aplicados acerca de la Inteligencia Artificial. El primer capítulo es una aportación externa al Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, en la cual se describen diversos escenarios en el mundo acerca de la aplicación de la IA sostenible, siendo este constructo, un soporte literario que se extiende en comprensión para los creativos en este rubro.

El capítulo segundo por su parte, es un estudio reflexivo que presenta cómo se relaciona la IA en las aulas de los estudiantes de ingeniería de sistemas y mecatrónica en el Instituto, proporcionando además, una ruta estratégica de seguimiento para su optimización. Los capítulos tres, cuatro, cinco y seis, son extensos a partir de dispositivos fabricados por estudiantes en los años 2023 y 2024, los cuales han sido fortalecidos y presentados en escenarios en los cuales han sido reconocidos: 1er foro de Agenda de la Salud TecNM, Convocatoria de Proyectos de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación 2025 del TecNM.

Dividido en siete apartados que obedecen a los ODS que se impactan, la segunda sección, presenta 14 dispositivos documentados en sus fases contextual y de discusión técnica, como representación inicial creada para probar ideas e iniciativas que favorezcan al entorno y la sociedad; dichos proyectos están siendo fortalecidos como desarrollos tecnológicos, ya que involucran investigación, diseño y aplicación sistemática para mejora y reconstrucción con base en materiales y tecnología que permita la oportunidad de invertir en ellos dentro de un marco legal de derechos de autor. No obstante, algunos están participando actualmente en convocatorias como *Premio Estatal de Gobierno Abierto 2025*, *Encuentro de innovación Agroalimentaria 2025* y *Congreso Internacional de Ciencias Agropecuarias del TecNM*.

Los dispositivos fueron presentados en eventos propios de la materia de Taller de Investigación II, denominados ProtoTec y ProtoTec2, pretendiendo crecer este escenario a través de los periodos semestrales. Esta obra es un compendio que como valor agregado responde al esfuerzo de docentes y estudiantes para fortalecer el rigor académico y ser evidencia de la búsqueda de difusión de las contribuciones científicas.

***Dr. Juan Arturo Mendoza Razo***

## SECCIÓN I.

## INTELIGENCIA ARTIFICIAL



**“Integrar IA es formar profesionales  
preparados para futuros que ya  
comenzaron”**

# Inteligencia artificial en sostenibilidad: Casos de éxito

## Artificial Intelligence in Sustainability: Success Stories

*González Arencibia, Mario<sup>a</sup>; Cervantes Rosas, María de los Ángeles<sup>b\*</sup>*

<sup>a</sup>Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, Cuba.

<sup>b</sup>Universidad Autónoma de Occidente. Guasave, Sinaloa

\* Autor de contacto: [maria.cervantes@uadeo.mx](mailto:maria.cervantes@uadeo.mx)

### Resumen

Este capítulo busca ofrecer un análisis exhaustivo sobre la IA sostenible y proponer recomendaciones prácticas para su implementación. Se hace una revisión documental, con enfoque cualitativo y diseño descriptivo; con el fin de examinar casos exitosos de aplicaciones de IA en sostenibilidad, analizar los desafíos actuales en desarrollo de sistemas de IA de bajo impacto ambiental y se sugieren estrategias para alinear el desarrollo de IA con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas. La importancia de estudiar la IA sostenible radica en su capacidad para transformar positivamente diversos sectores de la sociedad. Por ejemplo, en el sector energético, la IA puede optimizar el uso de recursos renovables, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles. En agricultura, la IA puede mejorar la eficiencia en el uso de recursos y minimizar el impacto ambiental. El estudio destaca la necesidad de integrar consideraciones éticas, sociales y ambientales en el desarrollo de la IA para maximizar sus beneficios y minimizar las consecuencias negativas. Los hallazgos clave subrayan la importancia de adoptar enfoques interdisciplinarios que equilibren el avance tecnológico con la responsabilidad ética y ambiental; además promover prácticas de IA responsables permite aprovechar su poder transformador para abordar eficazmente los desafíos globales. En resumen, la IA sostenible representa un camino crucial hacia la consecución de metas ambientales y de sostenibilidad social a largo plazo. Comprender sus orígenes y evolución permite a los actores involucrados desarrollar políticas y prácticas que fomenten la innovación mientras se protege el planeta y sus habitantes.

### Palabras clave

Desarrollo sostenible, Inteligencia artificial, Impacto Ambiental.

### Abstract

This chapter seeks to provide a comprehensive analysis of sustainable AI and propose practical recommendations for its implementation. A documentary review is carried out, with a qualitative approach and descriptive design; in order to examine successful cases of AI applications in sustainability, analyze the current challenges in the development of AI systems with low environmental impact, strategies are suggested to align AI development with the sustainable development goals. The importance of studying sustainable AI lies in its ability to positively transform various sectors of society. For example, in the energy sector, AI can optimize the use of renewable resources, reducing dependence on fossil fuels. In agriculture, AI can improve resource efficiency and minimize environmental impact. The study highlights the need to integrate ethical, social and environmental considerations into the development of AI to maximize its benefits and minimize negative consequences. Key findings underscore the importance of adopting interdisciplinary approaches that balance technological advancement with ethical and environmental responsibility. Promoting responsible AI practices makes it possible to harness its transformative power to effectively address global challenges. In short, sustainable AI represents a crucial path towards achieving long-term environmental and social sustainability goals.

Understanding its origins and evolution allows stakeholders to develop policies and practices that foster innovation while protecting the planet and its inhabitants.

### **Key Words**

Sustainable Development, Artificial Intelligence IA, Environmental Impact.

### **Introducción**

Este estudio se propone abordar las siguientes temáticas de investigación: Las formas en que se pueden diseñar e implementar sistemas de IA que maximicen los beneficios para la sostenibilidad mientras minimizan los impactos negativos garantizar el desarrollo responsable de la IA sostenible con base a marcos regulatorios y éticos, identificación de las mejores prácticas para medir y reducir la huella de carbono de los sistemas de IA?

El objetivo principal de esta investigación es ofrecer un análisis sobre la IA sostenible con el fin de identificar propuestas prácticas para su implementación. Este estudio examina casos de uso exitosos de IA en sostenibilidad, analiza los desafíos actuales en la implementación de sistemas de IA de bajo impacto ambiental, y propondrá estrategias para alinear el desarrollo de IA con los objetivos de desarrollo sostenible.

Teorías y modelos que sustentan la ia sostenible

La inteligencia artificial sostenible se basa en una combinación de teorías y modelos que integran conceptos de sostenibilidad ambiental, eficiencia energética y equidad social. Uno de los modelos fundamentales es el de la economía circular, que se enfoca en la reutilización y reciclaje de recursos para minimizar el desperdicio y reducir el impacto ambiental. En el contexto de la IA, este modelo implica el diseño de algoritmos y sistemas que optimicen el uso de recursos energéticos y materiales a lo largo de su ciclo de vida.

Desde la perspectiva de las ciencias ambientales, modelos como la economía circular y la ecología industrial ofrecen pautas para diseñar sistemas de IA que minimicen su huella ecológica. Según Strubell et al. (2019), la eficiencia energética y la reducción de emisiones de carbono son aspectos clave a tener en cuenta en el desarrollo de aplicaciones de IA. También es relevante el modelo de la ética de la IA, que se sustenta en teorías como la ética kantiana y el utilitarismo. Autores como Floridi et al. (2018) proponen principios éticos como la transparencia, la rendición de cuentas y la justicia, los cuales deben guiar el desarrollo de la IA. Asimismo, Cath (2018) destaca la importancia de la ética del cuidado y la consideración de los impactos sociales y ambientales en la gobernanza de la IA.

El modelo de triple resultado, también conocido como "triple bottom line," se aplica a la IA sostenible. Este modelo considera el impacto de las tecnologías en tres dimensiones: económica, social y ambiental. El objetivo es desarrollar sistemas de IA que no solo sean rentables y eficientes, sino que también contribuyan positivamente al bienestar social y a la protección del medio ambiente (Elkington, 1998).

Otro enfoque relevante es el de la IA verde, que se centra en la creación de algoritmos y hardware energéticamente eficientes. Este enfoque es crucial dado que la demanda energética de los centros de datos y los procesos de entrenamiento de modelos de IA puede ser significativa. Por ejemplo, Strubell, Ganesh y McCallum (2019) demostraron que el entrenamiento de grandes modelos de procesamiento del lenguaje natural (NLP) puede tener una huella de carbono considerable, destacando la necesidad de innovaciones en eficiencia energética.

La intersección entre IA y sostenibilidad también se manifiesta en el concepto de "ciudades inteligentes sostenibles". Yigitcanlar et al. (2020) examinan cómo la IA puede contribuir a la planificación y gestión urbana sostenible. Los autores destacan aplicaciones como la optimización del tráfico, la gestión eficiente de recursos y la mejora de los servicios públicos, demostrando cómo la IA puede integrarse con la planificación urbana para crear ciudades más sostenibles.

**Interdisciplinariedad: Conexiones entre IA, Ciencias Ambientales y Sociales**

La naturaleza interdisciplinaria de la IA sostenible implica la integración de conocimientos y métodos de las ciencias ambientales, las ciencias sociales y la ingeniería. Esta integración es crucial para abordar los complejos desafíos que plantea la sostenibilidad.

Desde la perspectiva de las ciencias ambientales, la IA puede utilizarse para modelar y predecir el cambio climático, optimizar el uso de recursos naturales y monitorear la biodiversidad. Por ejemplo, los algoritmos de aprendizaje automático se están utilizando para analizar grandes conjuntos de datos climáticos y mejorar las predicciones de eventos extremos, como huracanes y sequías (Rolnick et al., 2019).

En el ámbito de las ciencias sociales, la IA puede ayudar a comprender y abordar problemas sociales complejos, como la desigualdad y la justicia ambiental. Los modelos de IA pueden analizar datos sociales y económicos para identificar patrones y tendencias que informen políticas más efectivas y equitativas. Esto requiere una colaboración estrecha entre científicos de datos, sociólogos y economistas para desarrollar soluciones integrales y sostenibles. En este ámbito, la colaboración interdisciplinaria es fundamental para el desarrollo de soluciones de IA que sean tanto tecnológicamente avanzadas como social y ambientalmente responsables. Esta colaboración permite la creación de sistemas de IA que no solo son eficientes y efectivos, sino también justos y sostenibles.

### ***Debates actuales***

Los debates actuales en el campo de la Inteligencia Artificial Sostenible abarcan una amplia gama de temas, reflejando la complejidad y la naturaleza multidisciplinaria de este campo emergente. Uno de los debates más prominentes gira en torno a la tensión entre la eficiencia energética y el rendimiento de los sistemas de IA. Schwartz et al. (2020) han propuesto el concepto de "Green AI", argumentando que la eficiencia computacional debería ser un criterio de evaluación tan importante como la precisión. Este debate subraya la necesidad de equilibrar el desarrollo de modelos de IA cada vez más potentes con la urgencia de reducir su huella de carbono y consumo energético.

Otro tema candente es la cuestión de los sesgos y la equidad en los sistemas de IA, especialmente cuando se aplican a problemas de sostenibilidad. Gebru et al. (2021) han señalado la importancia crucial de considerar la diversidad y la inclusión en el desarrollo de IA. Este debate se centra en cómo los sesgos en los datos y algoritmos pueden perpetuar o exacerbar desigualdades existentes, un problema particularmente preocupante cuando la IA se aplica a cuestiones de sostenibilidad que a menudo afectan desproporcionadamente a comunidades marginadas.

La gobernanza y regulación de la IA sostenible es otro tema de intenso debate. La Comisión Europea ha propuesto un marco regulatorio para la IA que incluye consideraciones de sostenibilidad (European Commission, 2021), pero la implementación efectiva y el alcance global de tales regulaciones siguen siendo temas de discusión. Este debate se centra en cómo equilibrar la necesidad de innovación con la protección de los derechos individuales y la promoción de resultados sostenibles.

La medición precisa del impacto de la IA en la sostenibilidad es otro tema de debate significativo. Mientras que estudios como el de Vinuesa et al. (2020) han intentado mapear el impacto de la IA en los Objetivos

de Desarrollo Sostenible, existe un consenso creciente sobre la necesidad de desarrollar métricas más detalladas y específicas. Este debate subraya la complejidad de cuantificar de manera holística los efectos tanto positivos como negativos de las aplicaciones de IA en diversos aspectos de la sostenibilidad.

El equilibrio entre la privacidad y el beneficio público en el contexto de la IA sostenible también es un tema de debate continuo. Muchas aplicaciones de IA para la sostenibilidad requieren grandes cantidades de datos, lo que plantea preocupaciones sobre la privacidad individual y la seguridad de los datos. Este debate se centra en cómo reconciliar la necesidad de datos para desarrollar soluciones efectivas con la protección de los derechos individuales y la privacidad.

Estos debates reflejan la complejidad y la importancia del campo de la IA sostenible. Subrayan la necesidad de un enfoque interdisciplinario y colaborativo para abordar los desafíos técnicos, éticos y sociales que surgen en la intersección de la IA y la sostenibilidad. A medida que el campo continúa evolucionando, es probable que estos debates se intensifiquen y surjan nuevos temas de discusión, moldeando el futuro desarrollo y aplicación de la IA en el contexto de la sostenibilidad global.

## **Metodología**

Por medio del enfoque cualitativo y con un alcance descriptivo, se hace una revisión sistemática de literatura con el fin de ofrecer una visión clara y objetiva del conocimiento existente sobre casos exitosos de uso de la inteligencia artificial con enfoque en la sostenibilidad. Siguiendo un protocolo, se seleccionaron los casos más representativos de uso, mismos que se incluyen en los resultados del presente capítulo, con el fin de fortalecer la base teórica y empírica.

### *Casos de éxito*

La implementación de la inteligencia artificial (IA) en iniciativas de sostenibilidad está ganando tracción a nivel global, con varios países adoptando estas tecnologías para abordar desafíos ambientales y económicos. A continuación, se presentan casos específicos de países donde la IA se ha utilizado de manera efectiva en áreas de sostenibilidad.

En Estados Unidos, Google ha empleado IA para optimizar el consumo de energía en sus centros de datos. Mediante el uso de algoritmos desarrollados por DeepMind, Google ha logrado reducir la cantidad de energía utilizada para enfriar sus centros de datos en un 40%, lo que ha resultado en una significativa reducción de sus emisiones de carbono (Evans & Gao, 2016). Además, en San Francisco, la compañía Recology utiliza sistemas de IA para mejorar la eficiencia del reciclaje. Los sistemas de reconocimiento de objetos han permitido aumentar la tasa de reciclaje y reducir la cantidad de residuos destinados a los vertederos, contribuyendo a los objetivos de cero residuos de la ciudad (Recology, 2020).

En India, la IA está siendo utilizada para mejorar la agricultura de precisión. La plataforma Watson Decision Platform for Agriculture de IBM ha sido implementada para ayudar a los agricultores a tomar decisiones informadas basadas en datos climáticos y del suelo. Esta tecnología ha permitido aumentar la productividad y reducir el uso de recursos como el agua y los fertilizantes, contribuyendo a una agricultura más sostenible (IBM, 2020). Además, la startup india CropIn utiliza IA para ofrecer soluciones de monitoreo de cultivos, predicción de rendimiento y gestión de riesgos, beneficiando a miles de agricultores en todo el país.

Kenia ha adoptado la IA para la conservación del medio ambiente. La organización Rainforest Connection utiliza dispositivos de escucha equipados con tecnología de reconocimiento de sonido para monitorear y proteger los bosques tropicales. Estos dispositivos detectan sonidos de actividades ilegales, como la tala, y alertan a los guardabosques en tiempo real. Esta tecnología ha sido efectiva en la prevención de la

deforestación ilegal y la protección de la biodiversidad en las regiones forestales de Kenia (Rainforest Connection, 2019).

En Japón, la IA se ha aplicado en la gestión de recursos naturales y la eficiencia energética. Tokyo Electric Power Company (TEPCO) utiliza sistemas de IA para predecir el consumo de energía y optimizar la distribución eléctrica. Esta tecnología ha mejorado la eficiencia energética y reducido los costos operativos, al mismo tiempo que ha disminuido la huella de carbono de la compañía (TEPCO, 2019). Además, Japón está explorando el uso de IA en la gestión de residuos y el reciclaje, con iniciativas que incluyen el desarrollo de robots capaces de clasificar y procesar residuos de manera más eficiente.

En América Latina y el Caribe, la inteligencia artificial (IA) está siendo implementada en diversas áreas para promover la sostenibilidad y abordar desafíos ambientales, sociales y económicos. En Brasil, la IA se está utilizando para monitorear la deforestación en la Amazonía. La organización de investigación Imazon ha desarrollado el sistema de alerta de deforestación (SAD), que utiliza imágenes de satélite y algoritmos de IA para detectar y reportar actividades de deforestación en tiempo real. Este sistema ha sido crucial para la conservación de la Amazonía, proporcionando datos precisos y oportunos que permiten a las autoridades tomar medidas rápidas contra la tala ilegal (Imazon, 2020). Además, en el sector agrícola, la empresa brasileña AgroSmart utiliza IA para proporcionar a los agricultores datos precisos sobre el clima, el suelo y los cultivos, mejorando la eficiencia y sostenibilidad de las prácticas agrícolas.

En México, la IA está siendo aplicada para mejorar la gestión del agua. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha implementado sistemas de IA para optimizar el uso y la distribución del agua en el país. Estos sistemas utilizan datos en tiempo real para predecir patrones de consumo y gestionar los recursos hídricos de manera más eficiente, contribuyendo a la sostenibilidad del agua en una región frecuentemente afectada por la escasez (CONAGUA, 2021). Además, la empresa mexicana CEMEX ha desarrollado una plataforma llamada "CEMEX Go," que utiliza IA para optimizar la cadena de suministro y reducir las emisiones de carbono en la producción de cemento.

En Chile, la IA está siendo utilizada para promover la eficiencia energética. La empresa chilena Enel Distribución ha implementado un sistema de gestión de redes inteligentes (smart grids) que utiliza IA para optimizar la distribución de electricidad y reducir las pérdidas de energía. Este sistema permite una gestión más eficiente de la red eléctrica, lo que contribuye a la sostenibilidad energética del país (Enel, 2019). Asimismo, en la minería, un sector clave en Chile, la empresa CODELCO ha adoptado tecnologías de IA para optimizar procesos y reducir el impacto ambiental de sus operaciones mineras.

En Colombia, la IA se está aplicando en la conservación de la biodiversidad. La organización Wildlife Conservation Society (WCS) utiliza sistemas de IA para analizar datos de cámaras trampa y monitorear la fauna en áreas protegidas. Estos sistemas permiten identificar y contar automáticamente a los animales, proporcionando datos cruciales para la conservación y gestión de la biodiversidad (WCS, 2020). Además, en el sector agrícola, la plataforma "Colombian Agriculture 4.0" utiliza IA para ayudar a los agricultores a mejorar la productividad y sostenibilidad de sus cultivos mediante el análisis de datos agrícolas y climáticos.

Estos ejemplos ilustran cómo diversos países, incluyendo los de América Latina y el Caribe, están adoptando la IA para promover la sostenibilidad en múltiples sectores. Desde la conservación de la biodiversidad y la gestión de recursos naturales hasta la agricultura de precisión, la eficiencia energética y la gestión de residuos, la IA está ayudando a abordar desafíos ambientales complejos y a fomentar prácticas más sostenibles en la región y más allá. Esta tecnología demuestra su potencial para impulsar soluciones

innovadoras que contribuyen a la protección del medio ambiente y al uso más eficiente de los recursos naturales.

### ***Impacto y desafíos***

La implementación de la inteligencia artificial (IA) en sostenibilidad tiene implicaciones profundas en los ámbitos ambiental, social y económico. Desde una perspectiva ambiental, la IA puede optimizar el uso de recursos naturales, reducir emisiones de carbono y mejorar la eficiencia energética. Por ejemplo, los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar datos climáticos para predecir fenómenos meteorológicos extremos, ayudando a mitigar sus efectos (Rolnick et al., 2019). En el sector energético, Google ha utilizado IA para reducir el consumo de energía en sus centros de datos en un 15%, resultando en una significativa disminución de su huella de carbono (Evans & Gao, 2016).

En términos sociales, la IA puede contribuir a la equidad y la inclusión mediante la personalización de servicios educativos y de salud, adaptados a las necesidades específicas de diversas comunidades. Sin embargo, también existe el riesgo de perpetuar desigualdades si los datos utilizados están sesgados. Por ejemplo, el uso de IA en sistemas de justicia penal ha sido criticado por amplificar sesgos raciales presentes en los datos históricos (O'Neil, 2016). Económicamente, la IA puede impulsar la productividad y la innovación, creando nuevas oportunidades de empleo en sectores tecnológicos avanzados. Sin embargo, también puede llevar a la automatización de trabajos, desplazando a trabajadores en sectores tradicionales. Este doble filo requiere políticas laborales y educativas que faciliten la transición de la fuerza laboral hacia roles complementarios a la IA (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

### ***Identificación de barreras y desafíos en la implementación***

La implementación de la IA sostenible enfrenta múltiples barreras y desafíos. Un obstáculo significativo es la falta de infraestructura adecuada en muchas regiones, especialmente en países en desarrollo, donde la conectividad y el acceso a tecnologías avanzadas son limitados. Además, la recopilación y gestión de datos de alta calidad es un desafío crucial, ya que los algoritmos de IA dependen de grandes cantidades de datos precisos y representativos.

Otro desafío es la resistencia cultural y organizacional al cambio. Las organizaciones pueden ser reticentes a adoptar nuevas tecnologías debido a la falta de comprensión y confianza en la IA. Este problema se puede mitigar mediante la educación y la formación adecuadas, así como la implementación de políticas claras que garanticen la transparencia y la responsabilidad en el uso de la IA (West et al., 2019).

Además, la regulación y gobernanza de la IA presentan desafíos importantes. Existen pocos marcos regulatorios robustos que aborden los aspectos éticos y de seguridad de la IA, lo que puede conducir a usos irresponsables o perjudiciales de la tecnología. La creación de normas internacionales y regulaciones nacionales específicas es esencial para garantizar el desarrollo y uso responsable de la IA (Cath et al., 2018).

### ***Análisis de riesgos y consideraciones éticas***

La implementación de la IA sostenible conlleva tanto beneficios como riesgos significativos. Entre los principales beneficios se encuentran la mejora en la eficiencia de recursos, la reducción de impactos ambientales y la promoción de la equidad social. Por ejemplo, la optimización del transporte mediante IA puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero al mejorar la eficiencia de las rutas y el uso de vehículos eléctricos (Schmidt & Weigt, 2013).

Sin embargo, los riesgos asociados con la IA incluyen la privacidad y la seguridad de los datos. La recopilación y análisis de grandes cantidades de datos personales pueden resultar en violaciones de

privacidad si no se gestionan adecuadamente. Además, existe el riesgo de ciberataques que puedan comprometer sistemas críticos de IA, afectando infraestructuras esenciales como la red eléctrica o los sistemas de salud (Brundage et al., 2018).

Las consideraciones éticas incluyen la necesidad de asegurar que la IA no perpetúe sesgos y desigualdades. Es crucial desarrollar algoritmos que sean transparentes y auditables para prevenir decisiones injustas o discriminatorias. Además, la gobernanza ética de la IA requiere la participación de una amplia gama de actores, incluyendo gobiernos, empresas, y la sociedad civil, para garantizar que los beneficios de la IA se distribuyan equitativamente (Floridi et al., 2018).

### ***Medición y evaluación del impacto de la IA en términos de sostenibilidad***

La evaluación del impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en términos de sostenibilidad ambiental, social y económica requiere un enfoque integral y multidimensional. Para medir y evaluar el impacto de la IA en términos de sostenibilidad, se pueden utilizar diversas métricas y metodologías. Un enfoque común es el uso de indicadores de desempeño ambiental, como la huella de carbono, el consumo de agua y la eficiencia energética. Estos indicadores pueden proporcionar una visión cuantitativa del impacto ambiental de los sistemas de IA (Strubell et al., 2019). La evaluación también debe incluir estudios cualitativos que capturen las percepciones y experiencias de las comunidades afectadas por la implementación de IA. Esto puede incluir encuestas, entrevistas y grupos focales que proporcionen una comprensión más profunda de los impactos sociales y económicos de la IA (West et al., 2019).

En cuanto al impacto ambiental, es crucial analizar el consumo de energía de los sistemas de IA, especialmente durante el entrenamiento de los modelos de aprendizaje automático, así como las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a su funcionamiento. Además, se debe considerar el uso de recursos hídricos, materiales y otros recursos necesarios, y evaluar los posibles efectos negativos en la biodiversidad. Algunos indicadores clave serían las emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de cómputo, el consumo de energía por modelo de IA y el uso de materiales sostenibles en el hardware.

En el ámbito social, es fundamental analizar si los sistemas de IA están libres de sesgos algorítmicos que puedan discriminar a ciertos grupos. También es importante evaluar el impacto en el empleo, considerando el potencial de desplazamiento de trabajos y la necesidad de políticas de transición laboral. Asimismo, se debe considerar cómo la IA puede mejorar la calidad de vida, el acceso a servicios y la inclusión social. Indicadores relevantes serían los niveles de sesgo en conjuntos de datos y algoritmos, el impacto en la distribución de beneficios y el acceso a la educación y oportunidades laborales relacionadas con la IA.

En cuanto al impacto económico, se debe evaluar cómo la IA puede aumentar la eficiencia y la productividad en diversos sectores, así como su potencial para impulsar el crecimiento económico sostenible (Tabla 1). También es importante analizar la creación de nuevos empleos en sectores relacionados con la IA y evaluar el riesgo de concentración de riqueza en manos de grandes empresas tecnológicas. Algunos indicadores clave serían la productividad laboral aumentada, los nuevos empleos creados, la tasa de desempleo atribuible a la automatización y la distribución de los beneficios económicos de la IA.

**Tabla 1. Evaluación del Impacto de la IA Sostenible: Consideraciones ambientales, sociales y económicas.**

Aspecto	Descripción	Impactos Potenciales	Indicadores Clave
Ambiental	Consumo de energía, emisiones de carbono, uso de recursos, impacto en la biodiversidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Huella de carbono de los sistemas de IA (por ejemplo, entrenamiento de modelos).</li> <li>- Impacto en el uso de recursos hídricos y energéticos.</li> <li>- Potencial para la reducción de la contaminación y la eficiencia energética.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emisiones de CO2 por unidad de cómputo.</li> <li>- Consumo de energía por modelo de IA.</li> <li>- Uso de materiales sostenibles en hardware de IA.</li> </ul>
Social	Equidad, inclusión, sesgos algorítmicos, impacto en el empleo, bienestar social.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exacerbación de desigualdades existentes si no se consideran los sesgos. - Discriminación en procesos como la selección de personal o la concesión de préstamos.</li> <li>- Potencial para mejorar la calidad de vida y el acceso a servicios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niveles de sesgo en los conjuntos de datos y algoritmos de IA.</li> <li>- Impacto en la distribución de beneficios de la IA.</li> <li>- Acceso a la educación y oportunidades laborales relacionadas con la IA.</li> </ul>
Económico	Eficiencia, productividad, crecimiento económico, creación de empleos, distribución de la riqueza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automatización de tareas y aumento de la eficiencia.</li> <li>- Creación de nuevos empleos en sectores relacionados con la IA.</li> <li>- Riesgo de desplazamiento laboral en algunos sectores.</li> <li>- Concentración de riqueza en manos de grandes empresas tecnológicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Productividad laboral aumentada gracias a la IA. - Nuevos empleos creados en IA y sectores relacionados.</li> <li>- Tasa de desempleo atribuible a la automatización.</li> <li>- Distribución de los beneficios económicos de la IA.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### **Inteligencia Artificial Sostenible: Contribuciones, barreras y estrategias para el futuro**

La Inteligencia Artificial (IA) tiene un potencial significativo para contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU. La IA puede mejorar la eficiencia en la gestión de recursos naturales, optimizar el uso de energía y reducir las emisiones de carbono. Por ejemplo, en el sector agrícola, la IA facilita la agricultura de precisión, permitiendo un uso más eficiente del agua y los fertilizantes, lo que contribuye a los ODS 2 (Hambre Cero) y 12 (Producción y Consumo Responsables) (Fundación SERES, 2015). Además, la IA puede ayudar a predecir y mitigar los efectos del cambio climático mediante modelos predictivos y sistemas de alerta temprana, apoyando el ODS 13 (Acción por el Clima) (UIK, 2021).

#### ***Barreras para la adopción generalizada de IA Sostenible***

A pesar de sus beneficios, la adopción generalizada de la IA sostenible enfrenta varias barreras técnicas, económicas y sociales. Técnicamente, el desarrollo de algoritmos eficientes y la infraestructura necesaria para soportar grandes volúmenes de datos son desafíos significativos. Económicamente, los altos costos iniciales de implementación y la falta de incentivos financieros pueden desalentar a las empresas y

gobiernos. Socialmente, la falta de conocimiento y habilidades en IA, así como la resistencia al cambio, son obstáculos importantes (Sostenibilidad.com., 2021).

### ***Políticas y regulaciones necesarias***

Para fomentar el desarrollo y la implementación de IA sostenible, es crucial establecer políticas y regulaciones adecuadas. Estas deben incluir incentivos fiscales para empresas que adopten tecnologías sostenibles, así como normativas que aseguren la transparencia y la ética en el uso de la IA. La Unión Europea, por ejemplo, ha propuesto regulaciones para garantizar que los sistemas de IA sean seguros, transparentes y respetuosos con los derechos fundamentales (CIECEM, 2024). Además, es esencial promover la educación y la formación en IA sostenible para crear una fuerza laboral capacitada.

### ***Equilibrio entre eficiencia y impacto ambiental***

Equilibrar la eficiencia y el rendimiento de los sistemas de IA con su impacto ambiental es un desafío crítico. Una estrategia efectiva es el desarrollo de algoritmos más eficientes energéticamente y el uso de fuentes de energía renovable para alimentar los centros de datos. Investigaciones han demostrado que el entrenamiento de modelos de IA puede ser altamente intensivo en energía, por lo que optimizar estos procesos es fundamental para reducir su huella de carbono (DASCI, 2024).

### ***Colaboraciones entre industria, academia y gobierno***

Las colaboraciones entre la industria, la academia y el gobierno son esenciales para avanzar en la IA sostenible. Estas alianzas pueden facilitar la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, así como la implementación de políticas efectivas. Por ejemplo, iniciativas como "AI for Good" de la UIT buscan aprovechar el poder de la IA para abordar desafíos globales y acelerar el progreso hacia los ODS mediante la colaboración entre diferentes sectores.

### ***Abordar desigualdades sociales y económicas***

La IA sostenible también tiene el potencial de abordar desigualdades sociales y económicas. Al mejorar el acceso a la educación y la salud mediante tecnologías de IA, se pueden reducir las brechas existentes. Además, la IA puede facilitar la creación de empleos en sectores emergentes, contribuyendo a una distribución más equitativa de los beneficios económicos.

### ***Estrategias para avanzar en la implementación de la IA sostenible***

Para avanzar en la implementación de la IA sostenible, se deben desarrollar estrategias específicas (Data Innovation, 2024; Techopedia, 2024). Primero, es fundamental integrar consideraciones éticas y de sostenibilidad desde el diseño y desarrollo de soluciones de IA, adoptando principios de IA ética y transparente. Segundo, promover la colaboración entre sectores para fomentar el uso responsable de la IA, uniéndose a iniciativas globales que favorezcan las prácticas sostenibles y éticamente responsables. Tercero, invertir en tecnologías e infraestructura que optimicen el uso de recursos, reduzcan las emisiones de carbono y mejoren la eficiencia energética.

La investigación sobre la IA sostenible es fundamental para garantizar que el avance tecnológico no se produzca a expensas del medio ambiente y el bienestar social. Al abordar las barreras existentes y promover políticas y colaboraciones efectivas, es posible maximizar el potencial de la IA para contribuir a un futuro más sostenible y equitativo.

El diseño e implementación de sistemas de IA que maximicen los beneficios para la sostenibilidad mientras minimizan los impactos negativos requiere un enfoque holístico que considere aspectos técnicos, éticos y ambientales desde las etapas iniciales de desarrollo. Según Vinuesa et al. (2020), es fundamental integrar

consideraciones de sostenibilidad en todo el ciclo de vida de los sistemas de IA, desde la conceptualización hasta el despliegue y mantenimiento. Esto implica optimizar el uso de recursos computacionales, seleccionar cuidadosamente los conjuntos de datos de entrenamiento y evaluar continuamente el impacto ambiental y social de las aplicaciones de IA.

Para garantizar el desarrollo responsable de la IA sostenible, es necesario establecer marcos regulatorios y éticos sólidos. La Unión Europea ha sido pionera en este aspecto con su propuesta de Reglamento de Inteligencia Artificial, que busca establecer estándares para el desarrollo y uso ético de la IA (Comisión Europea, 2021). Este marco propone un enfoque basado en el riesgo, clasificando las aplicaciones de IA según su potencial impacto en la sociedad y el medio ambiente. Complementariamente, iniciativas como los Principios de IA de la OCDE proporcionan directrices éticas para el desarrollo de IA centrada en el ser humano y respetuosa con el medio ambiente (OCDE, 2019).

En cuanto a las mejores prácticas para medir y reducir la huella de carbono de los sistemas de IA, Strubell et al. (2019) proponen un enfoque multifacético que incluye la optimización de algoritmos, la selección de hardware eficiente y el uso de energías renovables en centros de datos. Por ejemplo, su estudio reveló que el entrenamiento de un modelo de procesamiento de lenguaje natural puede emitir hasta 284 toneladas de CO<sub>2</sub>, equivalente a cinco veces las emisiones de un automóvil durante su vida útil. Para abordar este problema, empresas como Google están implementando técnicas de "IA verde", que incluyen el uso de algoritmos más eficientes y la optimización de la infraestructura de centros de datos (Gupta et al., 2020).

La medición precisa de la huella de carbono de los sistemas de IA es crucial para identificar áreas de mejora. Henderson et al. (2020) proponen una metodología estandarizada para reportar el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas con el entrenamiento y despliegue de modelos de IA. Esta metodología incluye la consideración de factores como la eficiencia del hardware, la fuente de energía utilizada y la duración del entrenamiento del modelo.

Además de estas medidas técnicas, es importante fomentar la colaboración interdisciplinaria entre expertos en IA, científicos ambientales y responsables políticos. Rolnick et al. (2019) argumentan que esta colaboración es esencial para desarrollar soluciones de IA que aborden directamente los desafíos de sostenibilidad, como la mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad.

La idea es que, el desarrollo de IA sostenible requiere un enfoque integral que combine innovación tecnológica, marcos regulatorios sólidos y prácticas responsables de desarrollo y despliegue. Solo a través de estos esfuerzos coordinados podremos aprovechar el potencial de la IA para abordar los desafíos globales de sostenibilidad mientras minimizamos sus impactos negativos.

### ***Tendencias futuras y recomendaciones***

Las tendencias futuras y recomendaciones para la IA sostenible apuntan hacia un desarrollo más responsable y alineado con los objetivos de sostenibilidad global. Según Vinuesa et al. (2020), se proyecta que la IA tendrá un impacto significativo en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, con potencial para influir positivamente en el 79% de estos objetivos. Sin embargo, también advierten sobre los posibles efectos negativos si no se implementa de manera responsable, lo que subraya la necesidad de un enfoque equilibrado.

Las proyecciones futuras de la IA sostenible sugieren un aumento significativo en la adopción de tecnologías que integren principios de sostenibilidad. Según estudios como el realizado por PwC (2019), se espera que para el año 2030, la IA tenga un impacto sustancial en la mejora de la eficiencia energética,

la gestión de recursos y la mitigación de riesgos ambientales. Esto incluye aplicaciones avanzadas en agricultura de precisión, monitoreo ambiental y predicción de impactos climáticos (Floridi et al., 2018).

Para respaldar estas proyecciones de manera efectiva, es crucial establecer políticas y regulaciones sólidas que guíen el desarrollo ético y responsable de la IA. Propuestas como el Acta de Inteligencia Artificial de la Comisión Europea (2021) buscan proporcionar un marco normativo que aborde temas críticos como la transparencia, la equidad y la responsabilidad al utilizar IA en diversos sectores. Este tipo de regulaciones son fundamentales para mitigar riesgos asociados, como el sesgo algorítmico y la falta de privacidad de los datos (Binns, 2018).

En cuanto a las propuestas de políticas y regulaciones, la Unión Europea está liderando el camino con su propuesta de Reglamento de Inteligencia Artificial, que busca establecer un marco normativo para el desarrollo y uso ético de la IA (Comisión Europea, 2021). Este enfoque basado en el riesgo podría servir como modelo para otras regiones, promoviendo la innovación mientras se protegen los derechos fundamentales y se garantiza la sostenibilidad.

Para la industria, las recomendaciones se centran en la adopción de prácticas de "IA verde". Gupta et al. (2020) proponen estrategias como la optimización de algoritmos para reducir el consumo energético, el uso de energías renovables en centros de datos y la consideración del impacto ambiental en todo el ciclo de vida de los sistemas de IA. Por ejemplo, Google ha logrado reducir el consumo energético de sus centros de datos en un 50% mediante el uso de IA para optimizar la refrigeración.

La industria puede jugar un papel clave al invertir en tecnologías sostenibles y alinear sus estrategias comerciales con los ODS de la ONU. Por ejemplo, la colaboración entre empresas tecnológicas y organizaciones ambientales puede acelerar la innovación en soluciones de IA que beneficien tanto a la economía como al medio ambiente (Rolnick et al., 2019).

En el ámbito académico, se recomienda fomentar la investigación interdisciplinaria que combine la ciencia de la computación con las ciencias ambientales y sociales. Rolnick et al. (2019) destacan la importancia de desarrollar aplicaciones de IA específicamente diseñadas para abordar desafíos de sostenibilidad, como la mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad.

Los gobiernos, por su parte, deben promover incentivos fiscales y financiamiento para proyectos de IA sostenible, así como proporcionar apoyo en la formulación de políticas que fomenten la adopción responsable de la tecnología. La academia tiene un rol fundamental en la educación y capacitación de profesionales en ética de IA y en la investigación de nuevas metodologías que minimicen los impactos negativos.

Además de establecer marcos regulatorios, se sugiere a los gobiernos, invertir en infraestructura digital sostenible y promover la colaboración público-privada en proyectos de IA para el bien común. La iniciativa "AI for Good" de la UIT es un ejemplo de cómo se pueden catalizar esfuerzos globales para aplicar la IA en la consecución de los ODS (UIT, 2021).

En general para avanzar hacia una IA más sostenible, se requiere la colaboración entre la industria, los gobiernos y la academia. Biehl et al. (2022) sugieren que la industria debe adoptar prácticas de diseño y desarrollo de IA que prioricen la eficiencia energética, el reciclaje y la reducción de la huella de carbono. Asimismo, los gobiernos deben promulgar políticas y marcos regulatorios que fomenten la innovación sostenible en IA, y la academia debe impulsar la investigación en áreas como la optimización de algoritmos y la evaluación del ciclo de vida de los sistemas de IA.

Una tendencia emergente es el desarrollo de métricas estandarizadas para evaluar el impacto ambiental de los sistemas de IA. Henderson et al. (2020) proponen una metodología para reportar el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas con el entrenamiento y despliegue de modelos de IA, lo que podría convertirse en un estándar de la industria en el futuro cercano.

El futuro de la IA sostenible dependerá de la colaboración entre múltiples actores para desarrollar tecnologías que no solo sean innovadoras, sino también responsables y alineadas con los objetivos de sostenibilidad global. La implementación de políticas adecuadas, la adopción de prácticas sostenibles por parte de la industria y la investigación continua en aplicaciones de IA para el desarrollo sostenible serán fundamentales para aprovechar el potencial de esta tecnología en beneficio de la sociedad y el medio ambiente.

## **Discusión**

Las implicaciones teóricas de este estudio son significativas. Al abordar cómo diseñar sistemas de IA que maximicen los beneficios para la sostenibilidad mientras minimizan los impactos negativos, se podría establecer un nuevo paradigma en el desarrollo de tecnologías de IA. Esto podría llevar a la formulación de principios teóricos que guíen el diseño de sistemas de IA más eficientes y respetuosos con el medio ambiente. Como señalan Cowls et al. (2021), es crucial desarrollar un marco ético para la IA que considere no solo su eficacia, sino también su impacto ambiental y social.

Desde el punto de vista metodológico, el enfoque multidisciplinario propuesto, que combina análisis técnicos, éticos y ambientales, podría establecer un nuevo estándar para la evaluación de tecnologías de IA. Este enfoque va más allá de las métricas de rendimiento tradicionales para incluir consideraciones de sostenibilidad y responsabilidad social. El desarrollo de métodos para medir y reducir la huella de carbono de los sistemas de IA es particularmente relevante, dado que estudios recientes han demostrado que el entrenamiento de modelos de IA grandes puede generar emisiones de CO<sub>2</sub> significativas. Por ejemplo, Strubell et al. (2019) estimaron que el entrenamiento de un solo modelo de procesamiento de lenguaje natural puede emitir tanto CO<sub>2</sub> como cinco automóviles durante toda su vida útil.

Las implicaciones prácticas de este estudio son potencialmente transformadoras. El marco propuesto para la implementación de IA sostenible podría guiar a las empresas en el desarrollo de productos y servicios más respetuosos con el medio ambiente. Además, las recomendaciones sobre marcos regulatorios y éticos podrían informar a los responsables políticos en la creación de normativas que fomenten la innovación responsable en IA. Esto es particularmente relevante dado que, según un informe de PwC (2018), la IA podría contribuir hasta \$15.7 billones a la economía global para 2030, pero este crecimiento debe gestionarse de manera sostenible.

Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones potenciales de este estudio. La rápida evolución de la tecnología de IA podría hacer que algunas recomendaciones se vuelvan obsoletas rápidamente. Además, la implementación práctica de las recomendaciones podría enfrentar desafíos debido a las diferencias en regulaciones y prácticas entre diferentes países y sectores industriales. Como señalan Vinuesa et al. (2020), la adopción de IA para la sostenibilidad puede verse obstaculizada por la falta de infraestructura adecuada en países en desarrollo.

Este estudio abre varias vías para futuras investigaciones. Se podrían realizar estudios más detallados sobre la implementación de IA sostenible en sectores específicos, como energía, transporte o agricultura. También sería valioso investigar los impactos a largo plazo de la adopción de prácticas de IA sostenible en la economía global y el medio ambiente. Además, se podrían explorar más a fondo las implicaciones éticas y sociales de la IA sostenible, incluyendo cuestiones de equidad y acceso a la tecnología.

En conclusión, esta investigación tiene el potencial de hacer una contribución significativa al campo emergente de la IA sostenible, proporcionando un marco integral que podría guiar el desarrollo futuro de esta tecnología crítica de una manera que sea beneficiosa tanto para la humanidad como para el planeta

## Referencias

- Binns, R. (2018). Fairness in machine learning: Lessons from political philosophy. Proceedings of the 2018 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3287560.3287596>
- Brundage, M., Avin, S., Clark, J., Toner, H., Eckersley, P., Garfinkel, B., ... & Amodei, D. (2018). The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation. <https://arxiv.org/abs/1802.07228>
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. W. W. Norton & Company.
- Cath, C. (2018). Governing artificial intelligence: Ethical, legal and technical opportunities and challenges. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 376(2133), 20180080.
- Cath, C., Wachter, S., Mittelstadt, B., Taddeo, M., & Floridi, L. (2018). Artificial Intelligence and the 'Good Society': The US, EU, and UK Approach. Science and Engineering Ethics, 24(2), 505-528.
- CEMEX. (2020). CEMEX Go: Transforming the Construction Industry with AI. CEMEX. <https://www.cemex.com>
- CIECEM. (2024). Explorando el Impacto de la IA en la Innovación y Sostenibilidad Empresarial. [<https://ciecem.org/ponencia/explorando-el-impacto-de-la-ia-en-la-innovacion-y-sostenibilidad-empresarial/>](<https://ciecem.org/ponencia/explorando-el-impacto-de-la-ia-en-la-innovacion-y-sostenibilidad-empresarial/>)
- Comisión Europea. (2021). Proposal for a Regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-laying-down-harmonised-rules-artificial-intelligence>
- Comisión Europea. (2021). Proposal for a Regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-laying-down-harmonised-rules-artificial-intelligence>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2021). Innovación Tecnológica en la Gestión del Agua. CONAGUA. <https://www.gob.mx/conagua>
- Cowls, J., Tsamados, A., Taddeo, M., & Floridi, L. (2021). A definition, benchmark and database of AI for social good initiatives. Nature Machine Intelligence, 3(2), 111-115. <https://doi.org/10.1038/s42256-021-00296-0>
- DASCI. (2024). La IA como facilitador de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. [<https://dasci.es/ia4ods/inicio.html>](<https://dasci.es/ia4ods/inicio.html>)
- Data Innovation. (2024). Estrategias para Implementar la IA en el Crecimiento Sostenible del Negocio. [<https://datainnovation.io/estrategias-para-implementar-la-ia-en-el-crecimiento-sostenible-del-negocio/>](<https://datainnovation.io/estrategias-para-implementar-la-ia-en-el-crecimiento-sostenible-del-negocio/>)
- Dignum, V. (2019). Responsible Artificial Intelligence: How to Develop and Use AI in a Responsible Way. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30371-6>
- Elkington, J. (1998). Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business. New Society Publishers.
- Enel. (2019). Smart Grids: The Digital Revolution in Electricity Distribution. Enel Distribución Chile. <https://www.enel.cl/en.html>

- European Commission. (2021). Proposal for a Regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-laying-down-harmonised-rules-artificial-intelligence>
- Evans, R., & Gao, J. (2016). DeepMind AI Reduces Google Data Centre Cooling Bill by 40%. DeepMind Blog. <https://deepmind.com/blog/article/deepmind-ai-reduces-google-data-centre-cooling-bill-40>
- Floridi, L., Cows, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... & Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689-707.
- Floridi, L., Cows, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... & Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689-707.
- Fundación SERES. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible, Inteligencia Artificial y Big Data. [<https://www.fundacionseres.org/Paginas/Campus/BuenasPracticas.aspx?IDe=161>](<https://www.fundacionseres.org/Paginas/Campus/BuenasPracticas.aspx?IDe=161>)
- Gebru, T., Morgenstern, J., Vecchione, B., Vaughan, J. W., Wallach, H., Daumé III, H., & Crawford, K. (2021). Datasheets for datasets. *Communications of the ACM*, 64(12), 86-92. <https://doi.org/10.1145/3458723>
- Google. (2020). Our third decade of climate action: Realizing a carbon-free future. <https://blog.google/outreach-initiatives/sustainability/our-third-decade-climate-action-realizing-carbon-free-future/>
- Gupta, A., Lanteigne, C., & Kingsley, S. (2020). SECure: A Social and Environmental Certificate for AI Systems. arXiv preprint arXiv:2006.06217. <https://arxiv.org/abs/2006.06217>
- Gupta, S., Pinto, T., Bauer, D., Patel, J., & Agarwal, Y. (2021). CarbonTracker: Tracking and Predicting the Carbon Footprint of Training Deep Learning Models. arXiv:2104.10470 [cs]. <http://arxiv.org/abs/2104.10470>
- Henderson, P., Hu, J., Romoff, J., Brunskill, E., Jurafsky, D., & Pineau, J. (2020). Towards the systematic reporting of the energy and carbon footprints of machine learning. *Journal of Machine Learning Research*, 21(248), 1-43. <https://www.jmlr.org/papers/volume21/20-312/20-312.pdf>
- HPE. (2024). Crea una estrategia de IA más sostenible. [<https://www.hpe.com/psnow/doc/a50010292ese>](<https://www.hpe.com/psnow/doc/a50010292ese>)
- IBM. (2020). Watson Decision Platform for Agriculture. IBM. <https://www.ibm.com/products/watson-decision-platform-for-agriculture>
- Imazon. (2020). Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD). Imazon. <https://imazon.org.br>
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1(9), 389-399.
- Microsoft. (2021). AI for Earth. <https://www.microsoft.com/en-us/ai/ai-for-earth>
- OCDE. (2019). Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>
- O'Neil, C. (2016). *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. Crown Publishing Group.
- PwC. (2017). Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>
- PwC. (2019). AI and the future of work: Understanding automation's impact on the workforce. Recuperado de <https://www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/publications/artificial-intelligence-study.html>
- Rainforest Connection. (2019). Real-Time Rainforest Protection. Rainforest Connection. <https://rfcx.org>

- Recology. (2020). Recycling & Composting. Recology. <https://www.recology.com/recology-san-francisco/>
- Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K., ... & Bengio, Y. (2019). Tackling climate change with machine learning. arXiv preprint arXiv:1906.05433. <https://arxiv.org/abs/1906.05433>
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson.
- Schmidt, M., & Weigt, H. (2013). A review of the European offshore wind energy policy. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 32, 531-541.
- Schwartz, R., Dodge, J., Smith, N. A., & Etzioni, O. (2020). Green AI. Communications of the ACM, 63(12), 54–63. <https://doi.org/10.1145/3381831>
- Silver, D., Huang, A., Maddison, C. J., Guez, A., Sifre, L., van den Driessche, G., Schrittwieser, J., Antonoglou, I., Panneershelvam, V., Lanctot, M., Dieleman, S., Grewe, D., Nham, J., Kalchbrenner, N., Sutskever, I., Lillicrap, T., Leach, M., Kavukcuoglu, K., Graepel, T., & Hassabis, D. (2016). Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. Nature, 529(7587), 484–489. <https://doi.org/10.1038/nature16961>
- Sostenibilidad.com (2021). La alianza entre Inteligencia Artificial y desarrollo sostenible. <https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/la-alianza-entre-inteligencia-artificial-y-desarrollo-sostenible/>
- Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. arXiv:1906.02243 [cs]. <http://arxiv.org/abs/1906.02243>
- Taddeo, M., & Floridi, L. (2018). Regulate artificial intelligence to avert cyber arms race. Nature, 556(7701), 296-298.
- Techopedia. (2024). La IA en la estrategia de sostenibilidad: Google y ALERTCalifornia. [<https://www.techopedia.com/es/ia-sostenibilidad-google>](<https://www.techopedia.com/es/ia-sostenibilidad-google>)
- TEPCO. (2019). AI Technology for Optimizing Power Grid Operations. TEPCO. <https://www.tepco.co.jp/en/>.
- UIK. (2021). La sostenibilidad en la era de la Inteligencia Artificial. <https://www.uik.eus/es/curso/sostenibilidad-era-inteligencia-artificial>](<https://www.uik.eus/es/curso/sostenibilidad-era-inteligencia-artificial>)
- UIT. (2021). AI for Good Global Summit. <https://aiforgood.itu.int/>
- Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., Felländer, A., Langhans, S. D., Tegmark, M., & Fuso Nerini, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. Nature Communications, 11(1), 233. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>
- West, S. M., Whittaker, M., & Crawford, K. (2019). Discriminating Systems: Gender, Race, and Power in AI. AI Now Institute. <https://ainowinstitute.org/discriminatingsystems.html>
- Wildlife Conservation Society (WCS). (2020). Using AI to Monitor Wildlife in Colombia. WCS Colombia. <https://colombia.wcs.org>
- World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). Our Common Future. Oxford University Press.

# **IA como sinergia entre teoría y desarrollo de prototipos: reflexiones enfocadas en Ingeniería Mecatrónica y de Sistemas**

## **AI as a synergy between theory and prototype development: reflections focused on Mechatronics and Systems Engineering**

*Villalpando Romo, Guillermo; Alvarado Cano, Juan Antonio;  
Pérez Morán, Lirio; Gómez Guevara, Alma Delia*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí / TecNM.  
Autor de contacto: Alvaro Cano, Juan Antonio; [juan.ac@slp.tecnm.mx](mailto:juan.ac@slp.tecnm.mx)

### **Resumen**

Este estudio analiza de forma conceptual, el papel de la inteligencia artificial (IA) como puente entre la teoría y la práctica en la formación de estudiantes de ingeniería, enfocándose en cómo las herramientas emergentes impactan la construcción de prototipos y el aprendizaje aplicado. A partir de literatura reciente y evidencias locales, se identifican beneficios clave como la personalización del aprendizaje, la retroalimentación inmediata y la mejora en creatividad, eficiencia e iniciativa estudiantil. Asimismo, se reconoce la creciente adopción de herramientas generativas por estudiantes de ingeniería. No obstante, persisten desafíos relacionados con precisión, fiabilidad, ética, infraestructura y políticas institucionales. El trabajo propone una reflexión pedagógica que subraya la necesidad de alfabetización temprana en IA, integración curricular gradual y conciencia crítica frente a sesgos y limitaciones tecnológicas. Como contribución principal, el estudio contextualiza estas tensiones dentro de experiencias concretas de desarrollo estudiantil, demostrando que la IA, usada con intención crítica, no solo favorece el vínculo entre teoría y práctica, sino que también abre la posibilidad de currículos más innovadores, adaptativos y éticos en la educación superior.

### **Palabras clave:**

Inteligencia artificial educativa; prototipado estudiantil; tecnología disruptiva

### **Abstract**

This study examines the role of artificial intelligence (AI) as a bridge between theory and practice in engineering education, focusing on how emerging tools influence prototype development and applied learning. Drawing on recent literature and local evidence, key benefits are identified, including personalized learning, immediate feedback, and improvements in student creativity, efficiency, and initiative. Findings highlight the growing adoption of generative AI tools, with 42% of engineering students already using them and 75% planning to adopt them soon. However, significant challenges remain, such as issues of accuracy, reliability, ethics, infrastructure, and unclear institutional policies. The study advances a pedagogical reflection emphasizing the need for early AI literacy, gradual curricular integration, and critical awareness of technological biases and limitations. Its main contribution lies in contextualizing these tensions within concrete student development experiences, demonstrating that AI, when used with critical intention, not only strengthens the connection between theory and practice but also enables the design of more innovative, adaptive, and ethical curricula in higher education.

### **Keywords:**

Educational artificial intelligence; engineering education; student prototyping; disruptive technologies; higher education.

## 1. Introducción

La educación superior en ingeniería atraviesa una etapa de transformación acelerada impulsada por la convergencia entre inteligencia artificial (IA) y prácticas pedagógicas. Este fenómeno no solo responde a la necesidad de actualizar contenidos curriculares, sino a la urgencia de formar profesionales capaces de trasladar el conocimiento teórico hacia la creación de soluciones tecnológicas tangibles. En este contexto, la IA se posiciona como un recurso didáctico disruptivo que permite acortar la distancia entre el aula y el laboratorio de innovación (Mosly, 2024).

Diversos estudios recientes han evidenciado que la integración de herramientas de IA en programas de ingeniería ofrece beneficios como retroalimentación inmediata, personalización del aprendizaje y fortalecimiento de competencias en resolución de problemas (Peuker, 2024). Sin embargo, más allá de su uso como asistente de productividad, la IA adquiere un papel estratégico al estimular la creatividad y el pensamiento crítico de los estudiantes, facilitando el tránsito de la teoría hacia el prototipado tecnológico (Fan et al., 2025).

En países como China, se ha documentado que más del 50 % de los estudiantes de ingeniería perciben un aumento significativo en eficiencia, creatividad e iniciativa al incorporar sistemas generativos en sus proyectos, aunque persisten preocupaciones sobre la fiabilidad de la información y la precisión de los resultados (Fan et al., 2025). De forma paralela, en universidades de Estados Unidos, se observa que un 42% de los estudiantes de primer año en ingeniería ya utiliza herramientas de IA, especialmente en etapas de ideación y validación temprana de proyectos (Peuker, 2024). Estos datos confirman que la IA no es una tendencia pasajera, sino un catalizador de nuevas formas de aprendizaje y producción tecnológica.

No obstante, la incorporación de IA en entornos educativos plantea retos pedagógicos y éticos. Por un lado, el diseño curricular debe considerar una alfabetización gradual en IA que abarque desde fundamentos técnicos hasta reflexiones éticas y regulatorias (García et al., 2025). Por otro, la falta de lineamientos claros en las instituciones genera incertidumbre respecto al uso académico responsable, lo que puede limitar el impacto transformador de estas tecnologías (Sajja et al., 2025).

En este marco, la presente investigación se plantea como objetivo analizar la relación entre la tecnología emergente expresada mediante herramientas disruptivas de IA y las aplicaciones diseñadas por los estudiantes en sus desarrollos tecnológicos. Al situar el foco en la experiencia estudiantil, este estudio además, busca mostrar cómo la IA potencia el desarrollo de competencias en innovación, creatividad y autorregulación, e invita a reflexionar sobre la necesidad de un marco pedagógico sólido que guíe su adopción en la educación superior en ingeniería.

## 2. Análisis Literario

### *La IA como recurso didáctico en la formación en Ingeniería Mecatrónica y de Sistemas*

La formación en ingeniería, particularmente en los campos de Mecatrónica y Sistemas, demanda un equilibrio constante entre conocimientos teóricos y la capacidad de transformar dichos conocimientos en soluciones tecnológicas concretas. En este sentido, la inteligencia artificial (IA) se ha consolidado como un recurso didáctico disruptivo que influye tanto en el aprendizaje individualizado como el desarrollo de proyectos de innovación en el aula.

Desde la perspectiva pedagógica, la IA funciona como un mediador cognitivo que apoya a los estudiantes en procesos de análisis de datos, modelado de sistemas y simulación de escenarios complejos (Mosly, 2024). En Ingeniería Mecatrónica, esto se traduce en la capacidad de diseñar y probar algoritmos de control, visión por computadora y sistemas autónomos en entornos virtuales antes de implementarlos en prototipos

físicos. En Ingeniería en Sistemas, la IA fomenta competencias en desarrollo de software inteligente, arquitecturas de datos distribuidos y ciberseguridad aplicada, preparando a los futuros profesionales para un mercado laboral cada vez más orientado a la automatización y la toma de decisiones basadas en datos (García et al., 2025).

La evidencia empírica muestra que la adopción de IA por parte de los estudiantes es cada vez mayor. En un estudio con alumnos de primer año de ingeniería mecánica, se reporta que un 42% ya utiliza herramientas generativas de IA y un 75 % planea incorporarlas en su aprendizaje en actividades de generación de ideas, retroalimentación de diseños y programación asistida (Peuker, 2024). Esta tendencia es extrapolable a los programas de Mecatrónica y Sistemas, donde las fases iniciales de diseño de prototipos, análisis de algoritmos y depuración de código encuentran en la IA un recurso de apoyo inmediato y flexible.

Más aún, la IA ha mostrado un efecto positivo en la estimulación de la creatividad, la eficiencia y la iniciativa estudiantil: en Mecatrónica, esto puede reflejarse en la optimización de sistemas de control o en la mejora de la robótica aplicada; mientras que en Sistemas, se manifiesta en la creación de algoritmos más robustos y soluciones tecnológicas escalables.

Sin embargo, el uso de la IA como recurso didáctico también plantea desafíos críticos. La confiabilidad de los resultados generados por herramientas de IA es cuestionada por los propios estudiantes, quienes reconocen limitaciones en la precisión de los modelos y la necesidad de validación constante en entornos experimentales (Fan et al., 2025); por otra parte, la ética y la integridad académica emergen como temas centrales, ya que la sobredependencia de la IA puede desplazar procesos formativos esenciales como el razonamiento lógico y la resolución manual de problemas (Sajja et al., 2025).

Por ello, la implementación de la IA en la formación en Ingeniería Mecatrónica y de Sistemas no debe limitarse a una adopción instrumental, sino que requiere un enfoque pedagógico integral que contemple:

- Alfabetización en IA desde los primeros semestres, para que los estudiantes comprendan sus fundamentos técnicos y limitaciones.
- Diseño curricular progresivo, que integre la IA en proyectos interdisciplinarios y en laboratorios de innovación.
- Énfasis en el pensamiento crítico y ético, asegurando que los futuros ingenieros sean capaces de usar la IA como herramienta de apoyo y no como sustituto de su creatividad o juicio profesional (García et al., 2025).

En síntesis, la IA como recurso didáctico en Ingeniería Mecatrónica y de Sistemas representa un catalizador del aprendizaje aplicado, al permitir a los estudiantes transitar más rápido de la teoría a la práctica. No obstante, su integración demanda un equilibrio entre el aprovechamiento de sus ventajas y la formación ética, crítica y técnica que caracteriza a un ingeniero del siglo XXI.

### ***De la teoría al prototipo: experiencias tecnológicas estudiantiles con IA***

El tránsito de la teoría a la práctica ha sido históricamente uno de los mayores retos en la educación en ingeniería. Los estudiantes suelen adquirir con facilidad los fundamentos matemáticos, físicos y computacionales, pero enfrentan dificultades al momento de traducir ese conocimiento en prototipos funcionales.

En este escenario, la IA se ha posicionado como un facilitador clave, al proveer herramientas que permiten reducir tiempos de diseño, validar hipótesis de manera más ágil y mejorar la calidad de los resultados obtenidos en proyectos académicos. En estos casos, la IA no se limita a ofrecer respuestas automáticas,

sino que actúa como un andamio cognitivo que permite a los estudiantes explorar soluciones más complejas, desde el diseño asistido de circuitos hasta la optimización de algoritmos para el control de sistemas mecatrónicos.

Asimismo, la consideración de integrar IA en etapas iniciales de generación de ideas, depuración de código y verificación temprana de prototipos, muestra cómo la IA se convierte en un recurso de iteración rápida, donde los estudiantes pasan de modelos teóricos a prototipos digitales o físicos en menos tiempo y con mayor grado de precisión.

En el campo de la Ingeniería en Sistemas, las experiencias tecnológicas estudiantiles con IA se han orientado hacia el desarrollo de software inteligente, aplicaciones de aprendizaje automático y plataformas de análisis de datos. La posibilidad de contar con modelos preentrenados y entornos accesibles como asistentes generativos y frameworks de IA, permite a los estudiantes crear prototipos de aplicaciones complejas sin necesidad de partir desde cero. Esto genera un entorno de innovación incremental, donde la teoría adquirida en asignaturas de algoritmia o bases de datos se transforma en productos aplicables a contextos reales (García et al., 2025).

Por otro lado, en la Ingeniería Mecatrónica, las experiencias con IA se materializan en proyectos de robótica, visión artificial y sistemas de control autónomos. Los estudiantes emplean algoritmos de aprendizaje profundo para entrenar modelos de reconocimiento de patrones y optimizar el desempeño de sus prototipos robóticos. De acuerdo con Mosly (2024), esta interacción fortalece no solo las competencias técnicas, sino también la colaboración interdisciplinaria, dado que los prototipos con IA exigen integrar conocimientos de mecánica, electrónica, programación y ética tecnológica.

Sin embargo, estas experiencias también ponen de manifiesto limitaciones críticas. Los docentes expresan preocupación por la fiabilidad de los resultados generados por la IA y la necesidad de validarlos experimentalmente, especialmente en dominios donde la seguridad y la precisión son fundamentales, como en sistemas de control o ciberseguridad aplicada (Fan et al., 2025; Sajja et al., 2025).

Además, el uso intensivo de IA corre el riesgo de desplazar competencias básicas como la depuración manual de código o el diseño de algoritmos desde primera instancia, lo cual plantea un desafío pedagógico de equilibrio entre apoyo tecnológico y desarrollo de habilidades cognitivas esenciales (Sajja et al., 2025).

En síntesis, las experiencias tecnológicas estudiantiles muestran que la IA no es únicamente una herramienta de apoyo, sino un catalizador del aprendizaje aplicado, capaz de acortar la brecha entre el conocimiento teórico y la innovación práctica. La clave radica en orientar su integración hacia proyectos que combinen rigor técnico con pensamiento crítico y reflexión ética, de manera que los futuros ingenieros no solo construyan prototipos más avanzados, sino que también desarrollen la capacidad de cuestionar y perfeccionar los procesos detrás de ellos.

### **3. Reflexión Pedagógica**

Integrar IA en la formación no es insertar herramientas: es rediseñar intencionalmente prácticas de enseñanza para que la tecnología potencie y no reemplace el aprendizaje profundo, la ética profesional y la capacidad de innovar. Esta reflexión plantea cómo transformar la enseñanza para que la IA sea puente hacia prototipos robustos y pensamiento crítico (Mosly, 2024; García et al., 2025).

Con base en principios pedagógicos centrales, se considera:

- Aprendizaje activo y basado en proyectos (ABP): la IA debe usarse dentro de proyectos reales donde la teoría se pruebe en prototipos; así se evita el uso instrumental y se construye competencia técnica y juicio profesional (Fan et al., 2025).
- Andamiaje y alfabetización progresiva en IA: introducir fundamentos, luego prácticas guiadas y finalmente proyectos autónomos con validación experimental (Mosly, 2024).
- Evaluación por evidencia y reproducibilidad: evaluar no solo el prototipo, sino la trazabilidad (datos, código, pruebas) y la capacidad del estudiante para justificar decisiones.
- Ética y pensamiento crítico integrado: enseñar a detectar sesgos, limitaciones de modelos y riesgos en seguridad y privacidad (Sajja et al., 2025; García et al., 2025).
- Interdisciplinariedad: los proyectos con IA requieren coordinación entre mecánica, electrónica, software y ética; la docencia debe promover equipos diversos.

#### 4. Propuestas Estratégicas

Establecer métodos que permitan la realización de proyectos escalonados en fases, permitirá entregables técnicos y reflexivos, considerando algunos recursos que estén disponibles; las fases generales propuestas son: (a) modelado teórico, (b) prototipo digital con IA (simulación), (c) prototipo físico y validación.

Considerar recursos diversos, ya que la necesidad de éstos, varía en función en la operatividad final del proyecto; de forma general se requiere:

- Laboratorios “sandbox” reproducibles: entornos preconfigurados (containers, notebooks) para que todos los estudiantes repliquen experimentos sin depender de hardware variable.
- Pair-programming + revisión por pares: combina trabajo colaborativo con revisión de código y modelos generativos (aumenta aprendizaje y reduce dependencia del asistente IA).
- Sesiones de diseño crítico: dedicar tiempo a interpretar salidas de modelos, identificar fallas y diseñar pruebas de robustez.
- Rúbricas visibles desde el inicio: los criterios de evaluación deben explícitos: diseño, implementación, validación, documentación, ética y presentaciones.
- Actividad de “validación adversarial”: pedir al equipo que intencionalmente encuentre fallos en su modelo (aumenta rigor y conciencia de límites).

Definición de competencias esperadas y vinculación al mapeo curricular de las ingenierías:

- Aplicar técnicas de Machine Learning ML y de IA para proponer soluciones.
- Validar experimentalmente modelos e interpretar métricas de desempeño.
- Argumentar decisiones técnicas y éticas en el uso de IA.
- Documentar código, datos y pruebas para reproducibilidad.

Dimensionar dentro de cada estrategia, los riesgos pedagógicos y mitigaciones

- Sobredependencia en IA: exigir fases de diseño manual y pruebas sin asistente.
- Resultados no reproducibles/“caja negra”: políticas de versión, scripts de entrenamiento, datasets documentados.
- Brecha de acceso a recursos computacionales: usar servicios educativos con créditos, labs compartidos o simuladores ligeros.
- Integridad académica: normas claras sobre uso de IA, detección y diseño de tareas que requieran evidencia personal de proceso. (Sajja et al., 2025).

Desarrollo docente e institucional, este eje estratégico es fundamental para la correcta orientación, seguimiento y evaluación que los estudiantes requieren en la integración de elementos de tecnología disruptiva, contemplando para ello:

- Capacitación continua: talleres prácticos, micro-credenciales para docentes en IA aplicada (Mosly, 2024).
- Protocolos institucionales: guías de buenas prácticas, política de uso de IA en evaluaciones y protección de datos (García et al., 2025).
- Soporte técnico: mantener imágenes de contenedor, unidades de procesamiento gráfico compartidas y plantillas de proyectos reproducibles.

A partir de la literatura, se observa que este fenómeno tecnológico que soporta la apropiación de la IA por parte de los estudiantes de ingeniería de manera natural, influyó directamente en un eje disruptivo en la enseñanza, de forma tal que docentes e instituciones deben reaccionar de forma inmediata pero ordenada. Se elaboró un análisis para resumir la intención de este estudio conceptual, haciendo énfasis en la integración de la IA y cómo se despliega y observa en algunos elementos, ver tabla 1.

**Tabla 1. Análisis conceptual de la influencia de la IA en la enseñanza de la Ingeniería.**

Elementos de observación	Evidencia en literatura	Aporte literario
Uso de IA por estudiantes	42 % actuales y 75 % planean (Peuker, 2024)	Validación local del nivel de adopción
Impacto en creatividad	Más eficiencia, iniciativa, creatividad (Fan et al., 2025)	Casos locales de prototipos mejorados con IA
Límites percibidos en IA	Precisión, ética, infraestructura (Mosly, 2024; García, 2025)	Observaciones de estudiantes y docentes sobre desafíos reales
Rol pedagógico de la IA	Necesidad de alfabetización, integración gradual (García et al., 2025)	Recomendaciones concretas basadas en evidencia local, a través de estrategias definidas.
Contribución del análisis	Concentración documental; focalización en ingeniería mecatrónica y de sistemas	Pone en diálogo teoría, práctica y desarrollo real

Fuente: Elaboración propia

## 5. Retrospectiva sobre la IA en la formación en Ingeniería

La incorporación de IA en la formación en Ingeniería Mecatrónica y de Sistemas ha mostrado una doble función, pues por un lado, es una oportunidad de innovación educativa, y por el otro, un reto pedagógico, ético y regulatorio. La literatura reciente evidencia una tendencia global hacia la adopción creciente de estas herramientas, con niveles de uso estudiantil desde los primeros semestres y expectativas de expansión hacia la mayoría de la población estudiantil en los próximos años (Peuker, 2024).

En la práctica, la IA ha demostrado mejorar la eficiencia, la creatividad y la iniciativa de los estudiantes al facilitar la transición entre modelos teóricos y prototipos aplicados (Fan et al., 2025). Sin embargo, esta ventaja viene acompañada de limitaciones críticas: la precisión de los modelos generativos, la dependencia tecnológica y la falta de lineamientos claros en instituciones de educación superior (Sajja et al., 2025).

Desde una perspectiva pedagógica, la IA exige repensar la metodología docente: ya no basta con enseñar teoría aislada, sino que es indispensable formar en competencias de validación experimental, análisis crítico y ética en el uso de datos (Mosly, 2024).

La formación en Ingeniería Mecatrónica y de Sistemas no puede depender exclusivamente de herramientas de IA; debe, en cambio, fomentar la capacidad de los estudiantes para cuestionar, adaptar y mejorar los resultados generados por ellas.

La retrospectiva en torno al uso de IA en la educación superior deja ver tres grandes aprendizajes:

1. Adopción espontánea en función de la institucionalización: mientras los estudiantes han adoptado de manera orgánica herramientas de IA para apoyar su aprendizaje, las instituciones aún carecen de marcos regulatorios y pedagógicos claros (Sajja et al., 2025). Esto crea un vacío que limita la integración plena y responsable de la IA en la currícula.
2. Brecha entre potencial y práctica: aunque la IA promete acelerar la innovación estudiantil, su aprovechamiento real depende de la capacidad docente e institucional para integrarla en proyectos de aprendizaje basado en problemas (ABP) y laboratorios interdisciplinarios (Mosly, 2024). La falta de capacitación docente en IA es un obstáculo recurrente.
3. Ética y confianza tecnológica: el entusiasmo inicial ha estado acompañado de un cuestionamiento necesario sobre los riesgos éticos, incluyendo sesgos en los algoritmos, privacidad de datos y desplazamiento de competencias cognitivas esenciales (García et al., 2025). Estos debates marcan la diferencia entre usar IA como una herramienta superficial y adoptarla como recurso formativo profundo.

## **6. Reflexiones desde el contexto de Ingeniería Mecatrónica y de Sistemas**

La IA ha demostrado ser un puente potente entre teoría y práctica, pero su valor real en la educación en ingeniería dependerá de la capacidad de las instituciones para integrarla de forma crítica, ética y pedagógicamente sólida. La retrospectiva de su incorporación en el aula revela que el camino hacia una educación superior potenciada por IA está en construcción, y que el éxito dependerá tanto de las innovaciones estudiantiles como del compromiso docente e institucional.

La IA no debe considerarse únicamente como un recurso tecnológico, sino como un catalizador del cambio educativo, cuya eficacia se definirá por la manera en que se construyan políticas, prácticas pedagógicas y marcos éticos que acompañen su integración en la formación de ingenieros.

El análisis de la integración de la IA como recurso didáctico y tecnológico en la formación en Ingeniería Mecatrónica y de Sistemas permite destacar varias reflexiones clave:

*Puente entre teoría y práctica:* La IA ha demostrado ser un catalizador eficaz para transformar conceptos teóricos en prototipos funcionales. Su incorporación en el aula fomenta procesos de diseño más rápidos, iterativos y creativos, fortaleciendo competencias técnicas en los estudiantes (Fan et al., 2025).

*Competencias transversales fortalecidas:* El uso de IA favorece el desarrollo de habilidades críticas, como el pensamiento analítico, la resolución de problemas y la validación experimental. Además, estimula la colaboración interdisciplinaria, crucial en la ingeniería contemporánea (Mosly, 2024).

*Riesgos y limitaciones:* A pesar de su potencial, la IA presenta desafíos significativos: riesgos éticos vinculados al sesgo algorítmico, dependencia tecnológica y brechas de acceso a infraestructura. La ausencia de políticas institucionales claras incrementa la vulnerabilidad de los procesos formativos (Sajja et al., 2025; García et al., 2025).

*Rol docente e institucional:* El éxito de la IA en la formación no depende solo del estudiante, sino de un ecosistema educativo integrado, donde docentes actúan como guías críticos y las instituciones establecen marcos regulatorios y pedagógicos que aseguren un uso responsable y equitativo (Peuker, 2024).

De esta manera, se describe que la relevancia de este estudio se enmarca en tres dimensiones fundamentales:

*Dimensión pedagógica:* La IA permite repensar los modelos de enseñanza-aprendizaje, impulsando metodologías activas (aprendizaje basado en proyectos, laboratorios virtuales, simulaciones) que elevan el nivel de involucramiento estudiantil.

*Dimensión tecnológica:* La formación de ingenieros con competencias en IA coloca a las instituciones en una posición competitiva frente a la demanda laboral del siglo XXI, donde el dominio de tecnologías emergentes es un requisito indispensable.

*Dimensión ética y social:* Incluir la reflexión crítica sobre IA en la formación universitaria contribuye a la creación de profesionales conscientes de los riesgos y limitaciones de la tecnología, capaces de diseñar soluciones responsables y socialmente sostenibles (García et al., 2025).

## **Referencias**

Fan, L., Deng, K., & Liu, F. (2025). Educational impacts of generative artificial intelligence on learning and performance of engineering students in China.

Mosly, I. (2024). Artificial Intelligence's Opportunities and Challenges in Engineering Curricular Design: A Combined Review and Focus Group Study. *Societies*, 14(6), 89.

Peuker, S. (2024). Evaluation of the Utilization of Generative Artificial Intelligence Tools among First-Year Mechanical Engineering Students. Ponencia presentada en la ASEE Annual Conference & Exposition, Portland, Oregon.

Sajja, R., Sermet, Y., Fodale, B., & Demir, I. (2025). Evaluating AI-Powered Learning Assistants in Engineering Higher Education: Student Engagement, Ethical Challenges, and Policy Implications. arXiv.

García, M. et al. (2025). Navigating the Use of AI in Engineering Education Through a Systematic Review of Technology, Regulations and Challenge

# Estadiómetro inteligente con IA para prediagnósticos médicos: MedCloud

## AI Smart stadiometer for medical pre-diagnostics: MedCloud

*Tovar Rosales, Kevin Alberto; Cárdenas Orta, Carlos; Reboloso Mendoza, Víctor;  
Ramos Zapata, Jonathan Alejandro*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### Resumen

Se presenta el desarrollo un estadiómetro con base en inteligencia artificial y dispositivos electrónicos para realizar prediagnósticos médicos y ofrecer recomendaciones generales sin medicamentos. La metodología incluye diseño de una aplicación de prediagnóstico, creación de una base de datos de enfermedades, implementación de una impresora y adaptación para medir temperatura y accesibilidad para personas con discapacidades. Los resultados esperados incluyen un estadiómetro inteligente que brinda precisión de prediagnósticos y pronta atención al paciente, contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. Los hallazgos destacan la importancia de la innovación en infraestructura sostenible y educación inclusiva. El estadiómetro tiene como alcance ser una herramienta para la sociedad, demostrando el impacto positivo de la mecatrónica y la inteligencia artificial en la salud.

### Palabras clave

Aprendizaje profundo, inteligencia artificial, base de datos, estadiómetro, diagnóstico.

### Abstract

The development of a stadiometer based on artificial intelligence and electronic devices to perform medical pre-diagnoses and offer general recommendations without drugs is presented. The methodology includes designing a pre-diagnosis application, creating a disease database, implementing a printer, and adapting to measure temperature and accessibility for people with disabilities. Expected results include a smart stadiometer that provides prediagnostic accuracy and prompt patient care, contributing to the Sustainable Development Goals of the 2030 Agenda. The findings highlight the importance of innovation in sustainable infrastructure and inclusive education. The stadiometer aims to be a tool for society, demonstrating the positive impact of mechatronics and artificial intelligence on health.

### Key Words

Deep Learning, artificial intelligence, database, stadiometer, diagnosis.

### Contexto

La salud es uno de los aspectos más importantes de la vida humana, y la capacidad de proporcionar atención médica de alta calidad es fundamental para mejorar su calidad. Sin embargo, existen varios factores ante la ausencia de ésta, que dificultan el acceso a la atención médica, especialmente en áreas rurales o marginadas. La situación económica, las malas condiciones de vida, el desempleo y la falta de tiempo, son solo algunos de los obstáculos que enfrentan las personas para acceder a la atención médica. Además, la lejanía de un hospital o centro de salud puede ser un impedimento significativo para recibir atención médica oportuna (De Pablo, 2011).

En este contexto, la automedicación se ha convertido en una práctica común, especialmente en áreas donde el acceso a la atención médica es limitado. Sin embargo, la automedicación puede ser peligrosa si no se realiza de manera adecuada, ya que puede llevar a diagnósticos incorrectos, tratamiento inadecuado y complicaciones graves. Por lo tanto, es fundamental encontrar soluciones que permitan a las personas acceder a diagnósticos médicos correctos, rápidos y fiables, sin tener que recurrir a la automedicación.

Introducir la Inteligencia Artificial al sector médico tiene como primicia cambiar la forma en la que se lleva a cabo el cuidado de la salud, funcionando como una herramienta para brindar atención básica a los pacientes, proporcionando un mayor rango de seguridad y uso autónomo, facilitando los trabajos diagnósticos con la reducción de los tiempos de espera, permitiendo entablar mejores relaciones con el personal médico y, proveer una atención médica de calidad (Lanzagorta et al., 2022).

Existe impacto directo en Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente en salud y bienestar -ODS3, al proporcionar un dispositivo inteligente que contribuye en la salud de las personas; presenta un elemento innovador -ODS9, al utilizar tecnologías avanzadas y, contribuye en su aplicación en zonas rurales o marginadas en cerrar la brecha de desigualdades -ODS10 (ONU, 2015).

### **Discusión técnica**

Un estadiómetro es un dispositivo médico utilizado para medir la altura y el crecimiento de los pacientes, especialmente en niños y adolescentes. Es un instrumento de precisión que se utiliza para evaluar el desarrollo físico de las personas con respecto a su altura, además suele estar compuesto de una regla graduada que se coloca verticalmente en el suelo y un cursor que se desliza a lo largo de la regla para medir la altura del paciente (Guiraldo, 2014).

Con base en la operación del estadiómetro, se planteó brindar servicio maximizando el alcance a diagnósticos, partiendo de que es un proceso para identificar y determinar la naturaleza de una enfermedad, condición o problema de salud en un paciente; es el resultado de una evaluación exhaustiva que incluye recopilación de información sobre historial médico del paciente, síntomas y signos clínicos, los resultados de exámenes físicos y de laboratorio y otras pruebas diagnósticas (Bunge, 2011).

Se incluye una aplicación de inteligencia artificial, para enfocar el sistema a una sustitución momentánea de tareas médicas que involucran el razonamiento, aprendizaje y emisión de prediagnósticos médicos; se basa en la creación de algoritmos y modelos que permiten analizar una gran cantidad de información de enfermedades básicas, identificar patrones y emitir posibles tratamientos que no incluyan medicamentos (EGESNT, 2018).

Además, se incluye la práctica de aprendizaje profundo, que es una subcategoría de la inteligencia artificial y se enfoca en el desarrollo de algoritmos y modelos que pueden aprender y mejorar a partir de datos complejos; se basa en la creación de redes neuronales artificiales que imitan la estructura y función del cerebro humano, permitiendo a las máquinas aprender y reconocer patrones en los datos de manera autónoma (EGESNT, 2018).

La información para procesarse se concentra en una base de datos creada, con la finalidad de integrar distintos elementos en un mismo entorno, lo que permite llevar al mismo tiempo una relación entre todos los datos, además de proveer una serie de herramientas las cuales evitan que la información dentro de la base de datos sea repetitiva, ayuda a organizar de manera eficaz todas las entidades. Este método permite desarrollar un manejo de la información con base en un orden específico (Camps, et al., 2005).

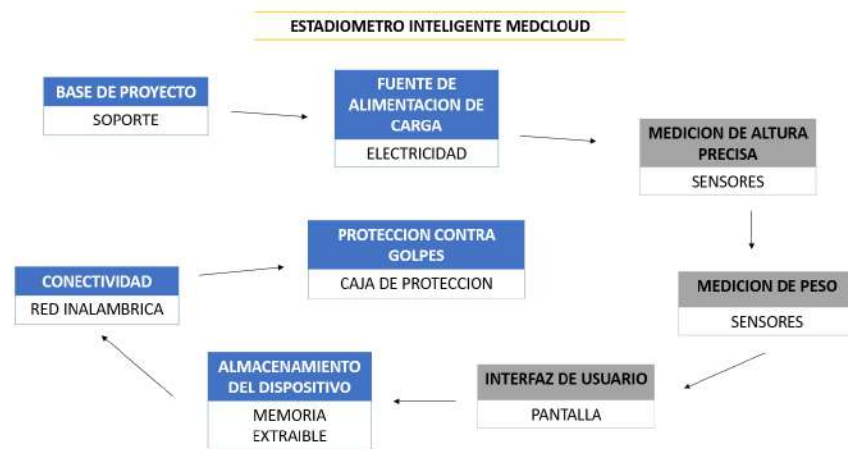
### *Desarrollo*

Se desarrolla un dispositivo que mida y registre temperatura, peso y estatura del usuario, almacene la información en una base de datos y genere recomendaciones personalizadas mediante análisis con inteligencia artificial. El dispositivo debe tener una pantalla táctil intuitiva, diseño ergonómico, sensores de alta precisión y una interfaz de comunicación robusta y fiable apta para todo público que requiera usar este artefacto.

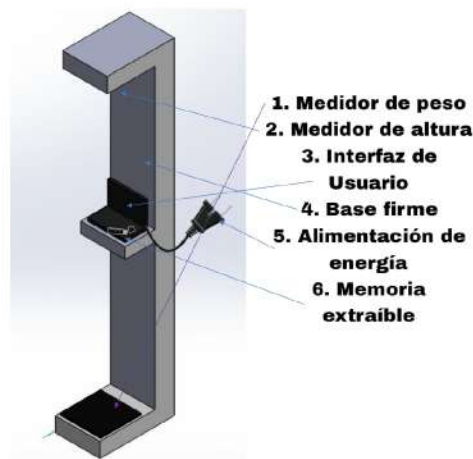
La medición manual de parámetros vitales es propensa a errores humanos, lo que puede causar diagnósticos equivocados y demoras en la atención médica. Además, la falta de registro y análisis de información médica impide la creación de historiales precisos y dificulta la toma de decisiones informadas. La atención médica convencional se centra en tratar enfermedades, pero no siempre aborda las causas subyacentes.

El dispositivo propuesto abordará estos problemas proporcionando mediciones precisas y rápidas, registro y análisis de información médica, y recomendaciones personalizadas para mejorar el bienestar del paciente. Esto puede reducir errores, mejorar la eficiencia en la atención médica, disminuir costos y tiempo de espera, y promover un enfoque preventivo en la salud. Además, el dispositivo será fácil de usar e interpretar para distintos tipos de usuarios.

La figura 1, presenta la operación del prototipo, partiendo además de este análisis para especificar elementos electrónicos y mecánicos para la creación física, el cual es presentado en la imagen 1, como primer diseño.



**Figura 1. Diagrama de funciones de MedCloud**



**Imagen 1 – Diseño estadiómetro -SolidWorks.**

Con base en los resultados obtenidos se muestra que el conjunto de funciones incluidas en el dispositivo permite mantener un funcionamiento apto para las necesidades solicitadas y brinda una serie de características que lo hacen un dispositivo completo en su área de aplicación y, aunque el desarrollo

tecnológico implica la exploración en el campo de inteligencia artificial, se abre la posibilidad de seguir innovando el software para obtener mejoras, esto comparado frente a otros dispositivos con características similares que no cuentan con dicha tecnología.

Como parte de las limitaciones del desarrollo se encuentran: la inclusión en malestares y padecimientos complejos, aunque IA si puede generar recomendaciones, es preferible no presentar resultados que puedan comprometer la salud de los pacientes. La conectividad, debido a que la IA obtiene la información que se encuentra en línea no es posible generar recomendaciones si el dispositivo no se encuentra conectado a internet, por lo que los lugares de aplicación deben ser específicos.

Se enlistan a continuación elementos principales que intervienen en este prototipo:

- Implementación de Inteligencia Artificial: Utiliza modelos entrenados para generar respuestas por medio de una API integrada al software y procesar la información recabada de los pacientes.
- Sensor ultrasónico para capturar la altura del paciente
- Sensor de peso mediante báscula digital
- Módulo de sensor de temperatura sin contacto
- Interfaz Interactiva: permite al paciente introducir la información de una manera sencilla y sin necesidad de personal médico especializado, teniendo una interacción confortable y de entendimiento para el correcto manejo del estadiómetro
- Generador de prediagnósticos físicos: imprime información con recomendaciones generales para tener una forma tangible del prediagnóstico.
- Actualización Remota: permite mejoras y mantenimiento del estadiómetro, implementando diversas actualizaciones según lo requiera el sistema.
- Diseño: ligero y fácil de transportar le permite operar en las zonas rurales con difícil acceso a servicios de salud o en puntos concurridos por la población general.
- Software: Mediante la implementación del lenguaje de programación Python y el editor de código fuente VS Code, para la creación de la interfaz interactiva y la correcta implementación de la IA dentro del software; de igual manera programando los diversos sensores implementados.

## Conclusión

El desarrollo tecnológico del estadiómetro está orientado a resolver la problemática de acceso temprano de pacientes y automedicación, mediante la inclusión de diversos sensores encargados de recopilar datos en conjunto con software y la inteligencia artificial integrada encargada de interpretar esta información para proporcionar recomendaciones médicas generales, logrando cumplir las exigencias propuestas de operatividad.

Con ello se pretende generar un impacto en la calidad de vida de las personas, puesto que no solo se está innovando la recopilación e interpretación de datos médicos, sino también la facilidad con la que las personas podrán tener acceso a este servicio y los beneficios en prevención de salud que se pueden obtener.

Las limitaciones en el desarrollo tecnológico del estadiómetro radican en los diversos datos y precauciones que deben de incluirse en el software para tener un mejor diagnóstico sin considerar eventos complejos, intentando mitigar síntomas primarios con ayuda de la inteligencia artificial a través de *prompts* eficientes.

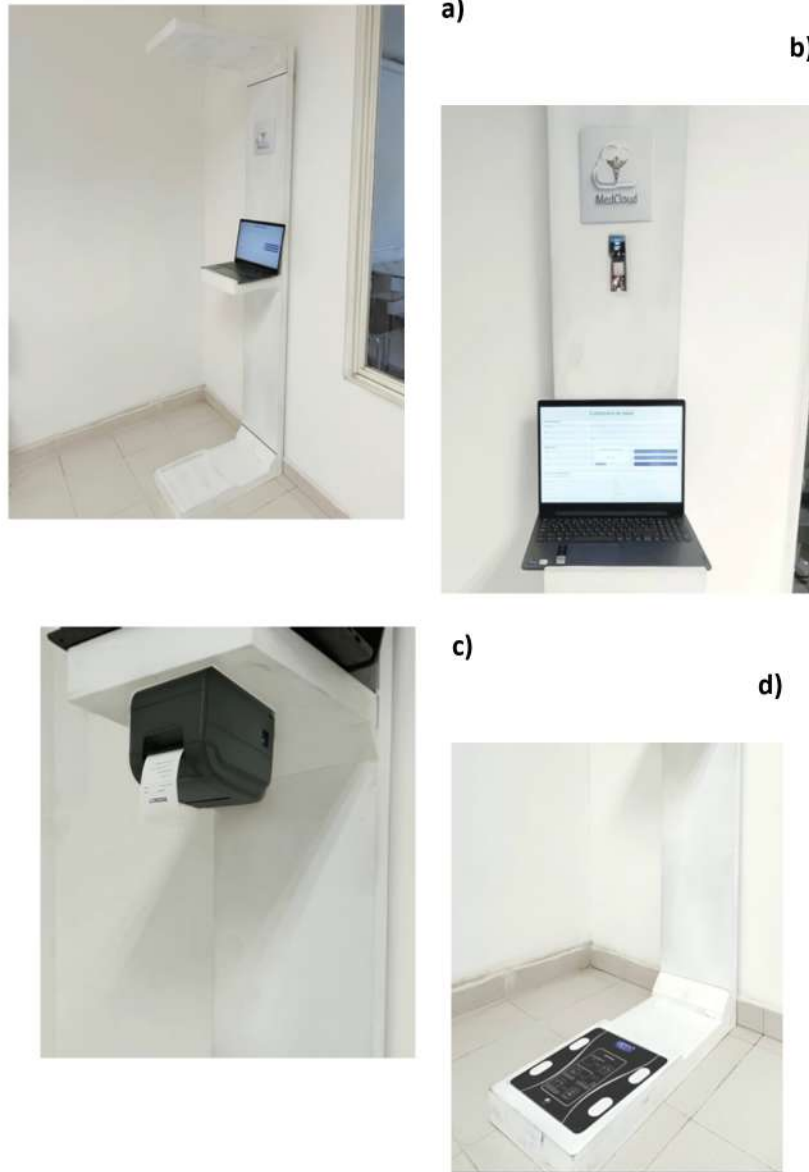
Para poder mejorar este prototipo es recomendable añadir sensores capaces de recopilar otro tipo de datos médicos y tener un análisis y diagnóstico completo, que pueda servir como punto de partida para generar recomendaciones precisas y útiles.

El desarrollo de un estadiómetro inteligente es un ejemplo concreto de cómo la mecatrónica y la inteligencia artificial pueden mejorar la atención médica y cambiar la vida de las personas.

Este proyecto presentado en Foro de Salud TecNM, se alinea con la categoría 1. Innovación Tecnológica: *Aplicaciones de Inteligencia Artificial en la Salud*, y Eje 1: Salud digital y telemedicina dentro del Proyecto

clave: *Integración de Inteligencia Artificial (IA) para Diagnóstico Temprano: Implementar algoritmos de IA que ayuden a detectar enfermedades en imágenes médicas y datos clínicos, de la Agenda Institucional de Salud del TecNM, dentro del desarrollo de prótesis y dispositivos médicos a bajo costo mediante el uso de impresión 3D y tecnologías emergentes (TecNM, 2025).*

## DISPOSITIVO



**Imagen 2. Prototipo MedCloud**  
a) Estructura para paciente, b) Colocación IA, c) Impresión pre-diagnóstico, d) inferior-báscula



a)



b)

**Imagen 3. IA interfaz MedCloud  
a)Registro, b) prediagnóstico mediante IA**

## REFERENCIAS

- Bunge, M. (2011). ¿Qué es medicina?. Hospital Ramon Sardá. Argentina.
- Camps, R., Casillas, L., Costal, D., Gibert, M., Martín, C. y Pérez, O. (2005). Bases de datos. España. Universitat Oberta de Catalunya.
- De Pablo, M. (2011). La automedicación en la cultura universitaria. Venezuela: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- EGESNT, (2018). Statement on Artificial Intelligence, Robotics and “Autonomous” Systems. Belgica: European Commission.
- Guiraldo, T. (2014). Rediseño de instrumentos para medición antropométrica. Colombia. Universidad Católica de Pereira
- Lanzagorta, D., Carrillo, D., Carrillo, R. (2022). Inteligencia artificial en medicina: presente y futuro. México. Gaceta medica de México.
- ONU, (2015). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Chile: CEPAL.
- TecNM, (2024). Agenda Institucional de Salud del TecNM. Presentación ejes estratégicos.
- TecNM, (2025). Convocatoria Nacional, *Primer Foro de la Agenda Estratégica de la Salud TecNM*.

<https://login.statista.com>

# **Prótesis funcional de bajo costo con control sensorial: ReHab3D**

## **Low-cost functional prosthesis with sensory control: ReHab3D**

*Sandoval Campos, Alan Fernando; Romo Pérez, Oscar Alexis;  
Ramírez Covarrubias, Gustavo Andrés.*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### **Resumen**

La creación de una prótesis sostenible con materiales reciclados representa un desafío multidisciplinario que implica una planificación y diseño. A través del proceso de modelado 3D y la elaboración de componentes mediante técnicas como la impresión 3D, se genera el diseño conceptual del prototipo, que se ensambla y se somete a pruebas de funcionamiento ergonómico y de durabilidad. La evaluación y validación se lleva a cabo mediante pruebas clínicas, evaluaciones biomecánicas y recolección de retroalimentación de usuarios y expertos, con el fin de garantizar la eficacia, seguridad y aceptabilidad del dispositivo. La inclusión y colaboración en la construcción de prótesis sostenibles persigue mejorar la calidad de vida de los individuos con discapacidades y promover hábitos sostenibles del sector salud. Se espera que, al adoptar estas tácticas, se realicen nuevas investigaciones y avances en el ámbito de las prótesis sostenibles.

### **Palabras clave**

Prótesis sostenibles, ingeniería biomédica, resina reciclada **Abstract**

### **Abstract**

Creating a sustainable prosthesis with recycled materials represents a multidisciplinary challenge that involves planning and design. Through the 3D modeling process and the development of components using techniques such as 3D printing, the conceptual design of the prototype is generated, which is assembled and subjected to ergonomic operation and durability tests. Evaluation and validation is carried out through clinical testing, biomechanical evaluations, and collection of feedback from users and experts, in order to ensure the efficacy, safety, and acceptability of the device. Inclusion and collaboration in the construction of sustainable prostheses seeks to improve the quality of life of individuals with disabilities and promote sustainable habits in the health sector. It is hoped that by adopting these tactics, new research and advances will be made in the field of sustainable prosthetics.

### **Key Words**

Sustainable prosthetics, biomedical engineering, recycled resin.

### **Contexto**

Por diversas razones, en México 27,000 personas al año pierden alguna de sus extremidades, existen registros de 75 amputaciones diarias en promedio, y se estima que solo el 10% de éstas, tienen acceso a una prótesis, debido a los elevados costos. Las prótesis de mano le cuestan al paciente desde \$15,000 hasta más de \$300,000 pesos mexicanos, lo que las hace inaccesibles para una gran parte de la población.

El desarrollo de prótesis sostenibles utilizando materiales reciclados representa una solución innovadora y responsable frente a los crecientes desafíos ambientales y las necesidades médicas actuales. La industria de la salud, particularmente en el campo de la ingeniería biomédica, ha experimentado un avance significativo en el uso de tecnologías como la impresión 3D para la creación de dispositivos médicos. Estos

avances no solo mejoran la calidad de vida de las personas que requieren prótesis, sino que también promueven prácticas más respetuosas con el medio ambiente. En este sentido, el empleo de resina reciclada para la fabricación de prótesis introduce una nueva dimensión en el desarrollo tecnológico, donde la sostenibilidad se integra en el proceso de diseño y producción (Smith, 2003).

El objetivo principal es diseñar y fabricar una prótesis asequible que permita a los usuarios recuperar funciones básicas de la extremidad perdida, mejorando así su calidad de vida e integración social. La falta de una prótesis adecuada puede impactar negativamente la autonomía de los individuos, limitando su desarrollo personal y profesional, por lo que el impacto social al reducir esta brecha de accesibilidad es significativo, y de igual forma es una característica de aplicabilidad.

Este proyecto contribuye directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente en salud y bienestar -ODS3, al proporcionar un dispositivo que mejora la calidad de vida de personas amputadas; innovación -ODS9, al utilizar tecnologías avanzadas en la fabricación de dispositivos médicos; y en reducción de desigualdades -ODS10, al ofrecer una alternativa accesible para personas de bajos recursos. La implementación de esta prótesis representa una solución práctica y sostenible para mejorar la autonomía y el bienestar de la población amputada, brindando una oportunidad real de reinserción social y laboral (ONU, 2015).

### **Discusión técnica**

Se construyó un prototipo de prótesis de mano impresa en 3D utilizando materiales reciclados, con el propósito de ofrecer una alternativa accesible y funcional para personas amputadas de bajos recursos; sus fases principales de construcción fueron:

#### **1. Materiales y Fabricación**

- Material reciclado: Uso de filamentos reciclados como PLA, PETG o Biohan.
- Diseño modular: Piezas intercambiables para facilitar reparaciones y ajustes.
- Optimización de impresión: Uso eficiente del material para reducir desperdicios y mejorar la resistencia estructural.
- Refuerzo en puntos críticos: Uso de refuerzos con resina, fibra de carbono o estructuras tipo panel.

#### **2. Diseño Funcional**

- Ligereza y resistencia: Balance entre peso y durabilidad para un uso cómodo.
- Articulaciones mecánicas simples: Uso de bisagras o sistemas de tensión para movimiento básico.
- Compatibilidad con actuadores económicos: servomotores, mecanismos básicos.

#### **3. Comodidad y Ergonomía**

- Ajuste adaptable: Uso de straps, silicona o materiales acolchonados para mayor confort.
- Fácil colocación: Sistema de enganche rápido para usuarios con movilidad reducida.

#### **4. Costos y Producción**

- Impresión eficiente: Optimización de tiempos y consumo de filamento.
- Facilidad de ensamblaje: Pocas piezas y tornillería estándar.
- Mantenimiento accesible: Posibilidad de reemplazo de partes con impresión 3D casera.

El desarrollo de prótesis mediante impresión 3D con resina reciclada requiere una comprensión sólida de los principios de la ingeniería biomédica, el diseño asistido por computadora (CAD) y la sostenibilidad. En este contexto, la \*teoría de la impresión aditiva\* resulta fundamental, ya que describe los procesos de fabricación capa por capa a partir de modelos digitales, permitiendo la creación de geometrías complejas y personalizadas. La impresión 3D ha revolucionado la fabricación de prótesis al ofrecer una solución rápida y económica para la producción de componentes médicos, especialmente cuando se utiliza resina reciclada como material base (Gibson, Rosen, & Stucker, 2015).

El reciclaje de materiales, específicamente resinas, es un enfoque clave en la fabricación de productos sostenibles. Este proceso implica la reutilización de plásticos y otros compuestos que han sido desechados,

transformándolos en nuevas materias primas. Al integrar resinas recicladas en la impresión 3D, se reduce la huella ecológica de la producción de prótesis sin comprometer su calidad y funcionalidad (Pawar & Yadav, 2021), por tanto, se alinea con los principios de la economía circular. Esta teoría sostiene que los materiales deben mantenerse en uso el mayor tiempo posible, maximizando su valor y minimizando el desperdicio (MacArthur, 2019).

Para garantizar la calidad del producto final, las resinas recicladas deben someterse a un proceso de tratamiento que elimine impurezas y optimice sus propiedades mecánicas. La resina reciclada es procesada mediante técnicas de purificación que aseguran su compatibilidad con las impresoras 3D, lo que garantiza que las prótesis fabricadas tengan las propiedades necesarias de resistencia, flexibilidad y durabilidad. Estos procesos son cruciales para lograr un producto final seguro y eficiente para los usuarios (Sreeram et al., 2020).

El concepto de ergonomía es otro aspecto crucial en la creación de prótesis mediante impresión 3D. La ergonomía se refiere al diseño de productos que se adapten adecuadamente a las necesidades fisiológicas y biomecánicas del cuerpo humano. En el caso de las prótesis, el uso de software CAD y técnicas de modelado tridimensional permite personalizar el diseño para ajustarse a las características físicas del usuario, garantizando un mejor ajuste y mayor comodidad (Kumar et al., 2018). La integración de estos principios teóricos en el desarrollo de prótesis sostenibles promueve un enfoque multidisciplinario que mejora tanto la experiencia del usuario como la eficiencia del proceso de fabricación.

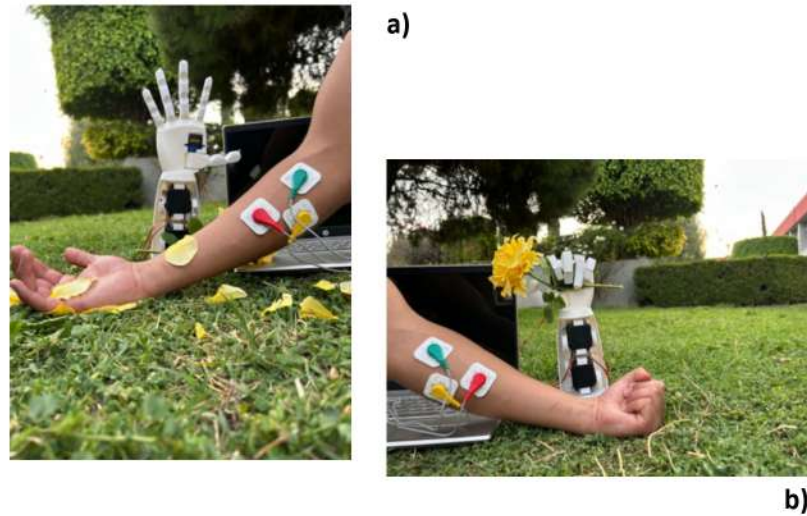
## **Conclusión**

El prototipo fue impreso utilizando materiales reciclados, proveniente de recolección de desecho de la impresión 3D de otros proyectos, lo que reduce costos y contribuye a la sostenibilidad ambiental. Además, con electrodos y su correcta programación, se logra el funcionamiento, ya que a través de estos se detectan las contracciones del muñón del usuario y permiten que la prótesis reproduzca los movimientos de la mano contralateral, facilitando su uso y adaptación. Esta innovación tecnológica mejora la funcionalidad del dispositivo y lo hace más intuitivo para el usuario.

El impacto del proyecto es significativo, ya que ofrece una solución viable y escalable a una problemática de salud relevante en México. Su base se basa en el uso de impresión 3D y materiales de bajo costo, lo que permite la fabricación personalizada de prótesis sin necesidad de grandes inversiones. Su aplicación no solo tiene beneficios individuales, sino que también puede influir en la reducción de desigualdades en el acceso a dispositivos médicos.

Entre sus principales áreas de oportunidad se encuentran la necesidad de pruebas en pacientes que hayan perdido una extremidad superior y la validación por parte de expertos de la salud. Como objetivo para futuras investigaciones es necesario crear una prótesis más flexible al igual que los componentes que la hacen autónoma. Integrar un módulo de IA para entrenamiento en señales captadas a través del muñón. Este proyecto presentado en Foro de Salud TecNM, se alinea con el Eje 2: Biotecnología y Salud de la Agenda Institucional de Salud del TecNM, dentro del desarrollo de prótesis y dispositivos médicos a bajo costo mediante el uso de impresión 3D y tecnologías emergentes (TecNM, 2025).

## DISPOSITIVO



**Figura 1. Prototipo ReHab3D en dos fases según señales recibidas, simulando muñón: a)mano abierta, b)mano cerrada**

## REFERENCIAS

- Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2015). Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing. Springer.
- Kumar, S., Verma, P., & Gupta, R. (2018). Ergonomics in prosthetic design: Advances and future perspectives. *International Journal of Biomedical Engineering*, 12(4), 251-265.
- MacArthur, E. (2019). Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation.
- ONU, (2015). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Chile: CEPAL.
- Pawar, P., & Yadav, P. (2021). Sustainable manufacturing using 3D printing with recycled materials. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123983.
- Smith, A. (2003). Tecnología y Desarrollo. Una perspectiva europea. *Revista Theomai*, Universidad Nacional de Quilmes.
- Sreeram, A., Bose, P., & Rao, N. (2020). Recycled resins in additive manufacturing: Challenges and opportunities. *Materials Today: Proceedings*, 28(5), 3435-3441.
- TecNM, (2024). Agenda Institucional de Salud del TecNM. Presentación ejes estratégicos.
- TecNM, (2025). Convocatoria Nacional, *Primer Foro de la Agenda Estratégica de la Salud TecNM*.  
<https://miprotesis.mx/protesis-de-mano/>  
[www.gob.mx/indesol/prensa/en-jalisco-devuelven-autonomia-a-personas-que-han-sufrido-amputaciones](http://www.gob.mx/indesol/prensa/en-jalisco-devuelven-autonomia-a-personas-que-han-sufrido-amputaciones)

# **Captación de agua de niebla mediante diseño plegable: integración de origami en ingeniería mecatrónica**

## **Collecting fog water through folding design: integrating origami into mechatronics engineering**

*Martínez García, César Eduardo; Rodríguez Rodríguez, Yael Alejandro; Juárez Gómez, Perla Esmeralda; Rico García, Brayan Alejandro.*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### **Resumen**

Este documento presenta la propuesta de una solución innovadora al problema de la escasez de agua en regiones con altos índices de neblina, contribuyendo a mitigar la falta de este líquido mediante el desarrollo de un dispositivo recolector, que utiliza una red atrapanieblas empleando los principios técnicos de origami. El diseño consistirá en la capacidad de plegado de la red, permitiendo su despliegue automático al detectar la humedad de un ecosistema, para hacer posible la recolección de agua. Esta propuesta incluye el uso de redes y sensores inalámbricos activados por microcontroladores, los cuales monitorean las condiciones del ambiente y envían señales para que el mecanismo se despliegue cuando se detecta un determinado nivel de humedad. La integración de tecnología de sensores permite brindar una solución sostenible para el desarrollo de este proyecto, haciendo factible que el dispositivo sea de fácil acceso para la población en áreas vulnerables

### **Palabras clave**

Red origami, atrapanieblas, recolector de agua, desarrollo tecnológico.

### **Abstract**

This paper presents the proposal of an innovative solution to the problem of water scarcity in regions with high haze indexes, contributing to mitigate the lack of this liquid through the development of a collection device, which uses a fog catcher net using the technical principles of origami. The design will consist of the folding capacity of the network, allowing its automatic deployment when detecting the humidity of an ecosystem, to make it possible to collect water. This proposal includes the use of wireless networks and sensors activated by microcontrollers, which monitor environmental conditions and send signals for the mechanism to be deployed when a certain level of humidity is detected. The integration of sensor technology allows us to provide a sustainable solution for the development of this project, making it feasible for the device to be easily accessible to the population from vulnerable areas

### **Key Words**

Origami net, fog catcher, water collector, technological development

## **Introducción**

Recolectar agua a través del origami en zonas rurales es una solución innovadora y accesible para enfrentar la escasez de agua potable; empleando la técnica japonesa de plegar papel, es posible desarrollar dispositivos eficientes y económicos para la recolección y almacenamiento. Es una forma práctica y asequible de obtener el líquido, además de fomentar la autosuficiencia y la sustentabilidad.

En la mayoría de las zonas rurales, la infraestructura para el suministro de agua potable es insuficiente. La creación de sistemas de captación y plantas de tratamiento requieren inversiones económicas significativas, sin embargo, el uso del origami se presenta como una alternativa accesible y económica. Esta técnica emplea materiales simples, como plástico reciclado para construir una red de captación que sea eficiente y que puede elaborarse localmente, lo que disminuye la dependencia de productos importados y costosos, convirtiendo esta solución en una opción viable para comunidades con recursos limitados.

La facilidad para crear dispositivos de origami es una ventaja en el diseño de este recolector, ya que no requiere de herramientas especializadas; sin embargo, el uso de la electrónica es indispensable para la detección de niveles de humedad, control, activación y manipulación de este.

La integración de la mecatrónica en los recolectores de agua, construidos con técnicas de origami, ofrece la ventaja de ser escalable y personalizable según las necesidades particulares de cada zona rural. Estos dispositivos pueden diseñarse para adaptarse a diferentes volúmenes de agua recolectada y diversas condiciones climáticas, pudiendo conceptualizarse de manera modular, lo que permite añadir o modificar componentes de acuerdo con las exigencias específicas; esta cualidad resulta oportuna y pertinente, ya que las condiciones y requerimientos pueden variar enormemente.

Al combinar el origami, que se caracteriza por su flexibilidad y ligereza, con elementos mecánicos y electrónicos de alta robustez, los recolectores de agua se vuelven más capaces de soportar factores como el calor, la humedad y tormentas. Esta resistencia no solo prolonga la vida útil de los dispositivos, sino que también disminuye la necesidad de mantenimientos frecuentes, lo que es particularmente crucial en comunidades rurales donde los recursos para reparaciones son limitados [1].

Un recolector de agua diseñado bajo el concepto de un atrapanieblas que emplea técnicas de origami, junto con sensores y mecatrónica, resulta fundamental para enfrentar la escasez de agua. La integración del origami facilita la creación de estructuras plegables que son económicas y sencillas de construir. Por su parte, los sensores y sistemas mecatrónicos optimizan los procesos de captación y filtración del agua mediante la programación y el control; estos sensores permiten monitorear la humedad activando mecanismos automáticos que maximizan la eficiencia del sistema.

Esta innovación fomenta el reciclaje, la creatividad y la autosuficiencia, convirtiéndose en una opción valiosa para mejorar el acceso al agua en comunidades vulnerables.

## **Literatura**

Se presenta un apartado para la correcta comprensión de términos que son clave en función del diseño, fabricación y operación del dispositivo tecnológico que tiene como objetivo recolectar agua en zonas en donde es limitada y prevalece un clima húmedo.

### *2.1 Condensación en la red*

Deficiencia de colección de agua en la malla utilizada siendo un factor crucial para el funcionamiento y cosecha del agua, definiéndose como la fracción del agua que contiene la niebla que llega e impacta sobre la red, cayendo al depósito de almacenamiento, la red tiene que cumplir con tres estándares en su eficiencia de colección siendo estas la eficiencia aerodinámica, eficiencia de deposición y la eficiencia de drenado [1].

## *2.2 Eficiencia aerodinámica*

La red actúa como una obstrucción del flujo de la niebla, por lo que parte de éste pasa dependerá de la permeabilidad y tipo de tejido de la red, además de que depende de la presión ejercida por el viento sobre la estructura, sabiendo que es la principal fuerza que mueve a la niebla; otro aspecto a considerar es la cantidad de gotas de agua que chocan en los filamentos de la red [Larrazábal, 2014].

## *2.3 Eficiencia de deposición*

Conociendo que son gotas de agua con lo que se está tratando principalmente, se debe tomar en cuenta, que al ser un fluido, tienden a seguir las líneas de flujo de aire, por lo que tratarán de pasar por los orificios de los filamentos de la red, en consecuencia, si la gota sigue perfectamente las líneas de flujo, pero pasa a una distancia de la superficie del filamento con menor radio que ella, chocará y se depositará de una manera ideal, contribuyendo a la formación de una película líquida sobre la superficie de los filamentos [1].

## *2.4 Eficiencia de drenado*

Razón entre el agua que llega al depósito por medio de la red y residuo en la red debido a la tensión superficial del agua, impide que la gota caiga al depósito; las pérdidas que suelen suceder en el proceso de recolección se deben al arrastre de gotas por el viento, agua que se desprende de la red y cae fuera de la canaleta, así como filtraciones o desbordamientos debido a la canaleta [1].

## *2.5 Automatización*

Técnica y ciencia que agrupa disciplinas teóricas y tecnológicas que intervienen en la concepción, construcción y empleo de sistemas automáticos, constituyendo el aspecto teórico de la cibernética. De manera más clara, todo sistema automático se conforma de una información de mando que describe el programa deseado y una información de estado de la cual se derivan las órdenes sobre el sistema, modificando su estado, este proceso ocurre en bucle, asegurando un buen comportamiento de la instalación [2].

## *2.6 Origami aplicado*

Metamaterial adaptable a cualquier condición en la que sea expuesto, busca cumplir su función de manera económica y eficiente, los diseños generados son completamente artificiales sin basarse en la naturaleza, de esta manera, la capacidad de creación de estructuras enteramente artificiales les contribuye a nuevas propiedades no vistas comúnmente en estructuras convencionales [3].

### Propuesta metodológica

Las fases principales del desarrollo del recolector de agua son (1) el diseño y (2) la fabricación de un dispositivo funcional.

## **3. Método**

### *3.1. Diseño*

En la fase del diseño las etapas generales que se consideran son la planeación, desarrollo del concepto, diseño a detalle y diseño para la fabricación.

Dentro de la planeación se consideran aspectos como la ubicación para el recolector de agua, el empleo de materiales asequibles y que la propuesta se clasifique como innovadora.

El desarrollo conceptual considera la arquitectura del producto y la posibilidad de empleo de nuevas tecnologías, identificando las características principales que deberá incluir el recolector, como el tipo de red de origami y la forma de accionamiento.

En cuanto al diseño a detalle se consideran los requisitos operacionales identificando las estructuras técnicas necesarias, realizando los cálculos para el diseño de la red de origami, de la estructura base, el mecanismo de accionamiento y los elementos funcionales, entre otros.

Finalmente, en el diseño se elaboran los dibujos para la fabricación de los elementos y subsistemas que empleará el recolector, así como los planos de ensamble.

### 3.2. Fabricación

En la fase correspondiente a la fabricación del prototipo, se contempla la manufactura de los elementos mecánicos y estructurales, la programación para el accionamiento del dispositivo, la integración de los sensores y motores, el desarrollo de una aplicación para uso en dispositivos móviles, el ensamble final y la realización de pruebas en campo.

La manufactura de elementos mecánicos y la estructura, iniciará con los dibujos para la fabricación elaborados previamente, se definirán los métodos de ensamble pertinentes para obtener la estructura que soportará todos los elementos constituyentes del recolector.

La programación para el accionamiento del recolector se hará en conjunto con la integración de sensores y motores, para incorporar la detección de señales a través de microcontroladores con el funcionamiento de motores; lo cual podrá realizarse mediante el desarrollo de una aplicación de uso en dispositivos móviles.

La conclusión de la fase de fabricación del prototipo contempla la fijación de la totalidad de los elementos a la estructura de soporte para realizar pruebas de campo y realizar ajustes en caso necesario.

## 4. Desarrollo

### 4.1 Diseño del dispositivo

Con base en la metodología de diseño de Pahl y Beitz [4], se realiza un primer análisis cualitativo que enuncia las funciones básicas y auxiliares del dispositivo que se tiene en mente crear; con esta información, se construye un diagrama que ofrece la oportunidad de puntualizar elementos necesarios para la operación (figura 1).

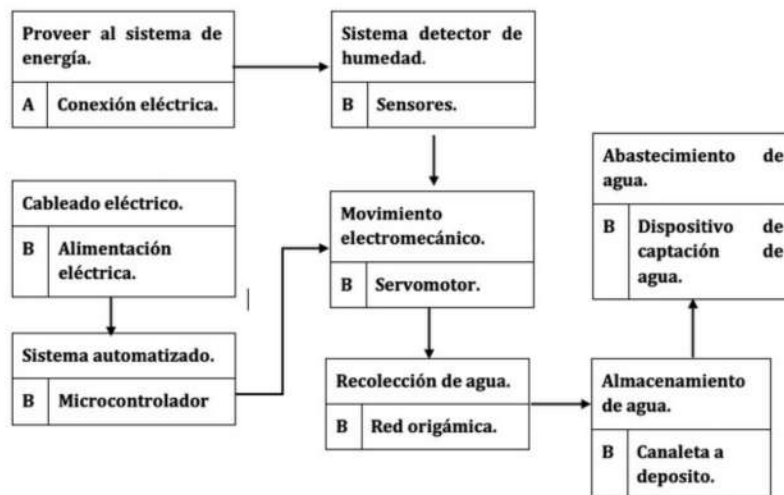


Figura 1 – Diagrama de funciones

Con base en este diagrama, se está en posibilidad de realizar un segundo análisis de cualidades que se asignarán a los elementos sujetos a elección para adquirirse e integrarse al dispositivo. Se presenta un extracto de dicho análisis en la tabla 1, ejemplificando con la selección de los servomotores.

**Tabla 1 – Análisis de cualidades para selección de servomotores**

Servomotor		Ventajas	Desventajas
Servo Allen Bradley SA		Durabilidad Soporte cargas pesadas Instalación Mantenimiento Compatibilidad	Costo Consumo energético.
Motor de Inducción Shang Yang SB		Durabilidad Soporte cargas pesadas Consumo energético	Compatibilidad Costo Instalación Mantenimiento
Motor de inducción Shang Yang de doble eje - SC		Durabilidad Soporte cargas pesadas Consumo energético Compatibilidad	Costo Mantenimiento Instalación

Fuente: Elaboración propia

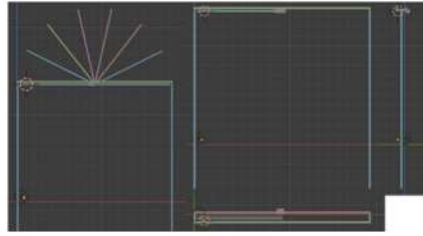
El siguiente análisis, valora con la equivalencia que permite la escala tipo Likert, cada una de las cualidades identificadas y categorizadas por elementos probables de elección, de esta manera, siguiendo el ejemplo asignado a los servomotores, la tabla 2 muestra esta cuantificación. Con esta valoración se opta por el uso de un servomotor *Servo Allen Bradley*.

**Tabla 2 – Análisis cuantitativo para selección de servomotores**

ServoMotor	Cons	Durab	Comp	Cost	SopC	Inst	Mtto
SA =18	2	3	3	1	3	3	3
SB =14	2	3	1	1	3	2	2
SC =16	2	3	3	1	3	2	2

Fuente: Elaboración propia

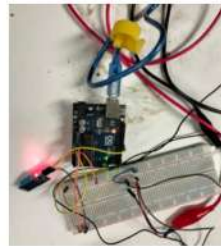
Una vez que se tienen completos los análisis por elemento clave que está relacionado con una función básica o auxiliar, y que se integrará para construir el dispositivo, se elabora un primer boceto (figura 2), para ello se utilizó un programa virtual, que permitiera experimentar con las dimensiones.



**Figura 2 – Boceto simple para dimensionar el dispositivo**

#### *4.2 Fabricación del dispositivo*

Una vez que se tiene la programación correcta, los circuitos integrados, fabricada la base y la red origami construida con base en cálculos adecuados para fabricar un prototipo, se ensambla e integran sistemáticamente, formalizando la etapa de pruebas operativas. Las figuras 3-5, son evidencia de esta fabricación.



**Figure 3 – (a) Fabricación de la base de la red origami, canaleta de flujo;  
(b) sincronización de la programación del microcontrolador**



**Figura 4 – Fijación de la red origami**



**Figura 5 – Pruebas primarias del dispositivo Recolector de agua por red origami**

### **Conclusión**

Los resultados proyectados destacan la viabilidad del sistema de captación de agua mediante redes origámicas automatizadas, comparándolo favorablemente con tecnologías previas. La red de polietileno mostró una eficiencia destacable en la recolección de agua. La automatización, liderada por un microcontrolador, demostró ser una opción económica y efectiva, aunque su durabilidad podría ser limitada frente a opciones como PLC. En términos estructurales, el dispositivo ofrece alta estabilidad en condiciones simuladas.

Se identificaron áreas de mejora en la estructura, como la necesidad de modificar las soleras de la red para hacerla más ligera y evitar complicaciones derivadas por el peso. Además, se sugiere la incorporación de un sistema que genere aire para optimizar el flujo del agua.

Sin embargo, todas estas mejoras se implementarán en etapas posteriores, ya que el dispositivo se encuentra en fase de prototipo y en proceso de perfeccionamiento. Las pruebas futuras y los ajustes en el diseño permitirán validar estas modificaciones para mejorar la eficiencia y la funcionalidad del sistema; así mismo, está considerado incluir elementos de IA para hacer efectiva la operación in situ.

### **Referencias**

- [1] A.Larrazábal, Experiencias de captación de agua de niebla para reforestación. Imprenta Garcinuño S.L. Bolivia y Perú, (2014).
- [2] E.García, Automatización de procesos industriales. Universidad politécnica de Valencia. España, (2020).
- [3] J.Caravaca, Estudio paramétrico de la respuesta mecánica de estructuras basadas en origami. Universidad Carlos III de Madrid. España, (2019).
- [4] G.Pahl, W.Beitz, J.Feldhusen & K.Grote, Engineering Desing, a systematic approach, Springer, (2007).
- [5] Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., y Grote, K., Engieneering Desing A systematic Approach. Thrid Edition. England: Springer-Verlag London Limited (2007).
- [6] Cereceda, P., Hernández, P., Leiva, J. y Dios, J., Agua de Niebla Nuevas Tecnologías para el Desarrollo sustentable en Zonas Áridas y Semiáridas. Dirección General de Aguas. Chile. (2014).

# Precisión en movimiento: explorando la cinemática con IA

## Precision in motion: exploring kinematics with AI

*Rico Torres, Coral Itzel; Castillo Herrera, Fernanda Michelle;  
Coronado Ibarra, Isaac; Gómez Pérez, Diego Alberto.*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### Resumen

Se presenta una opción conceptual de cinemática aplicada en materias de la retícula de ingeniería mecatrónica, considerando la ejecución del diseño y construcción de un brazo robótico de 6 grados de libertad, que registra, guarda y corrige posiciones mediante análisis geométrico de la cinemática, y el uso de redes nodales. Para su desarrollo se utilizó una metodología de diseño, cálculos cinemáticos y programación para la ruta y corrección automatizada. Los resultados obtenidos muestran mejora en la precisión del movimiento evidenciando la eficacia de redes neuronales en la corrección de trayectorias. Este proyecto es importante en el campo de la robótica al integrar el análisis y control por medio de la inteligencia artificial, siendo un sistema accesible y funcional para aplicaciones dentro de las empresas y en el marco de la industria 4.0.

### Palabras clave

Cinemática, redes neuronales, inteligencia artificial, productividad

### Abstract

A conceptual option of kinematics applied in matters of the mechatronics engineering grid is presented, considering the execution of the design and construction of a robotic arm of 6 degrees of freedom, which records, saves and corrects positions through geometric analysis of kinematics, and the use of nodal networks. A design methodology, kinematic calculations and programming for the route and automated correction were used for its development. The results obtained show improvement in the precision of the movement, evidencing the effectiveness of neural networks in the correction of trajectories. This project is important in the field of robotics as it integrates analysis and control through artificial intelligence, being an accessible and functional system for applications within companies and within the framework of industry 4.0.

### Key Words

Kinematics, neural networks, artificial intelligence, productivity.

### Introducción

Una de las principales problemáticas a tratar de la industria 4.0, es la coordinación en sistemas automatizados, debido a procesos donde se encuentran trabajando varios robots de manera autónoma, lo que habilita la posibilidad de un problema de colisiones, al tener una trayectoria definida, con la variación de cualquier parámetro dentro del entorno, tiene como consecuencia situaciones imprevistas que requieren de una gran cantidad de tiempo para corregir (Montecillo, et al., 2018).

En la actualidad la automatización de procesos es implementada en diversas áreas industriales, es esencial para el diseño y operación de sistemas de manufactura; su objetivo es disminuir la carga y optimizar la productividad. Estos sistemas realizan tareas específicas, donde su desempeño se compone a partir de la



de valoración, basadas en una escala tipo Likert, permitiendo estructurar, evaluar y comparar los diferentes elementos según los parámetros observados, la clasificación se realizó utilizando una escala numérica del 1 al 3, donde el 1 representa la calificación más baja y el 3 la más alta.

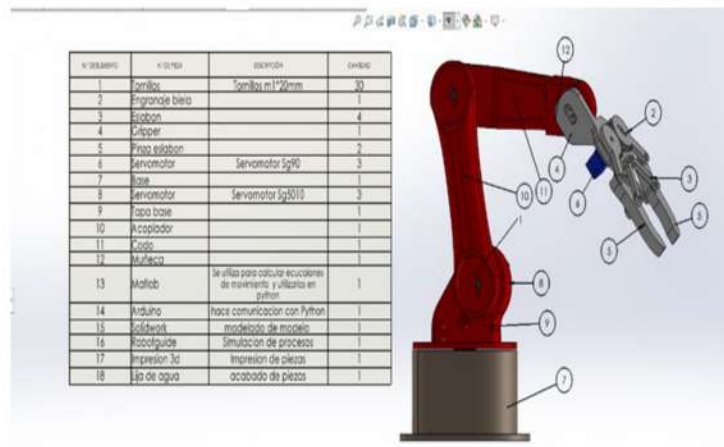
Con base en la información obtenida, se construye la tabla 1, que presenta los elementos seleccionados, considerados óptimos, para posteriormente, diseñar un bosquejo sobre la proyección del desarrollo tecnológico.

Este diseño considera las dimensiones de cada elemento, incluyendo los componentes auxiliares, conexiones y acopladores actuando como una guía clave para su fabricación y ensamblaje, minimizando errores y optimizando el proceso de producción -figura 2-. Incluye notas específicas sobre materiales y tolerancias, buscando garantizar una operación más segura y eficiente.

**Tabla 1: Elementos para desarrollo tecnológico.**

Elemento	Total de Valoración
<i>MATLAB</i>	10
<i>SolidWorks</i>	10
<i>Python</i>	10
<i>SolidWorks</i>	12
<i>Impresora 3D</i>	14
<i>Lija de agua</i>	10
<i>Servomotores</i>	12
<i>Arduino</i>	13

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2: Plano del brazo robótico con lista de materiales.**

Para asegurar la aplicación de la cinemática a través del diseño y construcción de un desarrollo tecnológico, presentado como un brazo robótico, se planteó una investigación aplicada, enfoque mixto y manejo de información explicativo-demostrativo, que permita a través de una práctica, argumentar las ideas y propuestas para mejor comprensión cognitiva y agilizar la toma de decisiones automatizada.

El procedimiento considera la obtención de una serie de datos para realizar cálculos y con base en ellos, determinar posiciones del brazo robótico, también pretende que el robot pueda analizar los datos y corregirlos buscando una ruta más apta, es decir, entender y poder tomar decisiones básicas, emulando una cualidad humana como lo es el razonamiento o el pensamiento crítico apoyado de la inteligencia artificial.

Se realizó una serie de cálculos con el objetivo de describir la trayectoria en un cuerpo dentro de un espacio tridimensional, posicionándolo en un eje exacto, con base en las fórmulas del sistema de matrices de rotación, las cuales, definen la orientación de un objeto sólido rígido con respecto a los ejes X, Y y Z, lo que brinda la posibilidad de especificar trayectorias con un grado de complejidad más alto. A partir de las ecuaciones (1–6) se llega a la definición de los ángulos en el eje tridimensional donde se ejecuta el movimiento del robot (Barrientos, et al., 2021).

$$x = l_1 \cos \alpha + l_2 \cos (\alpha + \beta) \quad (1)$$

$$x = \frac{1+\sqrt{3}}{2} \quad (2)$$

$$y = l_1 \sin \alpha + l_2 \sin (\alpha + \beta) \quad (3)$$

$$y = \frac{1+\sqrt{3}}{2} \quad (4)$$

$$R_{x,\theta} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \quad (5)$$

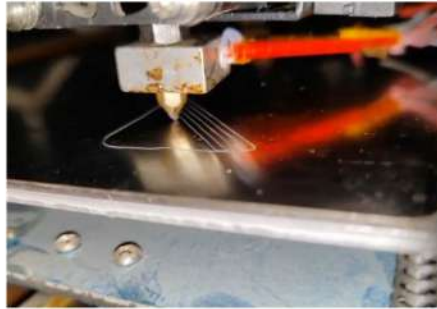
$$R_{y,\theta} = \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & \sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix} \quad (6)$$

## Desarrollo y resultados

Se presenta a continuación, de manera sistemática, la construcción de acuerdo con el diseño previamente elaborado con SolidWorks, donde se definieron las dimensiones y geometrías de las piezas que conforman el brazo robótico, se fabricaron las piezas utilizando la impresora 3D, con material PLA seleccionado por su durabilidad, ligereza y facilidad de manipulación, ver figura 3.

El ensamblado del brazo robótico se llevó a cabo con las piezas terminadas y listas para la integración con motores SG90 y MG995 para las articulaciones, los cuales fueron seleccionados ya que proporcionan la precisión necesaria en los movimientos, ver figura 4.

Fue necesario utilizar tornillos y tuercas ajustados a las dimensiones de los servomotores para poder garantizar la fijación del desarrollo tecnológico. Se utilizó una tablilla de pruebas y cables de Dupont para realizar las conexiones de los servomotores propiciar una buena comunicación entre el microcontrolador y la programación de Python.



**Figura 3: Impresión del desarrollo tecnológico**



**Figura 4: Piezas terminadas del desarrollo tecnológico**



**Figura 5: Ensamble del gripper**

En cuanto a la elaboración del programa, éste se desarrolló en Python donde se utiliza la biblioteca Py Serial para poder enviar comando a un microcontrolador, para facilitar el control de los movimientos del brazo robótico, figura 6. En este programa se utilizaron redes neuronales para poder recabar las coordenadas de la trayectoria y mediante un entrenamiento en el brazo robótico poder eliminar los puntos que no son necesarios y así proporcionar una autocorrección en el desarrollo tecnológico.

```
49 def predecir_correccion(posicion_actual):
50     input_modelo = np.array(posicion_actual).reshape(1, posicion_actual.shape[0], posicion_actual.shape[1]) # (1, n_steps, 6)
51     correccion_predicha = modelo.predict(input_modelo)
52     return np.squeeze(correccion_predicha) # Asegurar salida con forma: (n_steps, 6)
53
54 # Función para entrenar el modelo LSTM con las secuencias
55 def entrenar_modelo():
56     global secuencias, modelo
57
58     if len(secuencias) < 2:
59         messagebox.showwarning("No hay suficientes datos", "No hay suficientes secuencias de entrenamiento.")
60         return
61
62     secuencias = np.array(secuencias)
63     x = secuencias[:-1, :] # Entradas
64     y = secuencias[1:, :] # Salidas
65
66     x = x.reshape(x.shape[0], 1, x.shape[1]) # Añadir dimensión de tiempo
67     y = y.reshape(y.shape[0], 1, y.shape[1])
68
69     modelo.fit(x, y, epochs=50, batch_size=32)
70     messagebox.showinfo("Entrenamiento completado", "El modelo se ha entrenado con éxito.")
71
72
```

**Figura 6: Programación en Python**

Se realizaron pruebas iniciales en las cuales se recopilaban coordenadas tridimensionales, dándole diferentes movimientos y tareas al brazo robótico, este conjunto de datos sirvió como base para entrenar la red neuronal la cual aprende patrones en las trayectorias del brazo con el objetivo principal de identificar y eliminar puntos intermedios que no aportan valor al movimiento. Una vez cumplido el proceso de entrenamiento la red es capaz de analizar las coordenadas y sugerir modificaciones en las trayectorias con la finalidad de mejorar la eficiencia en el proceso, ver figura 7.



**Figura 7: Primeras pruebas del desarrollo tecnológico**

Como resultado final, se considera que, de acuerdo con las actividades realizadas en los puntos anteriores se espera que la movilidad del brazo robótico sea eficiente y con un mínimo margen de error, reduciendo las pausas prolongadas en la elaboración de correcciones y reprogramaciones, pues debido al uso de las redes neuronales el brazo puede anticipar puntos de contacto potencialmente conflictivos en sus trayectorias y así evitar colisiones antes de que estas ocurran, dado que la meta es lograr la optimización en el proceso y mejorar la seguridad del operador que lo maneja -ver figura 8-.



**Figura 8: Dispositivo tecnológico DIIM.**

## **Discusión**

Habiendo analizado las necesidades locales en relación de automatización y uso de tecnologías emergentes, se realizaron búsquedas profundas literarias que condujeran a la integración de un proyecto que tuviera la oportunidad de ofrecer soluciones oportunas en función de procesos industriales en el marco de la industria 4.0. Resultado de esta actividad, se identifica que el proyecto en el cual Rodríguez y Muyulema, en la Universidad Tecnológica de Ecuador, presenta una mejora en la precisión del seguimiento de trayectoria de un brazo robótico a través de algoritmos neuronales de flujo directo con base en cálculos en ecuaciones de Lyapuno (Rodríguez, et al., 2023).

Este hallazgo literario se considera como antecedente y referencia primaria para gestar un proyecto de investigación en el cual, por medio de un análisis geométrico se hace el análisis cinemático comprobando estabilidad y convergencia aplicada en una red neuronal desarrollada en Python, donde se controla un brazo robótico de seis grados de libertad mediante un microcontrolador, el cual compila los datos proporcionados por el programa y los comunica a los servomotores.

La innovación del proyecto DIIM, radica en la integración del análisis geométrico para el análisis cinemático debido a su facilidad de interpretación, modificación y comunicación, lo que facilita la implementación de posibles mejoras y permite lograr el objetivo principal de este documento, ser un argumento conceptual revisado en un prototipo para demostrar la funcionalidad de la cinemática en proyectos reales y de importancia para las empresas con alto grado de automatización.

## **CONCLUSIÓN**

A través de la construcción del dispositivo denominado DIIM, se busca la difusión e ilustración del diseño, control e implementación de brazos robóticos industriales en entornos de manufactura a través del desarrollo tecnológico, dando énfasis en el impacto de la cinemática, redes nodales y el uso de la inteligencia artificial en la automatización, destacando su importancia en la optimización de procesos industriales y la evolución de la robótica.

Se pretende aportar la adaptación fácil a entornos de trabajo cambiantes, reduciendo costos operativos y mejorando la calidad del producto final. Así mismo, el proyecto, de forma integral, pretende promover la práctica didáctica para el control y visualización de procesos industriales sobre los usos de nueva tecnología implementadas en la industria aprovechando las herramientas que hoy en día son accesibles al público en general tal como es el uso de la IA.

## REFERENCIAS

- Barrientos, A., Peñín, L., Balaguer, C., y Aracil, R., (2021). Fundamentos de Robótica 2da Edición. McGrawHill. España.
- Montecillo, F., Medina, A. y López, R., (2018). Simulación de un Sensor de Colisiones para un Brazo Manipulador. Revista de Simulación y Laboratorio ECORFAN-Bolivia. Bolivia.
- Ogata, K., (2010). Ingeniería de control moderna. PEARSON.
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen y Glote, K., (2007). Engineering design. Editorial Springer.
- Rodríguez, J., Sánchez, L., Chamba, J., y Morocho. A., (2023). Mejora de la precisión del seguimiento de trayectoria de un brazo robótico mediante un algoritmo de red neuronal inicializado con Lyapunov. Polo del Conocimiento. Ecuador.
- Urdiales, C., (2016). Introducción a la robótica. Universidad de Málaga. España.

## SECCIÓN II.

### DISPOSITIVOS MECATRÓNICOS SUSTENTABLES



“Aquí la Ingeniería no solo resuelve problemas, también reconoce esfuerzos, una voluntades y nos invita a caminar con lealtad, ética y consciencia sustentable”



“Que nuestras manos de ingeniería estén a la altura de la necesidad humana más básica y digna: que nadie tenga hambre”

# Diseño de un sistema ultrasónico inteligente para control de plagas agrícolas

## Design of an intelligent ultrasonic system for agricultural pest control: *OwlEye*

*Torres Martínez, Christopher; Valdovinos Rodríguez, Tomás; Zárate Márquez, Misael*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### Resumen

En un contexto donde es cada vez más urgente asegurar la soberanía alimentaria y hacer más eficiente el aprovechamiento de los recursos, se representa una opción viable para protección de cultivos, siendo una actividad primaria en el país, se presenta un prototipo de un sistema ahuyentador ultrasónico, el cual trata de evitar la problemática de pérdidas por plagas de tamaño mediano sin atentar contra su vida con soporte de una inteligencia artificial, siendo capaz de alejarlas por medio de frecuencias ultrasónicas; para el desarrollo del prototipo se consideraron normas de sustentabilidad, el desarrollo de la metodología se planteó en 4 etapas: planeación, registro, implementación y construcción del prototipo. El desarrollo del ahuyentador, denominado OwlEye, para el control de plagas surge como una respuesta práctica y sustentable ante una problemática común en el campo mexicano: los daños que se provocan en la producción agrícola.

### Palabras clave

Cultivos agrícolas, plagas tamaño mediano, frecuencia ultrasónico.

### Abstract

In a context where it is increasingly urgent to ensure food sovereignty and make the use of resources more efficient, a viable option for crop protection is represented, being a primary activity in the country, a prototype of an ultrasonic repeller system is presented, which tries to avoid the problem of losses due to medium-sized pests without threatening their lives with the support of artificial intelligence, being able to move them away by means of ultrasonic frequencies; For the development of the prototype, sustainability standards were considered, the development of the methodology was proposed in 4 stages: planning, registration, implementation and construction of the prototype. The development of the repellent, called OwlEye, for pest control arises as a practical and sustainable response to a common problem in the Mexican countryside: the damage caused to agricultural production.

### Key Words

Agricultural crops, medium-sized pests, ultrasonic frequencies

### Contexto

La agricultura es una de las actividades más importantes para los seres humanos por su contribución a la producción de alimentos, fibras y otros bienes; en México se cuenta con un territorio de 198 millones de hectáreas, de las cuales 115 millones son de agostadero y cerca de 30 millones son tierras de cultivo; más que un sector productivo este es importante debido a que las múltiples funciones de la agricultura en el desarrollo económico, social y ambiental determinan su incidencia en un factor mayor de los que un indicador implicaría (Corona, 2016).

Las cosechas al igual que todo producto puede llegar a sufrir pérdidas; a través de cálculos se estima que ésta puede ser de un 40% de la producción por causa de las plagas que llegan a afectar a los diferentes

cultivos; de acuerdo con la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, las plagas no solo reducen la producción agrícola, sino que también disminuyen la calidad, lo cual supone grandes repercusiones para el sector rural (Agroasemex, 2019; Magan et al., 2011).

Existen distintas plagas que afectan los cultivos de maíz y una de ellas son los roedores los cuales a nivel mundial son una de las mayores plagas. A nivel de campo se presentan 3 tipos de daños: consumo de semillas, de plántulas y de mazorcas. Existen registros en países en los cuales el maíz es el principal alimento: Honduras, con pérdidas del 24% al 28%, Colombia donde se ha llegado a una pérdida de hasta el 70%, en México ha habido pérdidas del 40% (Aguilera, 1984; SENASICA, 2019).

En este contexto se propone el objetivo de desarrollar un sistema ahuyentador de plagas mediante el uso de frecuencias ultrasónicas e Inteligencia artificial, para las zonas de maizales que son consideradas vulnerables. Tiene como finalidad ofrecer una solución innovadora y eficiente para enfrentar los problemas que causan las plagas que representan una amenaza. A través del uso de la tecnología se fomenta una comprensión más profunda de los principios en la ingeniería.

Se considera en el marco sustentable de esta propuesta, que la prevención de las plagas en los cultivos no utilice plaguicidas las cuales generan graves problemas de salud humana, resistencia a plagas, residuos en alimentos, contaminación ambiental, cumpliendo con esto, los objetivos de desarrollo sostenible 2 -hambre cero, 3 -bienestar y 12 -consumo responsable de la *Agenda 2030* (Molina et al, 2022; ONU, 2015).

### Discusión técnica

El sistema está diseñado para ser eficiente y adaptable a diferentes condiciones, brindando una solución sostenible que no afecte el medio ambiente; se espera que este desarrollo contribuya a mejorar la productividad agrícola y a reducir las pérdidas económicas ocasionadas por las plagas.

Se establecieron exigencias mínimas que el producto debe cumplir y que sirven como base atnto para el diseño del prototipo como para su correcto funcionamiento, la figura 1, presenta este análisis previo al desarrollo, por su parte la imagen 1 expresa el diseño que se busca construir.

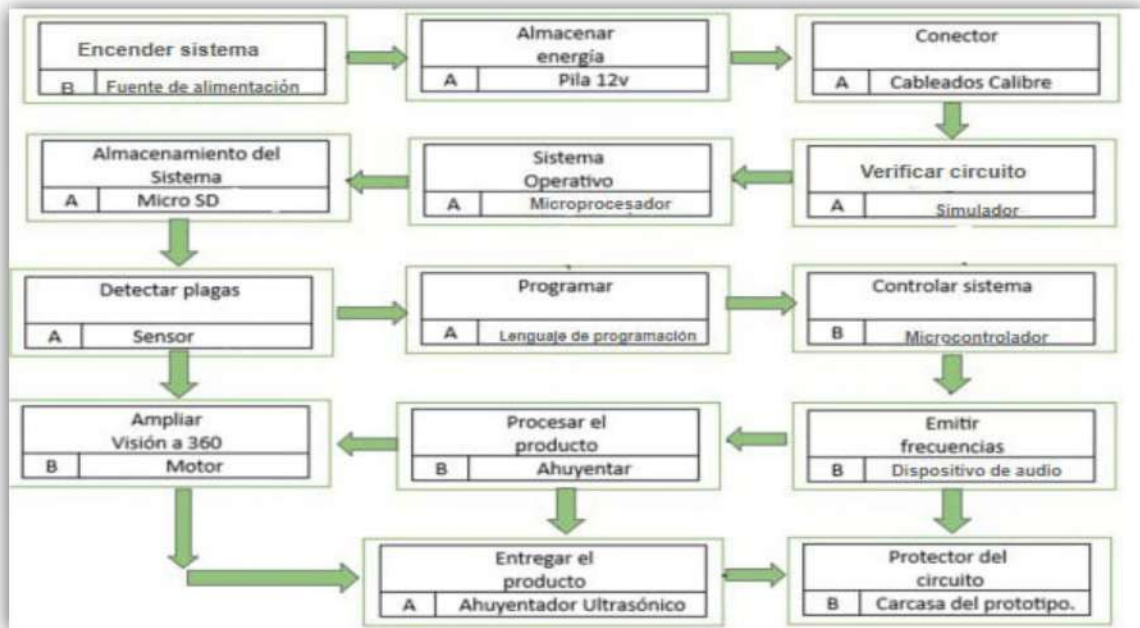
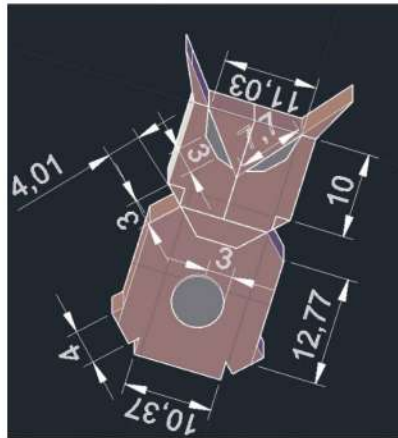
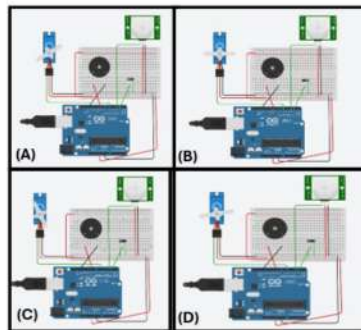


Figura 1. Diagrama de funciones de OwlEye



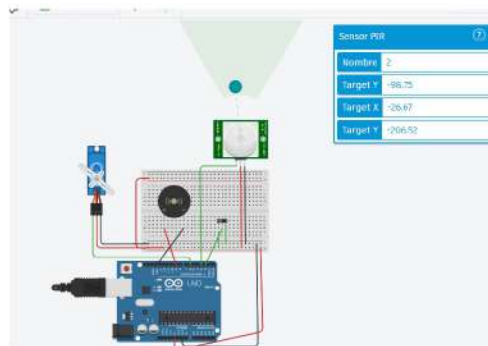
**Imagen 1 – Diseño OwlEye -SolidWorks**

Se diseñaron algoritmos con base en el funcionamiento de un microcontrolador y un micro-servomotor para la operación de rotación del prototipo que simulen la visión: posición A hacia posición B, posición C hacia posición D -imagen 2.



**Imagen 2 – Simulación de funcionamiento del micro servomotor en posiciones A,B,C,D**

Además, se diseñan y crean, ante la detección de una presencia, una IA para que identifique el tipo de animal o plaga y, un circuito para que se active una alarma en formato de frecuencia ultrasónica y le ahuyente -imagen 3.



**Imagen 3 – Simulación de funcionamiento del sensor PIR con buzzer**

## DISPOSITIVO

Esta propuesta plantea una alternativa novedosa para el control de plagas en el campo mexicano mediante un dispositivo que combina tecnología ultrasónica con inteligencia artificial. A diferencia de los métodos convencionales basados en pesticidas, esta herramienta busca repeler roedores y aves sin causarles daño, cuidando al mismo tiempo el entorno y la salud humana. El uso de IA permite que el sistema se adapte al comportamiento de las plagas y regule automáticamente las frecuencias emitidas, aumentando su efectividad en distintas condiciones. Su aplicación está especialmente pensada para maizales, donde las pérdidas por plagas afectan considerablemente a los productores. Además, se trata de una tecnología flexible, que puede ajustarse a distintos cultivos y necesidades. Al apostar por una solución limpia, accesible y moderna, se promueve una agricultura más sostenible, competitiva y alineada con las demandas actuales del sector agroalimentario. En conjunto, este proyecto ofrece una respuesta concreta a uno de los desafíos más comunes del campo.



**Imagen 4. Dispositivo mecatrónico OwlEye**

## Conclusión

El estudio sobre el ahuyentador ultrasónico para la detección y control de plagas en cultivos de maíz demuestra cómo el desarrollo tecnológico puede ofrecer soluciones efectivas para reducir las pérdidas en la producción agrícola. La implementación de este dispositivo permite identificar y repeler plagas de manera no invasiva, disminuyendo así la dependencia de pesticidas químicos, lo cual tiene beneficios económicos y medioambientales.

El impacto potencial de esta tecnología es significativo, ya que contribuye a mejorar la productividad y sostenibilidad en el cultivo de maíz, protegiendo uno de los alimentos más importantes a nivel mundial. Además, sus aplicaciones prácticas podrían extenderse a otros cultivos o entornos agrícolas con problemas similares.

En conclusión, el ahuyentador ultrasónico representa un avance tecnológico prometedor que puede transformar las prácticas agrícolas, continuando con mejoras significativas, tanto en la presentación como en el alcance de la IA.

Este proyecto es presentado en la convocatoria *Encuentro de Innovación Agroalimentaria 2025*, en el eje: *Incremento de la producción alimentaria nacional*, ya que busca aumentar la ganancia de producción en las cosechas alejando las posibles plagas; es este un escenario en convenio con el TecNM.

## REFERENCIAS

Aguilera, E. (1984). Roedores plagas en maíz. Memorias. 11<sup>a</sup> Reunión de Maiceros de la Zona Andina. 2<sup>a</sup> Reunión Latinoamericana de Maíz. Palmira, Colombia, p. 328-357

Agroasemex, S.A [2019]. Las plagas producen perdidas de hasta 40 por ciento en la producción agrícola, revela estudio de la FAO. Gobierno de México.

Corona [2016] El desarrollo de la agricultura y el impacto que tendrá en las finanzas publicas en México.

Magan N., Medina A.m. Alfred., D. [2011]. Possible climate-change effects on mycotoxin contamination of food crops pre-and postharvest. *Plant Pathology*; 60:150 163.

Lopez E., Herrera M., y Lagunes M. [2017]. Planeación agrícola nacional. México: Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación.

ONU, (2015). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Chile: CEPAL.

SENASICA (2019). Programa de trabajo específico de la campaña contra roedores a operar con recursos del programa de sanidad e inocuidad agroalimentaria 2019, componente de campañas Fitozoosanitarias, en el estado de Zacatecas. Dirección general de la sanidad vegetal.



“Cada dispositivo mecatrónico que se construye, no es solo una pieza de tecnología, es una oportunidad para salvar vidas, para reducir desigualdades en salud y para demostrar que la ingeniería también puede ser un acto de humanidad”

# **IA para la equidad en salud: sistema de diagnóstico temprano para comunidades vulnerables**

## **AI for health equity: early diagnosis system for vulnerable communities**

*Ferrer Ferrer, Anethe Valentina; Duval Berlanga, Edgar Daniel*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### **Resumen**

Se presenta el desarrollo de un sistema de diagnóstico asistido por Inteligencia Artificial dirigido a zonas en donde el acceso a servicios médicos y conectividad a internet son limitados. Se usan sensores que capturan parámetros clínicos, permitiendo obtener datos en tiempo real de forma automatizada y son analizados mediante un algoritmo inteligente, complementado por una serie de preguntas que facilita el contexto de síntomas; logrando así la identificación de posibles enfermedades. La metodología incorpora hardware y software en un diseño experimental adaptado a las necesidades específicas de estas comunidades. Los resultados primarios, muestran eficiencia en el funcionamiento, se contempla una etapa de revisión con expertos de la salud para validación de sugerencias que la IA proporciona. Se busca agilizar la detección temprana de enfermedades, modernizar la infraestructura en entornos de difícil acceso a medios digitales, contribuyendo de manera innovadora al avance de la telemedicina y la salud digital.

### **Palabras clave**

Parámetros clínicos, Telemedicina, Ingeniería Biomédica

### **Abstract**

The development of an Artificial Intelligence-assisted diagnostic system aimed at areas where access to medical services and internet connectivity are limited is presented. Sensors are used to capture clinical parameters, allowing real-time data to be obtained in an automated way and are analyzed by an intelligent algorithm, complemented by a series of questions that facilitate the context of symptoms, thus achieving the identification of possible diseases. The methodology incorporates hardware and software in an experimental design adapted to the specific needs of these communities. The primary results show efficiency in operation, a review stage with health experts is contemplated to validate the suggestions that AI provides. It seeks to streamline the early detection of diseases, modernize infrastructure in environments with difficult access to digital media, contributing in an innovative way to the advancement of telemedicine and digital health.

### **Keywords**

Clinical parameters, Telemedicine, Biomedical Engineering

### **Contexto**

De acuerdo con los datos del INEGI, en 2020 había más de 120 millones de habitantes en México, de los cuales solo menos de 93 millones están afiliados a un servicio de salud, ya sea público o privado; el 26% de las personas que no cuentan con este servicio se encuentran en zonas rurales sin acceso a este debido a la lejanía de lugares urbanizados, o no cuentan con el sustento económico. La solución a este problema

surge de la biomédica y la telemedicina, las cuales logran que los servicios médicos lleguen a lugares sin necesidad de una gran infraestructura.

El uso de biosensores puede ayudar a detectar múltiples biomarcadores al mismo tiempo, lo que significa que se podría hacer un chequeo de nuestra salud en cuestión de minutos, los parámetros clínicos medidos en tiempo real facilitan el reconocimiento de patrones, así como el desarrollo de un diagnóstico rápido, involucrando en alto grado al paciente. Además, los biosensores se están volviendo cada vez más pequeños y portátiles, lo que los hace ideales para su uso en entornos remotos donde los recursos son limitados, un ejemplo de ello es el “Sistema de monitoreo remoto y evaluación de signos vitales en pacientes con enfermedades crónicas”, un sistema con el propósito de ofrecer un mejor beneficio a los pacientes y al sector salud utilizando tecnologías inalámbricas.

Una de las disciplinas que propicia el desarrollo tecnológico en el sector de la salud es la ingeniería biomédica. Esta está especializada en la creación de dispositivos médicos y abarca áreas como la telemedicina, las telecomunicaciones, la electricidad y la informática. Aplicando principios científicos y tecnológicos, busca resolver desafíos médicos y biológicos, promoviendo innovaciones en dispositivos, prótesis, rehabilitación y gestión hospitalaria.

### **Discusión técnica**

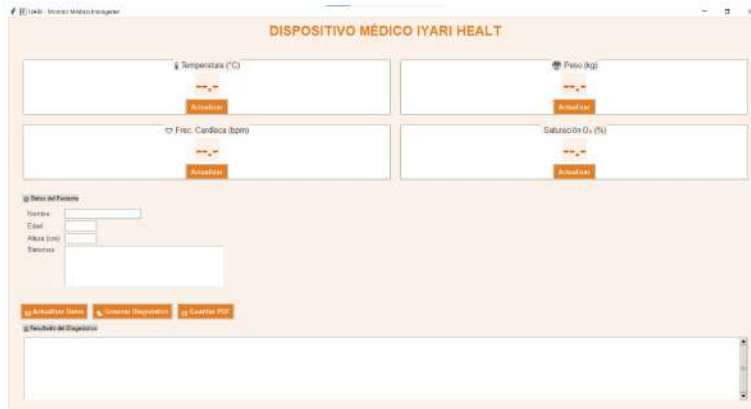
El programa desarrollado demuestra que, mediante el uso de tecnologías portátiles, accesibles y de bajo costo como el ESP32 combinado con sensores biomédicos, es posible ofrecer atención médica básica sin la necesidad de infraestructura hospitalaria compleja ni personal médico especializado en sitio. El sistema está diseñado para operar incluso en contextos con conectividad limitada, permitiendo su implementación en comunidades marginadas, aisladas o con recursos tecnológicos escasos.

El uso de inteligencia artificial no solo permite una mayor precisión en los diagnósticos preliminares, sino que también ofrece una herramienta educativa tanto para pacientes como para trabajadores del área de la salud. Este enfoque sienta las bases para una nueva forma en la que se puede llevar atención médica en comunidades marginadas, que puede escalarse y adaptarse a diferentes realidades sociales y económicas.

### **DISPOSITIVO**



**Figura 1. Sistema de diagnóstico temprano para comunidades vulnerables**



**Figura 2. Interfaz de la IA**

## Conclusión

Se presenta una propuesta innovadora para solucionar el problema con la escasez servicios médicos. Mediante la integración de sensores biomédicos, inteligencia artificial y herramientas de telemedicina, se demuestra cómo la tecnología puede proponer una solución a problemas en comunidades donde los servicios de salud son limitados.

Sin embargo, el dispositivo aún se encuentra en fase de optimización. Entre sus principales áreas de oportunidad se encuentran la necesidad de pruebas piloto en campo y la validación por parte de expertos de la salud. Como objetivo para futuras investigaciones es necesario expandir la base de datos clínica, optimizar la precisión diagnóstica del sistema y evaluar su funcionamiento en diversas regiones.

## REFERENCIAS

Hernández, P., Luque, A., Iriqui, J., Hernández, C., e Higuera, H. (2024). Importancia de la ingeniería biomédica en la actualidad. 1. 9-15. 10.5281/zenodo.10788024.

Ibáñez, C., Cadena, Á., and Zea, A. (s.f.) Telemedicina: Introducción, Aplicación y Principios de Desarrollo, CES Medicina. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/medicina/article/view/91>

INEGI, (2020) Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía Available at: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

López, G., Guerrero, A. y Ramos, E. (2013). Sistema de monitoreo remoto y evaluación de signos vitales en pacientes con enfermedades crónicas. EUA: CISCI.

# 6 AGUA Y SANEAMIENTO



“Cuando un dispositivo puede llevar agua segura a quien no la tiene, la tecnología deja de ser técnica y se convierte en justicia”

## **Red inteligente de observación y monitoreo de afluentes: RIOMA**

### **Intelligent observation network and tributary monitoring: RIOMA**

*Rodríguez Pérez, Evelin Citlali; Ríos López, Oscar Uriel\*; García López, Elliot Iván;  
Ojeda Yepes, Miguel Arnulfo*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

#### **Resumen**

Se presenta el desarrollo de un sistema de alerta para altitud y velocidad de agua en un río, el objetivo es prevenir inundaciones y proteger a comunidades cercanas corrientes de agua, con la integración de sensores de nivel, programación y telemetría para recopilar y transmitir datos en tiempo real. La metodología incluye el diseño de un esquema funcional, la evaluación de ventajas y desventajas de los componentes a utilizar (como microcontroladores, un servidor funcional, mecanismos de control, y programación), el diseño y construcción del prototipo y la validación de este. Los resultados destacan la viabilidad de integrar tecnologías para la prevención de desastres; este sistema tiene aplicación práctica en la seguridad de comunidades en donde los cauces de río son importantes y parte del paisaje.

#### **Palabras clave**

Sensor de nivel, telemetría, señal a distancia, inundaciones

#### **Abstract**

The development of an alert system for altitude and water velocity in a river is presented, the objective is to prevent floods and protect nearby communities with water currents, with the integration of level sensors, programming and telemetry to collect and transmit data in real time. The methodology includes the design of a functional scheme, the evaluation of advantages and disadvantages of the components to be used (such as microcontrollers, a functional server, control mechanisms, and programming), the design and construction of the prototype and its validation. The results highlight the feasibility of integrating technologies for disaster prevention; This system has practical application in the safety of communities where riverbeds are important and part of the landscape.

#### **Key Words**

Parámetros clínicos, Telemedicina, Ingeniería Biomédica

#### **Contexto**

Las inundaciones son un problema recurrente en ciudades o pueblos cercanos a ríos, causando no solo daños materiales, sino también poniendo en riesgo la seguridad y la vida de los habitantes. Actualmente, la comunidad El Zapotal, perteneciente al municipio de Zaragoza, en el estado de San Luis Potosí, carece de medidas de seguridad adecuadas para proteger a sus residentes ante el río "El Zopilote", el cual ha sido protagonista de accidentes y catástrofes que podrían haberse evitado en esta comunidad.

Debido al avance de la tecnología, existen diversas herramientas y sistemas que permiten detectar y prevenir inundaciones de manera efectiva. Una de las soluciones más eficaces es la implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real (Porto, 2022).

Para anticipar riesgos, se desarrolla un sistema de sensores de alerta para la altura, velocidad de un río y nivel de pH del agua, los datos recolectados se analizan mediante modelos predictivos que utilizan los datos recolectados al medir la corriente de ríos. Es crucial incluir una plataforma de alertas, como aplicaciones móviles o alarmas locales, que notifique automáticamente a las comunidades y autoridades. Una vez

diseñado el sistema, debe validarse con simulaciones y mantenerse actualizado para garantizar su efectividad. La integración de tecnología y protocolos claros será clave para proteger a las comunidades cercanas a los ríos.

La estructura del desarrollo tecnológico es eficiente al momento en que el agua de río no tenga la fuerza para derribarlo, ya que cuenta con un pavimento en la zona de la base y un tubo resistente de gran grosor y rigidez; además, en la parte superior se prevé no colocar peso, ya que el aire puede desestabilizarlo y provocar que los datos no se puedan recolectar correctamente.

### **Discusión técnica**

Realizar y difundir mediciones en tiempo real y que se puedan traducir en señales de alerta para minimizar el riesgo de la comunidad en referencia a inundaciones en zonas de riesgo identificado, es un beneficio que la tecnología imprime hacia la sociedad; este esfuerzo por tanto, representa impacto social y económico.

El prototipo está creado para la seguridad de los habitantes que requieren cruzar ríos en temporada de lluvia, ya que la corriente crece y se fortalecen, hasta el grado de tener la potencia de arrastrar vehículos, árboles, casas y peatones.

Se ha integrado un circuito de sensores que detectan altura, el caudal/velocidad y el pH de cualquier río y, a través del diseño de logaritmos. Cuenta con una inteligencia artificial (IA) que, instalada en una aplicación de navegación, muestra las direcciones alternas si es que el prototipo detecta una altitud elevada del río, la corriente y el pH, e interpreta que no es posible el cruce de peatones o vehículos.

### **Conclusión**

El prototipo permite un monitoreo eficiente de la velocidad de corriente, altura del río y niveles de pH, mejorando la prevención de riesgos para habitantes en zonas que tienen un importante cauce de río.

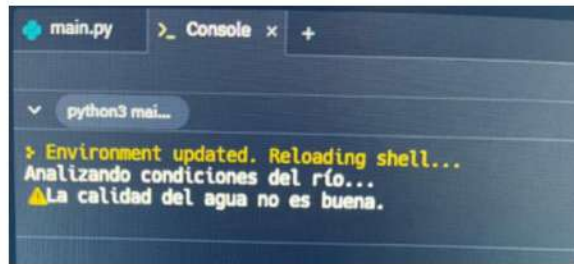
La automatización y precisión superan los métodos tradicionales, pues ante el riesgo de inundaciones de comunidades y de pérdidas humanas, se implementan diseños que incluyen herramientas tecnológicas capaces de prevenir o minimizar accidentes, como lo es RIOMA, que con el soporte de mediciones en tiempo real, logra hacer conexiones para enviar señales oportunas para tomar decisiones efectivas, como utilizar rutas alternas, desalojar y extender los avisos, entre otras.

Existen áreas de mejora para el prototipo, cómo la calibración de sensores y la resistencia del equipo en condiciones extremas. El optimizar estos aspectos aumentará su aplicabilidad y utilidad, además de que la recopilación de datos en tiempo real facilita la toma de decisiones rápidas y efectivas ante riesgos de inundación. La combinación de sensores mejora la precisión y confiabilidad del monitoreo ambiental.

### **DISPOSITIVO**



**Figura 1. Red inteligente de observación y monitoreo de afluentes**



```
main.py >_ Console x +
python3 mai...
* Environment updated. Reloading shell...
Analizando condiciones del río...
⚠ La calidad del agua no es buena.
```

**Figura 2. Sugerencia aportada por la IA**

## REFERENCIAS

Equipo de Enciclopedia Significados (s.f.). Creado y revisado por nuestros expertos *et al.* (no date) *Diagnóstico: Qué es, Tipos y ejemplos*, *Enciclopedia Significados*. Available at: <https://www.significados.com/diagnostico/>

Porto, J. and Gardey, A. (2022) Señal, Definición. Available at: <https://definicion.de/senal/> (Accessed: 10 June 2025).

Sensors, R. (2025). El sensor de nivel, Rechner Sensors. Available at: <https://www.rechner-sensors.com/es/documentacion/knowledge/el-sensor-de-nivel>

Sitrack (2025). Qué Es la telemetría y sus aplicaciones, Qué es la telemetría y sus aplicaciones. Available at: <https://landing.sitrack.com/telemetria-y-sus-aplicacion>

# Diseño de un sistema tecnológico para limpieza de mantos acuíferos

## Design of a technological system for cleaning aquifers: RCS

*García Parreño, Juan Carlos; Santoyo Espinoza, Martin Yarec;  
Almendarez Hernández, Héctor Omar*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### Resumen

El problema de la contaminación sobre los ríos y lagos está incrementando debido a los desechos que genera el ser humano; con la finalidad de contrarrestar este hecho, se desarrolla un dispositivo tecnológico denominado RCS *-river clean service-* innovando para ello, un robot acuático, el cual pueda limpiar las zonas contaminadas de mantos acuíferos existentes en espacios ecológicos, delimitándolo en los lagos de la zona urbana de San Luis Potosí. Mediante una metodología de diseño, se construye el prototipo con fundamento sustentable, usando mecanismos que se automatizan con elementos mecatrónicos y la programación de una inteligencia artificial que permite identificación de desechos así como el potencial daño al ecosistema, con lo que se pretende colabore en la toma de decisiones adecuada para su res restauración, lo que lo promueve como una estrategia relevante.

### Palabras clave

Contaminación de mantos acuíferos, robot acuático, sistema inteligente

### Abstract

The problem of pollution on rivers and lakes is increasing due to the waste generated by human beings; in order to counteract this fact, a technological device called RCS *-river clean service-* is developed, innovating for this purpose, an aquatic robot, which can clean the contaminated areas of aquifers existing in ecological spaces, delimiting it in the lakes of the urban area of San Luis Potosí. Through a design methodology, the prototype is built with a sustainable foundation, using mechanisms that are automated with mechatronic elements and the programming of an artificial intelligence that allows the identification of waste as well as the potential damage to the ecosystem, with which it is intended to collaborate in the appropriate decision-making for its restoration, which promotes it as a relevant strategy.

### Key Words

Aquifer pollution, aquatic robot, intelligent system

### Contexto

En espacios naturales y recreativos como el lago del Parque Tangamanga en San Luis Potosí, la acumulación de basura flotante constituye un problema ambiental y social de gran relevancia. La presencia de plásticos, envases, materia orgánica y otros desechos sólidos afecta directamente la biodiversidad acuática, compromete la calidad del agua y reduce el valor paisajístico de un espacio que es patrimonio recreativo y cultural de la ciudad. Esta situación no solo amenaza a las especies de flora y fauna del ecosistema, sino que también impacta la experiencia de los visitantes y la percepción de cuidado ambiental en uno de los pulmones verdes más importantes del estado.

La recolección manual de estos residuos, actualmente realizada de manera eventual, presenta limitaciones significativas: es lenta, costosa y peligrosa para el personal encargado, ya que implica maniobras en embarcaciones precarias o el uso de implementos poco eficientes. Además, esta estrategia correctiva se aplica solo cuando el problema ya es visible, sin evitar que los contaminantes alteren la composición del agua y generen daños a mediano plazo en el ecosistema.

Ante este escenario, se hace evidente la necesidad de una solución tecnológica accesible, autónoma y eficiente, capaz de retirar los desechos superficiales de manera oportuna, reduciendo riesgos para el personal y optimizando el uso de recursos públicos y comunitarios. En este contexto surge el proyecto River Cleaning Service (RCS), un prototipo robótico flotante tipo “araña”, construido con materiales económicos como PVC, flotadores y motores con aspas, diseñado para recolectar basura superficial mediante una red de arrastre.

El valor agregado de RCS es la integración de un módulo de inteligencia artificial, que no solo permite identificar el tipo de desecho recolectado, sino también emitir reportes en tiempo real sobre sus posibles efectos y tiempos de degradación, aportando datos útiles para la gestión ambiental y la toma de decisiones en espacios públicos.

De esta manera, se busca atender de forma integral la problemática del lago y, en el mediano plazo, servir como modelo replicable en otros cuerpos de agua urbanos y rurales del estado, contribuyendo a la conservación de ecosistemas y al fortalecimiento de la conciencia ambiental en la sociedad.

Tiene como finalidad ofrecer una solución innovadora y eficiente para enfrentar la problemática causada a través del uso de la tecnología mecatrónica para fomentar, además, una comprensión más profunda de los principios de ingeniería aplicados a la sociedad.

Su postura sustentable se denota a través del impacto en mantos acuíferos para cuidado del recurso hídrico, del ecosistema, el uso de energía solar y la innovación de la propuesta, para con ello contribuir en comunidades sostenibles, impactando todo esto en los objetivos de desarrollo sostenible 6,7,9,11 y 14 de la *Agenda 2030* (ONU, 2015).

### Discusión técnica

El sistema está diseñado de forma general apoyado en la estructura tipo balsa, con cuatro flotadores estratégicamente colocados para asegurar la estabilidad y la flotación en condiciones de carga variable. En la parte inferior, se integra una red diseñada para capturar residuos flotantes, la cual se desplaza junto con la balsa hacia un punto de recolección. Este sistema permite recoger de manera eficiente desechos como plásticos, papeles y otros, favoreciendo la limpieza en superficie.

El diseño resultante de una metodología experta, se muestra en la figura 1, en donde se señalan elementos base del prototipo. Incluye dos motorreductores conectados a un Módulo Transceptor Inalámbrico Bluetooth HC-06, permitiendo el control remoto desde un dispositivo móvil. La configuración de los motorreductores posibilita movimientos precisos y maniobras controladas, incluyendo ajuste de velocidad y giros, lo cual es esencial para navegar y recolectar residuos en entornos de agua abiertos.

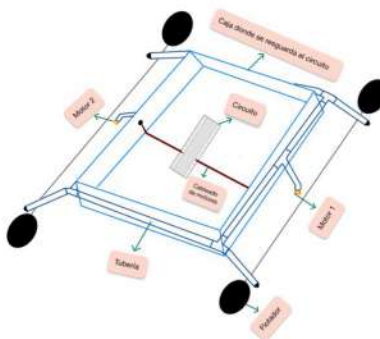


Imagen 1 – Diseño RCS -SolidWorks

Para construir el sistema SCR, es necesario iniciar identificando puntos críticos de acumulación de residuos, para proceder al diseño del dispositivo con materiales resistentes al agua y la corrosión, incluyendo una estructura flotante, redes recolectoras y un sistema de anclaje. El procedimiento se detalla enseguida:

- Diseño y modelado: elaboración de planos en software CAD y SOLID WORKS
- Construcción: ensamblaje con tubos PVC de 3/8", flotadores y motores con aspas para propulsión.

- Sistema de control: integración de microcontrolador (Arduino/ESP32), módulo Bluetooth y sensores de detección de obstáculos o residuos.
- Programación de la IA con base en entrenamiento de imágenes y vinculación a información inherente.
- Pruebas piloto: evaluación en piscinas y cuerpos de agua con diferentes condiciones.
- Optimización: ajuste de diseño, red de arrastre y programación de recorridos.
- Documentación: registro de resultados, mejoras y protocolos de uso.

La integración de un módulo de IA, permite lecturas acerca de las propiedades del desecho, contribuyendo a la toma de decisiones rápida para la mejora ambiental y la salud pública.

La innovación de RCS radica en la integración de robótica flotante, materiales accesibles (PVC, flotadores, motores de bajo costo) y algoritmos de inteligencia artificial para clasificar residuos y generar datos ambientales en tiempo real. Esto lo convierte en una solución autónoma, escalable y de bajo costo, con un alto potencial de replicabilidad en otros cuerpos de agua urbanos y rurales.

Más allá de la tecnología, el componente innovador está en la aplicación IA al servicio de un problema ambiental y social; así, RCS se presenta como un ejemplo de cómo la innovación tecnológica universitaria puede contribuir en la creación de soluciones sostenibles con impacto directo en la sociedad.

### **Conclusión**

Los ríos y lagos son cuerpos de agua, vitales para el equilibrio ecológico y el bienestar humano, y se encuentran cada vez más amenazados por la acumulación de residuos sólidos, principalmente plásticos, orgánicos y metales, que afectan no solo a la biodiversidad acuática sino también a las comunidades que dependen de ellos.

Este sistema automatizado permite una intervención constante, evitando que los residuos lleguen a zonas más profundas o al mar, donde su recuperación es más difícil y costosa, lo que hace una diferencia de las limpiezas manuales esporádicas.

Desde una perspectiva social, el RCS contribuye a mejorar la calidad de vida de las poblaciones cercanas, ya que estos cuerpos acuíferos son utilizados para actividades cotidianas, personales como hidratación, en uso residencial, recreativo o actividad primaria tal como la pesca. La acumulación de basura pone en riesgo la salud, contribuyendo con la propagación de enfermedades infecciones dérmicas y problemas gastrointestinales. Al mantener limpios estos ecosistemas, se reduce significativamente la exposición a estos riesgos.

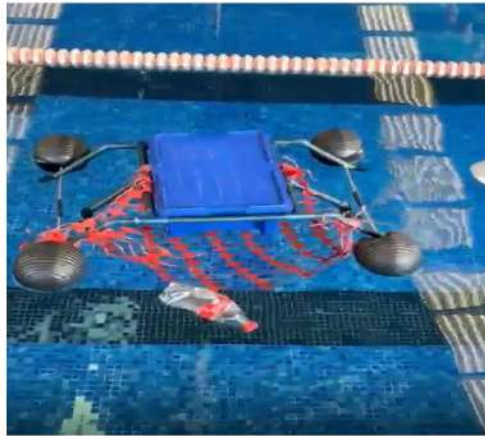
Desde una perspectiva económica, la limpieza de cuerpos de agua puede estimular sectores como el ecoturismo, la pesca sostenible y el desarrollo urbano responsable. De tal forma que la implementación y mantenimiento de estos dispositivos posibilita la generación de oportunidades de empleo local en áreas técnicas, logísticas y de concientización ambiental. Esto promueve un sentido de corresponsabilidad ciudadana y fortalece el tejido comunitario.

Un aspecto adicional, es que el RCS puede integrarse a programas educativos y campañas de sensibilización, incentivando prácticas responsables como la reducción del consumo de plásticos y el reciclaje. Su presencia física visible sirve como recordatorio constante del impacto humano sobre el medio ambiente, fomentando una cultura de cuidado del agua y los recursos naturales.

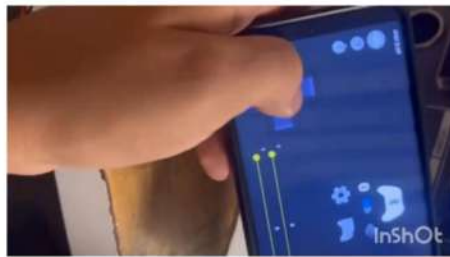
Resumiendo, los métodos tradicionales de limpieza de ríos y lagos requieren inversión continua de tiempo, personal y recursos; en este sentido, RCS ofrece una alternativa innovadora, económica y escalable que utiliza materiales comunes (PVC, flotadores, motores de corriente continua) y control mediante microcontroladores, minimizando costos de producción y mantenimiento. Esta solución puede integrarse fácilmente en programas municipales de saneamiento ambiental.

Este proyecto fue presentado en la convocatoria *Premio de Gobierno Abierto de San Luis Potosí 2025*, escenario de participación ciudadana en beneficio de la sociedad potosina. Si bien, el prototipo es funcional, las mejoras consideradas porveen un diseño más robusto para el depósito de los desechos, así como incluir componentes electrónicos de mayor capacidad, simultáneamente el entrenamiento de la IA

## DISPOSITIVO



**Imagen 2. Prototipo RCS, en prueba de funcionalidad**



**Imagen 3. Interfaz de aplicación móvil, en prueba de funcionalidad**

## REFERENCIAS

Convocatoria *Premio de Gobierno Abierto de San Luis Potosí 2025*,

ONU, (2015). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Chile: CEPAL.



**“La verdadera infraestructura no solo se levanta con tecnología,  
sino con lealtad al impacto social que queremos lograr”**

# **Excavadora autónoma para industria de la construcción**

## **Autonomous excavator for the construction industry**

*Guevara Flores, Jorge Alejandro; Jasso García, Diego Andrés;  
Ávila Contreras, Estephany Michel; Huerta Moreno, José Alberto*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### **Resumen**

Se presenta una innovación para mejorar el rendimiento de una excavadora de uso dentro del sector de la construcción, mediante la incorporación de sensores de profundidad y área que, aunados a una inteligencia artificial, es más precisa, eficiente y segura, reduciendo costos en la operación. Siguiendo el enfoque de diseño de Pahl-Beitz, se incorpora tecnología como Arduino UNO R4 WIFI, sensores de distancia, posición y velocidad, actuadores hidráulicos y eléctricos, así como un sistema de IA para el análisis del terreno. Los resultados previos, muestran que la automatización no solo optimiza el trabajo, sino que también mejora la seguridad y cumple con regulaciones ambientales y laborales; además, reduce el consumo de combustible al evitar movimientos innecesarios, lo que contribuye a la sostenibilidad. En conclusión, esta innovación facilita el uso de la maquinaria, impulsa el uso de energías limpias y aporta a la construcción sustentable.

### **Palabras clave**

Automatización, industria de la construcción, excavadora.

### **Abstract**

An innovation is presented to improve the performance of an excavator for use in the construction sector, through the incorporation of depth and area sensors that, together with artificial intelligence, is more accurate, efficient and safe, reducing operating costs. Following Pahl-Beitz's design approach, technology such as Arduino UNO R4 WIFI, distance, position and speed sensors, hydraulic and electric actuators, as well as an AI system for terrain analysis are incorporated. Previous results show that automation not only optimizes work, but also improves safety and complies with environmental and labor regulations; In addition, it reduces fuel consumption by avoiding unnecessary movements, which contributes to sustainability. In conclusion, this innovation facilitates the use of machinery, promotes the use of clean energies and contributes to sustainable construction.

### **Key words**

Automation, construction industry, excavator.

### **Contexto**

La construcción es una de las industrias más importantes a nivel global, pero también una de las más desafiantes en términos de eficiencia, seguridad y costos operativos; con el avance de la tecnología, la automatización ha permitido optimizar procesos y mejorar el desempeño de la maquinaria utilizada en las obras.

La excavación de terrenos es una actividad fundamental para cimentaciones y obras de infraestructura, siendo las excavadoras las máquinas clave para estas labores, ya que permiten remover tierra con rapidez y eficiencia, facilitando trabajos de nivelación, zanjas y cimentaciones entre otros. Sin embargo, uno de los principales problemas que enfrentan es la inexactitud en la profundidad de excavación y el elevado consumo de energía, lo que puede derivar en retrabajos, costos adicionales y riesgos operativos.

Asimismo, la falta de automatización puede representar un riesgo para los operadores y afectar la productividad. Por ello, innovaciones que integren tecnologías como sensores e inteligencia artificial representan una oportunidad para mejorar su desempeño y hacen posible su adaptación a los retos modernos del sector.

La innovación de la excavadora que se presenta tiene su base en la incorporación de sensores de profundidad y área, con la finalidad de optimizar el rendimiento y reducir los costos de operación. Al integrar estas tecnologías, se busca no solo facilitar el manejo del equipo, sino también aumentar la seguridad en las obras y minimizar el impacto ambiental. Debido al uso de sensores, los operadores podrán ejecutar tareas con mayor exactitud, mejorando la productividad en el sector de la construcción y evitando errores como la fractura de tuberías.

### **Discusión técnica**

El desarrollo del prototipo de excavadora autónoma demostró ser funcional y efectivo en condiciones controladas. Se logró integrar satisfactoriamente un microcontrolador Arduino UNO R4 WIFI, permitiendo el control remoto y la automatización de las tareas. Las pruebas iniciales indicaron mejoras en precisión, reducción de errores operativos y una mayor eficiencia en el uso energético.

Además, la integración de inteligencia artificial para el análisis del terreno aportó un valor significativo en términos de seguridad operativa y de avance tecnológico enfocado hacia equipos autónomos y seguros.

Este desarrollo constituye una base para aplicación en entornos reales, con la finalidad de optimizar procesos en el sector de la construcción y promover tecnologías sostenibles.

### **Conclusión**

Se presenta el desarrollo de un prototipo funcional de una excavadora autónoma que incorpora tecnologías de microcontroladores e inteligencia artificial para mejorar la precisión, eficiencia y seguridad. Se abordaron problemas comunes en la maquinaria convencional, como el elevado consumo de combustible, la inexactitud en las excavaciones, la ruptura de tuberías y la exposición a riesgos del operador.

La solución tecnológica propuesta no solo responde a las necesidades actuales del sector de la construcción, sino que también impulsa prácticas sustentables mediante el ahorro de energía y la reducción del impacto ambiental.

A pesar de las limitaciones del estudio, como el entorno controlado de pruebas y la falta de validación extensiva en campo, los resultados fueron positivos. Para futuras investigaciones, se considera realizar pruebas en distintos tipos de terreno, mejorar el sistema electrónico y optimizar la integración con fuentes de energía renovables.


## DISPOSITIVO



Figura 1. Prototipo Excavadora autónoma

### Análisis de terreno

Toma una foto del terreno para obtener análisis de profundidad y consejos de operación.



Tomar Foto

Analizar Foto

**Rango estimado:** 0.3 - 1.0 metros  
**Nivel de confianza:** bajo

**Observaciones:** La imagen muestra un terreno con aparente suelo arenoso y presencia de escombros superficiales. La profundidad estimada se basa en la observación visual de la superficie y la posible presencia de capas de relleno. Se recomienda realizar una inspección más detallada y/o sondeo para determinar la profundidad real y la composición del suelo.

**Consejos de Operación**

- ✓ Realizar excavaciones en capas, especialmente si se sospecha la presencia de capas de relleno o materiales heterogéneos.
- ✓ Utilizar la cuchara de la retroexcavadora con un ángulo adecuado para evitar el deslizamiento y facilitar la extracción del material.
- ✓ Asegurar una buena visibilidad del área de trabajo, especialmente cerca de la vía pública y estructuras existentes.

Figura 2. Sugerencias aportadas por la IA

## REFERENCIAS

- Bock, T. (2016). The future of construction automation: Technological disruption and the upcoming changes in construction.
- Bolton, W. (2011). Mechatronics: Electronic control systems in mechanical and electrical engineering (5th ed.). Pearson Education.
- García-Alvarado, M. (2020). Evaluación del rendimiento de maquinaria pesada en obras de infraestructura.
- Pérez-López, J., Romero, D., y Andrade, L. (2018). Diagnóstico energético en maquinaria de construcción: casos de estudio en excavadoras.
- Ruiz, A., García, J., & Noguera, S. (2010). Optimización del rendimiento en maquinaria de movimiento de tierras mediante sensores.

# Visión-artificial para conteo y cobro: VIACOB

## Artificial vision machine for counting and collecting: VIACOB

*Hernández Martínez, Jesús María; Guerrero Escareño, Nicolás; Monreal Cerda, Diego*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### Resumen

Se presenta un sistema de auto-cobro automatizado para tiendas y almacenes, con el objetivo de agilizar el proceso de pago sin necesidad de intervención humana ni códigos de barras. Este sistema está basado en un escaneo avanzado mediante inteligencia artificial, capaz de identificar y reconocer los productos de forma automática y en conjunto; al eliminar la necesidad de escaneo, se reducen tiempos de espera y se optimiza la experiencia del usuario. El sistema garantiza la actualización constante del inventario en tiempo real, ya que cada producto procesado en el punto de pago será automáticamente registrado en la base de datos, de esta forma, se reduce el margen de error y se mejora la precisión en la gestión del stock disponible. La interfaz del sistema es intuitiva y fácil de usar tanto para clientes como para encargados del almacén, permitiendo una supervisión eficiente de los productos vendidos y su reposición.

### Palabras clave

Redes neuronales convolucionales, automatización, control de inventarios.

### Abstract

An automated self-checkout system for stores and warehouses is presented, with the aim of streamlining the payment process without the need for human intervention or barcodes. This system is based on advanced scanning using artificial intelligence, capable of identifying and recognizing products automatically and as a whole; By eliminating the need for scanning, waiting times are reduced and the user experience is optimized. The system guarantees the constant updating of the inventory in real time, since each product processed at the point of payment will be automatically registered in the database, thus reducing the margin of error and improving the accuracy in the management of the available stock. The system's interface is intuitive and easy to use for both customers and warehouse managers, allowing efficient monitoring of products sold and their replenishment.

### Keywords

Convolutional neural networks, automation, inventory control.

### Contexto

Las tecnologías emergentes están transformando la manera en que interactuamos con el comercio y el consumo, abriendo nuevas posibilidades para mejorar la eficiencia operativa y la experiencia del cliente. Uno de los principales desafíos en el ámbito comercial es agilizar el proceso de compra, reduciendo tiempos de espera y optimizando el flujo de transacciones, especialmente en entornos de alto tráfico donde la rapidez y la precisión son clave para mejorar el servicio.

La inteligencia artificial (IA) ha evolucionado significativamente, convirtiéndose en una herramienta fundamental en diversos campos. Dentro de este avance, el aprendizaje profundo (Deep Learning, DL) ha ganado relevancia por su capacidad de procesar y analizar grandes volúmenes de datos mediante redes neuronales artificiales, como las denominadas convolucionales (CNN), destacando por su eficacia en el análisis de imágenes que permiten extraer, procesar y clasificar patrones visuales con gran precisión.

Este prototipo servirá como modelo para evaluar la efectividad del sistema en un entorno real, sentando las bases para futuras mejoras y escalabilidad a diferentes tipos de productos y establecimientos comerciales.

## **Discusión técnica**

El proceso de diseño comenzó con la identificación de un problema clave en el comercio minorista: la lentitud y las fricciones en los métodos tradicionales de cobro. A pesar de los avances tecnológicos en la automatización, los sistemas actuales de cobro aún presentan limitaciones, como la dependencia de códigos de barras y la necesidad de intervención manual, lo que puede hacer que el proceso sea tedioso y propenso a errores.

Estas soluciones automatizadas no siempre proporcionan la agilidad necesaria para una experiencia de compra eficiente, lo que puede generar tiempos de espera prolongados, errores en el registro de productos y frustración tanto para los clientes como para los comercios.

El desarrollo del prototipo VIACOB, se centra en la implementación de un sistema de auto-cobro de herramientas, utilizando tecnologías de reconocimiento de objetos mediante redes neuronales. En su calidad de prototipo, el sistema está diseñado para identificar y contar simultáneamente hasta cuatro piezas colocadas en la zona de escaneo, a través de una cámara se capturan, procesan y comparan imágenes con una base de datos de cada artículo, mediante una IA previamente entrenada.

Una vez que los artículos son identificados, el sistema genera automáticamente un listado con sus precios individuales y el total a pagar de todos ellos, facilitando el proceso de compra sin necesidad de códigos de barras ni intervención manual. La interfaz del sistema es sencilla e intuitiva, permitiendo que los clientes visualicen el total de su compra antes de completar el pago. Se realizaron pruebas y operativas en un entorno controlado (una ferretería de tamaño pequeño), con la finalidad de evaluar la eficacia del reconocimiento visual de productos, la generación automática de listas de cobro y la sincronización con el inventario digital existente.

## **Conclusión**

El desarrollo de un sistema de cobro automático basado en inteligencia artificial, visión computacional y redes neuronales convolucionales representa un avance significativo en la automatización de procesos comerciales en tiendas y almacenes. Esta solución no solo responde a la necesidad de agilizar los tiempos de atención y reducir errores humanos en el punto de venta, sino que también ofrece un modelo de gestión de inventario más preciso y dinámico.

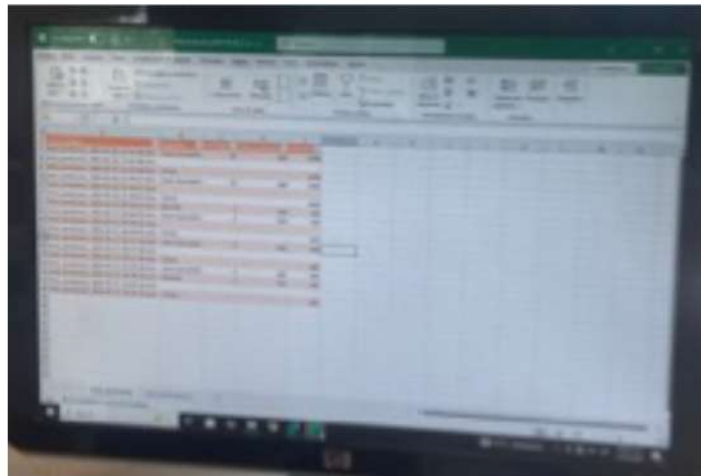
El modelo CNN entrenado con un conjunto de imágenes propias de productos de ferretería, alcanzó una precisión promedio del 96.2% en condiciones controladas de iluminación y enfoque, y una precisión del 90.5% en condiciones operativas reales, donde se observaron variaciones con herramientas, objetos parcialmente visibles o iluminación deficiente.

Esto demuestra una alta capacidad de generalización del sistema para reconocer productos con características visuales diversas. La continuidad contempla la escalabilidad del sistema a través de plataformas en la nube, aplicar modelos de aprendizaje profundo más robustos y evaluar la viabilidad de su adopción en otros entornos como supermercados, librerías o almacenes industriales. Igualmente, puede profundizarse en el diseño de interfaces más accesibles y la mejora del aprendizaje autónomo del sistema.

## DISPOSITIVO



**Figura 1. VIACOB**



**Figura 2. Inventario Maestro integrador**

## REFERENCIAS

Badillo, F. et al. (no date) Redes Neuronales Convolucionales: Un Modelo de deep learning en imágenes diagnósticas. Revisión de Tema, *Revista colombiana de radiología*, Vol. 32 Núm. 3, pag. 5591-5599. <https://rcr.acronline.org/index.php/rcr/article/view/161>

Bartholdi, J. and Hackman, S.T. (2002) Warehouse science. Release 0.96. <https://www.warehouse-science.com/contact/index.html>

Pahl, G., Beitz, W. (2023) Engineering design, SpringerLink. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4471-3581-4>

# SegurIA: cerradura electromagnética

## SegurIA: electromagnetic lock

*Castillo Sánchez, Sergio Antonio; Torres Huerta, Gael Antonio;  
Rodríguez Guzmán, Fernando; Zapata Santillán, Jesús Ángel*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### Resumen

Se presenta un dispositivo que innova el sistema de seguridad de aulas universitarias mediante el uso de dispositivos móviles y tecnología Wi-Fi, para autorizar de manera remota el acceso, monitorear entradas y salidas de personal docente e implementando Inteligencia Artificial enfocada al reconocimiento facial. El prototipo integra un electroimán, un módulo microcontrolador ESP32CAM y una aplicación móvil para gestionar el acceso, registrando parámetros como hora y usuario que solicita ingreso, recopilando los datos en una base de datos. A través de su aplicación, se busca resolver problemas como la pérdida de llaves o tarjetas magnéticas, control de acceso del personal docente y, simultáneamente, ser un medio de seguridad del inmueble y su contenido. Se plantea una metodología en tres etapas resumidas: diseño del prototipo en SolidWorks, desarrollo de un modelo electromagnético e implementación de inteligencia Artificial.

### Palabras clave

Sistema de seguridad, electromagnetismo, Inteligencia artificial

### Abstract

A device that innovates the security system of university classrooms through the use of mobile devices and Wi-Fi technology is presented, to remotely authorize access, monitor entrances and exits of teaching staff and implementing Artificial Intelligence focused on facial recognition. The prototype integrates an electromagnet, a ESP32CAM microcontroller module and a mobile application to manage access, recording parameters such as time and user requesting access, compiling the data in a database. Through its application, it seeks to solve problems such as the loss of keys or magnetic cards, access control of the teaching staff and, simultaneously, be a means of security of the building and its contents. A methodology is proposed in three summarized stages: design of the prototype in SolidWorks, development of an electromagnetic model and implementation of Artificial Intelligence.

### Keywords

Security system, electromagnetism, Artificial intelligence

### Contexto

En los últimos años, las aulas universitarias se enfrentan al constante incremento en la vulnerabilidad sobre el inmobiliario y espacios públicos generando una problemática en la seguridad, además de múltiples ingresos de individuos no controlados o autorizados. La falta de un sistema de seguridad que sea eficiente conlleva a la implementación de diferentes soluciones como dispositivos de seguridad que minimicen el riesgo de robo y fortalezcan la protección de estos espacios.

Ya en algunas universidades se implementan diversos sistemas de seguridad, entre ellos se encuentran cerraduras electromagnéticas que se integran de manera óptima en espacios donde la protección de recursos tecnológicos y conservación del inmobiliario es primordial, garantizando un acceso controlado comúnmente mediante tarjetas RFID, códigos PIN o accesos biométricos, haciendo uso de lectores de huella o faciales proporcionando un ingreso al aula.

El uso de principios electromagnéticos en las cerraduras permite implementar mecanismos de bloqueo eficientes, integrando modelos con estas cualidades proporcionan una mayor durabilidad a comparación de los sistemas mecánicos tradicionales, ofreciendo una mejor respuesta gestionando el acceso a espacios específicos, corroborando que las personas que se les autorizo puedan ingresar.

### **Discusión técnica**

El implementar controles a distancia en dispositivos tecnológicos, es proporcional a la automatización, que facilita y optimiza las tareas cotidianas, ayudando con factores como la localización, identificación errores a través de un ordenador o celular. Un programa puede monitorear los parámetros principales del componente, puede enviar señales que realice activaciones en el dispositivo tal como encender, apagar u otros comandos solicitados.

El diseño de la cerradura inteligente se basó en la metodología sistemática utilizada en ingeniería para crear productos tecnológicos de manera eficiente; se divide en secciones, que incluyen la planificación, la conceptualización, el diseño preliminar, el diseño detallado y fabricación.

El desarrollo de este prototipo consiste en una cerradura electromagnética inteligente equipada con un microcontrolador ESP32-CAM, un módulo RFID, un electroimán y un Display, además de que se implementó IA para lograr el reconocimiento facial y agregar nuevos usuarios.

### **Conclusión**

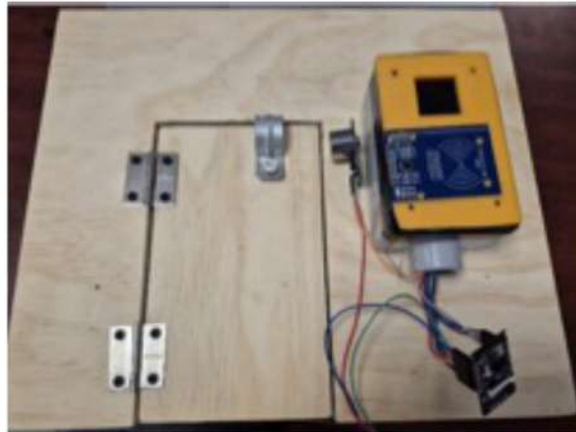
El desarrollo de un prototipo de cerradura electromagnética teniendo un diseño para mejorar la seguridad en aulas y proporcionar control de acceso de manera eficiente a través de una IA, presenta una solución efectiva para universidades, donde, a diferencia de los sistemas tradicionales ya implementados, los dispositivos de bloqueo a emplear proponen la integración de un sistema de monitoreo de asistencia del docente en el aula.

El desarrollo del prototipo de cerradura electromagnética se concentra en la problemática más común en el sector universitario, logrando de manera efectiva cubrir el aspecto de registro de personal docente, teniendo un uso práctico, evitando limitaciones de los sistemas tradicionales, generando un impacto positivo sobre el control de registros digitales y seguridad de las aulas mediante la identificación autorizada del personal.

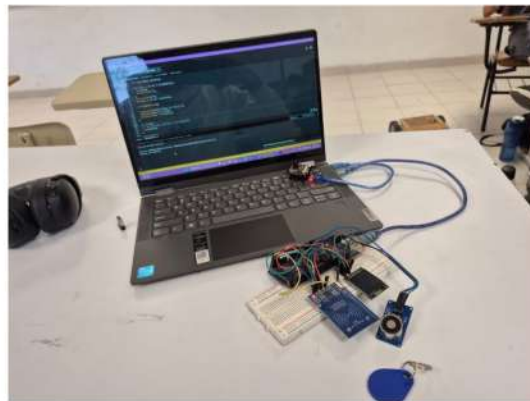
Las áreas de oportunidad identificadas se refieren a la de integración de la IA hacia todos los componentes en conjunto con la conectividad, por lo que las pruebas en físico serán actividades esenciales para la mejora del prototipo.

El prototipo tiene un enfoque sustentable, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, como energía asequible y no contaminante de industria e innovación.

## DISPOSITIVO



**Figura 1. Prototipo Cerradura Electromagnética**



**Figura 2. Interfaz para cerradura**

## REFERENCIAS

Herrero Sierra, J. A. (2016). Plan de gestión de riesgos para el proyecto de implantación de cerraduras electromagnéticas en cajeros automáticos de la red bancaria venezolana (Especialista en Gerencia de Proyectos). Universidad Católica Andrés Bello.

Luis F. García & William Trigos – (2014) Electromagnetismo – Luis F. García & William Trigos – 2da Edición. Available at: <https://www.rinconingenieril.com/2018/03/electromagnetismo-luis-f-garcia-william.html> (Accessed: 10 May 2025).

Moreno Latorre, J.P. (2016) Prototipo para el control de una cerradura electrónica por medio de reconocimiento facial, Repositorio DSpace. Available at: <https://repository.udistrital.edu.co/items/3113cc67-4381-408a-a69a-5eb20d68a476> (Accessed: 12 April 2025).

Rodríguez, S; (2016). Análisis de un sistema biométrico dactilar para compras en la empresa Discaraporsa: Ecuador.



“Construir comunidades sostenibles es un acto de sensibilidad y ciencia: dispositivos que escuchan, infraestructura que cuida y decisiones que honran a quienes viven ahí”

# Clasificador de basura mediante IA: solución para reciclaje en instituciones educativas

## AI garbage sorter: solution for recycling in educational institutions

*Hernández Reyes, Víctor Manuel; Ávalos Monjarás, Emanuel de Jesús;  
Guevara Hernández, Luis Angel*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### Resumen

La creciente generación de residuos sólidos urbanos en el mundo plantea un desafío crítico para la sostenibilidad ambiental, lo que impulsa la búsqueda de soluciones tecnológicas innovadoras, este estudio presenta el desarrollo de un prototipo automatizado de clasificación de residuos mediante inteligencia artificial, integrando redes neuronales para visión artificial con un sistema físico controlado por microcontroladores; la finalidad se enfoca hacia la efectividad del proceso de clasificación, enmarcando además limitaciones vinculadas a la variabilidad en un entorno urbano y necesidad de actualización constante del modelo de aprendizaje supervisado; finalmente, se discute la escalabilidad del sistema hacia contextos urbanos más complejos, proponiendo como línea futura la evaluación mediante Análisis de Ciclo de Vida (LCA) y estudios de factibilidad técnica y económica.

### Palabras clave

Clasificación de residuos, reciclaje, Inteligencia artificial.

### Abstract

The growing generation of urban solid waste in the world poses a critical challenge for environmental sustainability, which drives the search for innovative technological solutions, this study presents the development of an automated waste classification prototype using artificial intelligence, integrating neural networks for artificial vision with a physical system controlled by microcontrollers; the purpose is focused on the effectiveness of the classification process, also framing limitations linked to variability in an urban environment and the need for constant updating of the supervised learning model; finally, the scalability of the system towards more complex urban contexts is discussed, proposing as a future line the evaluation through Life Cycle Assessment (LCA) and technical and economic feasibility studies.

### Keywords

Waste sorting, recycling, Artificial intelligence.

### Contexto

Según Global Waste Management Outlook de ISWA, en el mundo, la generación de residuos alcanzará los 2,100 millones de toneladas en 2033, y 3,800 millones en 2050, un aumento del 89% en solo 25 años; el costo de su eliminación, que en 2020 era de 252 mil millones de dólares, podría casi triplicarse para 2050, llegando a 640 mil millones; este escenario no solo representa un desafío logístico, sino una amenaza creciente para las ciudades con menos recursos, que enfrentarán una carga ambiental y económica difícil de sostener.

La acumulación de basura no es solo un problema de volumen, sino de visión, las fallas en la gestión de residuos —calles, hogares y plantas recicladoras— exigen una transformación urgente. La inclusión de

sistemas inteligentes, capaces de recolectar, clasificar y reducir desechos de forma automática, integrándose en la vida cotidiana, colabora en la infraestructura de las ciudades, que deben abandonar el modelo lineal del descarte y adoptar una lógica circular.

En la actualidad las universidades realizan esfuerzos de fomentar cultura y dar importancia a la gestión de residuos; sin embargo, brindar educación ecológica y hacer reflexionar a los estudiantes se ha vuelto al cabo de los años, una misión que ha sido sometida a un falso hábito, pues la realidad muestra una clara disparidad de hechos y propuestas estratégicas.

En este sentido, la integración de tecnología en dichas estrategias brinda la oportunidad de que las reflexiones y las ejecuciones, sean cada vez más homogéneas y adheridas a cultura.

### **Discusión técnica**

Para realizar el prototipo, se empleó una metodología de diseño, lo cual permitió un enfoque que asegura que todas las fases del proceso de diseño y construcción, se apliquen con total satisfacción a lo solicitado, teniendo en cuenta la congruencia de los argumentos y la coherencia con la investigación y, de esa manera poder optimizar el desarrollo, asegurando su viabilidad económica.

La construcción del clasificador de basura tiene como propósito, facilitar y agilizar la separación de residuos, específicamente papel, metal y plástico, ya que son desechos que se encuentran con mayor frecuencia en los contenedores de basura de las diferentes áreas en los planteles educativos en México.

El mecanismo inicia introduciendo desecho, el cual llega a la banda transportadora, ahí mediante inteligencia artificial con soporte de una cámara, se detecta el material; la banda comienza a moverse a una velocidad regular y, dependiendo de la detección de la IA, un servomotor moverá una barrera que gira para cerrar/abrir el paso y dirigir el residuo a su respectivo contenedor.

La integración de inteligencia artificial mediante redes neuronales brinda la capacidad de identificar y diferenciar los desechos de forma automática.

### **Conclusión**

Se pretende contribuir con la concientización de gestión de residuos en la población de las universidades del país. El prototipo inicial prevé mejorar la eficiencia en la gestión de desechos y reducir la brecha de infraestructura hacia comunidades más limpias, inteligentes y resilientes.

Al converger la tecnología y la sostenibilidad se abren nuevas fronteras en la gestión de residuos; cada avance en reciclaje y automatización redefine el compromiso con el medio ambiente; la integración de sistemas inteligentes y algoritmos robustos reconfigura la forma en que se entiende y manejan los desechos. Estas soluciones emergentes son efectivas en la mitigación de la problemática ambiental.

El valor agregado que el clasificador aporta como innovación, es lograr una verdadera separación de residuos debido al mecanismo implementado y facilitar la gestión óptima de los residuos, mediante la inteligencia artificial, para lograr reciclaje.

Para lograr escalar el uso de clasificadores en zonas públicas de las comunidades, se recomienda la realización de pruebas controladas en entornos urbanos diversos, evaluar el sistema bajo criterios de sostenibilidad y adaptabilidad, incorporando indicadores ambientales, sociales y económicos; la tecnología considerada como mejora, radica en el uso de energía renovable y expansión en el material identificado, como desechos orgánicos o cuando éstos se presentan húmedos, combinados, sucios.

## DISPOSITIVO



Figura 1. Clasificador con IA

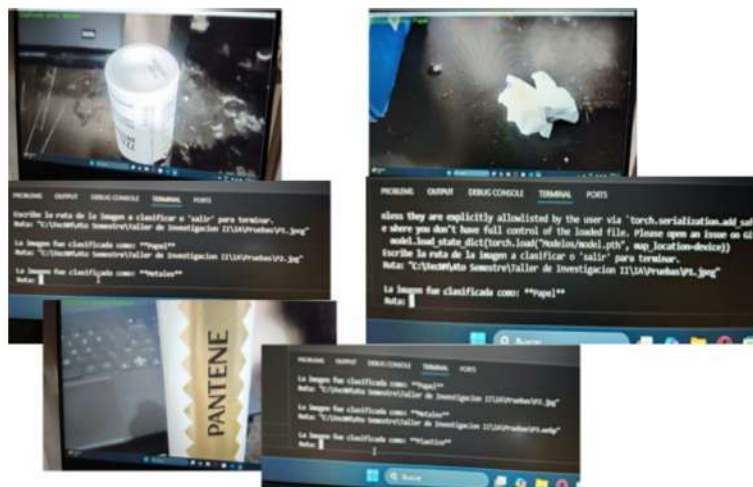


Figura 2. Clasificación IA: metal, papel, plástico

## REFERENCIAS

Environment, U. (2024) Global Waste Management Outlook 2024, UNEP. Available at: <https://www.unep.org/resources/global-waste-management-outlook-2024>.

Kaza, S., Yao, L., Bhada, P., Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development; World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/30317>

SEMARNAT (2020) Diagnóstico Básico para la Gestión integral de los residuos, Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. Available at: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR>

## **MagIA: monitoreo automatizado de gestión para identidad autosostenida de comunidades**

### **MagIA-Automated Management Monitoring for Self-Sustaining Community Identity**

*López Hernández, Adán; Rocha Longoria, Juan Diego; Montoya García, Alejandro*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

#### **Resumen**

El gobierno de México ha implementado en 2001 una estrategia para el reconocimiento a comunidades y que se denomina Programa Pueblos Mágicos, éste beneficia a poblaciones mexicanas que evidencian elementos de majestuosidad y preservan tradiciones y costumbres originarias, pues a través de estos, se atrae turismo tanto nacional como extranjero. El Plan Nacional 2025-2030 marca un rumbo diferente en las condiciones, pues se considera que es momento, no de aumentar el número de Pueblos Mágicos, sino de fortalecer los existentes, por lo que se consideran evaluaciones para la permanencia. Con esta base, se diseña y programa un sistema de gestión de contenidos (SGC) que evalúa los elementos solicitados a través de una IA, que concentra la evidencia que se provee y la pone a disposición de la Secretaría de Turismo, quienes serán los usuarios, ellos evaluarán y con base en la predicción de la IA, estarán en una posición para toma de decisiones efectivas en cuanto al rumbo de las localidades.

#### **Palabras clave**

Pueblo mágico, responsabilidad social empresarial, Inteligencia artificial.

#### **Abstract**

In 2001, the government of Mexico implemented a strategy for the recognition of communities called the Magical Towns Program, which benefits Mexican populations that show elements of majesty and preserve original traditions and customs, because through these, both national and foreign tourism is attracted. The National Plan 2025-2030 marks a different course in conditions, since it is considered that it is time, not to increase the number of Magical Towns, but to strengthen the existing ones, so evaluations for permanence are considered. With this base, a content management system (QMS) is designed and programmed that evaluates the requested elements through an AI, which concentrates the evidence that is provided and makes it available to the Ministry of Tourism, who will be the users, they will evaluate and based on the prediction of the AI, they will be in a position to make effective decisions regarding the direction of the localities.

#### **Keywords**

Magical town, corporate social responsibility, artificial intelligence

#### **Contexto**

La promoción del turismo en localidades que cumplen con los estándares necesarios para ser considerados "pueblos mágicos", es un esfuerzo extenso por parte de la sociedad, gobierno y un ente denominado mercado emisor, siendo este por lo general, una empresa ubicada dentro del mismo municipio; estos son evaluados a través de evidencia que se entrega y visitas de confirmación por parte de personal calificado de la Secretaría de Turismo -SecTur- quienes desde el origen del Programa Pueblos Mágicos -PPM- en 2001, son los responsables.

Se formaliza una investigación integral en función de esta temática, en donde en primera instancia, se realiza un estudio de los indicadores de los mercados emisores mediante la estrategia de Responsabilidad Social Empresarial y la coincidencia con los elementos requeridos por el PPM, confirmando como conclusión que las alianzas estratégicas y la mejora continua permiten desarrollar programas que fortalecen a las comunidades mediante proyectos ecológicos, económicos, culturales, deportivos y religiosos.

La realización de este proyecto permitió identificar áreas de oportunidad y mejores prácticas que puedan ser implementadas para que las comunidades alcancen la denominación mencionada. Con la modificación a la estrategia nacional del enfoque del PPM, se realizan ajustes a la intención de ser un soporte para medir la probabilidad de ser pueblo mágico, a ser un auxiliar en la decisión de la permanencia de los pueblos mágicos vigentes.

El instrumento por el que se re-define la intención de ser un soporte para SecTur, es un Sistema de Gestión de Contenidos que con la integración de una inteligencia artificial -IA-, la cual concentra, organiza y tiene la capacidad predictiva ante el cumplimiento o no, de los elementos requeridos y los evidenciados y su correspondiente fundamento.

### **Discusión técnica**

La inteligencia artificial, en particular el aprendizaje automático -machine learning, ML-, ha cobrado relevancia creciente en el análisis predictivo de información tanto cualitativa como cuantitativa; en donde la integración en sistemas de bases de datos o sistemas de gestión de contenidos permite no sólo organizar y almacenar información, sino también generar inferencias para facilitar la toma de decisiones basada en evidencias. En el ámbito gubernamental y de políticas públicas, estas herramientas han comenzado a emplearse para evaluar automáticamente el cumplimiento de criterios normativos y lineamientos oficiales.

Desde una perspectiva técnica, los algoritmos de IA se pueden entrenar con bases de datos históricas que contienen variables clave asociadas a postulaciones exitosas o rechazadas. Mediante técnicas supervisadas, como redes neuronales, se construyen modelos capaces de identificar patrones y correlaciones entre los datos aportados por los municipios y los criterios estipulados por la Secretaría de Turismo. Este enfoque no solo permite evaluar la presencia de requisitos de forma binaria, sino estimar probabilidades de cumplimiento y de éxito.

Considerando el estado de San Luis Potosí, con seis pueblos mágicos, se debe estipular el uso de técnicas de aprendizaje no supervisado -clustering- que permite detectar municipios con características similares a aquellos que ya han sido reconocidos, lo que puede ayudar a establecer niveles de afinidad normativa y por otra parte, los sistemas inteligentes pueden señalar áreas de mejora en las que un municipio no cumple del todo los requisitos.

El uso de IA no reemplaza la decisión humana ni los dictámenes oficiales, pero sí puede optimizar los procesos de evaluación, brindar transparencia del análisis y reducir tiempos de operación.

### **Conclusión**

En conclusión, la implementación de inteligencia artificial en bases de datos que contienen información normativa y contextual sobre evaluaciones a programas, como el de Pueblos Mágicos, ofrece una vía técnicamente factible con base en el método científico para predecir el grado de cumplimiento de los requisitos establecidos, así como para fortalecer las capacidades institucionales de análisis, planeación y seguimiento.

El uso de sistemas inteligentes, puede ser un instrumento que soporte la garantía de la legitimidad de la información, y para ello, se requiere diseñar modelos explicables y auditables, conforme a los principios de IA ética y gobernanza algorítmica.

## SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTENIDOS-SGC



Figura 1. Interfaz diseñada para SGC



Figura 2. Imagen de acceso principal al SGC

## REFERENCIAS

- Chakraborty, I., Bhatia, S., & Bhattacharya, P. (2020). Automatic document classification and information extraction in e-governance applications using AI. *Government Information Quarterly*, 37(3), 101486. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101486>
- Enríquez, J., y Vargas, R. (2021). El estudio de los Pueblos Mágicos. Una revisión a casi 20 años de la implementación del programa. *Dimensiones turísticas*, 5(8), 9-38. <https://doi.org/10.47557/SYWY9441>
- Floridi, L., Cows, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... & Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.

# **SERAFIN, recolector de frutos en huertos urbanos**

## **SERFIN, fruit picker in organic orchards**

*Barrón Valerio, Carlos Alberto*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### **Resumen**

Los huertos sostenibles son sistemas agrícolas diseñados para minimizar el impacto ambiental, promover la salud del suelo y de los cultivos y mantener la producción de alimentos a lo largo del tiempo, sin agotar los recursos naturales. Se presenta un dispositivo que ofrece mejorar la eficiencia en los métodos de recolección en los huertos, de manera que se reduzca la cantidad de frutos desperdiciados; el diseño y construcción siguen una metodología que implica un mecanismo de vibración periódica mediante un golpe, para provocar la caída del fruto en huertos caseros, además emplea una malla que evita la caída libre del fruto; como valor agregado, integra una IA que en principio identifica el tipo de fruto para calcular la fuerza del golpe y vibración y, ayuda a la separación de producto en buen o mal estado. Considera el Objetivo de Desarrollo Sostenible 11, ciudades y comunidades sostenibles ya que es pertinente el desarrollo de huertos urbanos para soporte del medio ambiente.

### **Palabras clave**

Automatización, inteligencia artificial, huertos urbanos.

### **Abstract**

Sustainable gardens are agricultural systems designed to minimize environmental impact, promote soil and crop health, and maintain food production over time, without depleting natural resources. A device is presented that offers to improve the efficiency in the methods of harvesting in the orchards, so that the amount of wasted fruits is reduced; The design and construction follow a methodology that involves a mechanism of periodic vibration by means of a blow, to cause the fall of the fruit in home organic orchards, it also uses a mesh that prevents the free fall of the fruit; as an added value, it integrates an AI that in principle identifies the type of fruit to calculate the force of the shock and vibration and helps to separate the product in good or bad condition. It considers Sustainable Development Goal 11, sustainable cities and communities, since the development of urban gardens is pertinent to support the environment.

### **Keywords**

Automation, artificial intelligence, organic orchards.

### **Contexto**

Los huertos urbanos contribuyen a aumentar la cantidad de espacios verdes en las ciudades, lo que tiene beneficios para la salud y el bienestar de las personas. Además, al proporcionar hábitats para insectos polinizadores y aves, los huertos urbanos pueden fomentar la biodiversidad en entornos urbanos y en áreas públicas, obteniendo espacios verdes (Borbón, 2020).

La sostenibilidad de los diferentes huertos urbanos fomenta las prácticas agrícolas sostenibles al reducir la dependencia de los alimentos producidos en áreas rurales y disminuye la huella de carbono asociada con el transporte de alimentos. Además, los huertos urbanos a menudo se basan en principios de agricultura orgánica, minimizando el uso de pesticidas y fertilizantes químicos (Coronado, 1989).

En el contexto de los huertos urbanos, donde el espacio, la eficiencia y la sustentabilidad son factores clave, la automatización de la recolección de frutos representa una oportunidad para mejorar la productividad y reducir el desperdicio. Una de las etapas más críticas en estos sistemas es la identificación del momento óptimo de cosecha, así como la detección temprana de frutos en mal estado que pueden comprometer la salud del resto de la planta. En este sentido, un recolector automatizado con integración de inteligencia artificial (IA), permite realizar tareas de inspección visual mediante algoritmos e identifica en tiempo real aquellos frutos que presentan signos de maduración incompleta, plagas o descomposición, y los separa del resto (Pino, 2008; Cardona, 2001; Olarte, 2010).

### **Discusión técnica**

Se propone la creación de un recolector de frutos de tamaño reducido y fuerza de carga media-baja, presenta una amalgama de innovación tecnológica y consideraciones específicas propias de huertos urbanos. Con un diseño que incorpora desplazamiento lateral para reducir el desgaste, un sistema de actuadores accionado por motores de inducción con arreglo de poleas móviles, y la posibilidad de control remoto, el prototipo busca no solo mejorar la accesibilidad en los huertos urbanos sino también alinearse con las tendencias actuales agrícolas.

Incorpora sensores de vibración y presión calibrados y dirigidos por una IA, para que, según el tipo de árbol o planta, permita la recolección mecánica de forma precisa y sin dañar el follaje o los frutos. Esta combinación de IA, robótica, ligera y de sensores avanzados, convierte a los huertos urbanos en espacios eficientes, sostenibles e integrados con tecnologías de agricultura de precisión adaptadas a escala local.

### **Conclusión**

La atención a las normativas mexicanas para agricultura refleja un compromiso con la seguridad y la calidad. Además, la integración de componentes clave como motores de inducción, sistemas de poleas y microcontroladores, junto con el uso estratégico de la IA, resalta la naturaleza avanzada y tecnológica del prototipo denominado SERAFIN.

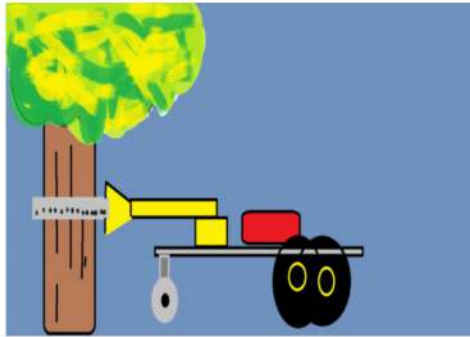
El aprovechamiento de los huertos urbanos tiene varios impactos como poder limpiar el aire, ya que estos son espacios verdes que filtran la contaminación atmosférica mejorando su calidad y, el recolector de frutos ayudará a que éstos puedan caer sin necesidad de manipulación por personas, y además prevenir accidentes ante los métodos tradicionales y que conllevan más riesgos.

La consideración de la eficiencia energética, la gestión inteligente de carga y la optimización de rutas muestra un enfoque holístico que va más allá de la mera funcionalidad, teniendo en cuenta la sostenibilidad y la huella ambiental, la explicación detallada sobre el funcionamiento de los actuadores proporciona una comprensión clara de cómo este componente esencial contribuye a la eficiencia de recolección de frutos, destacando la ingeniería mecánica aplicada.

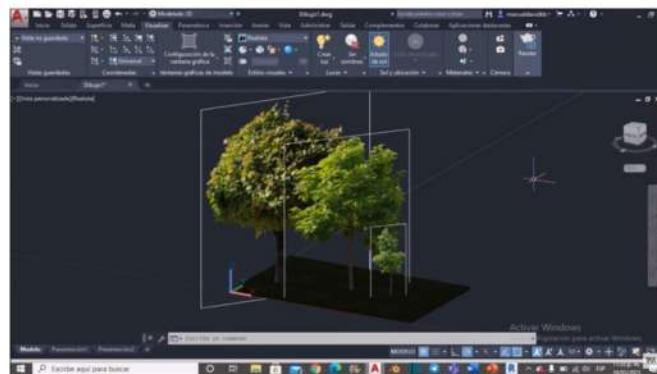
La continuidad en la mejora de SERAFIN, se conforma por etapas de pruebas en campo, en donde se esperan las estaciones de cosecha poner en funcionamiento el dispositivo, con ello se contribuirá a la reflexión de crear estos tipo de escenarios dentro de la urbe.

## DISPOSITIVO

Se presentan imágenes de la simulación realizada para construir el prototipo, realizadas en autocad, Imagen 1 y 2. Con base en estos bocetos, la construcción de circuitos electrónicos y la programación tanto de la comunicación de microcontrolador y la IA.

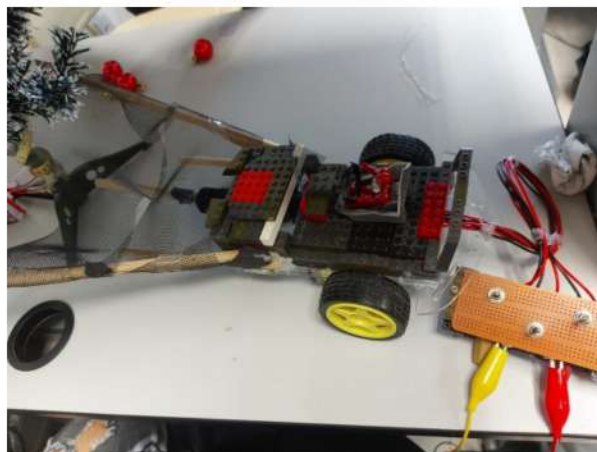


**Imagen 1. Boceto primario de SERAFÍN**



**Imagen 2. Simulación de SERAFÍN**

Una vez construido el dispositivo -ver imagen 3-, se realizaron pruebas con productos equivalentes en peso, representado en la Imagen 4.



**Imagen 3. Prototipo SERAFÍN**



**Imagen 4. Pruebas realizadas al prototipo SERAFÍN**

## **REFERENCIAS**

Borbón, D. (2020). Huertos urbanos como estrategia de resiliencia urbana en países en desarrollo. *Vivienda y Comunidades Sustentables*. México: Universidad de Sonora.

Cardona, S. y Clos, D. (2001). *Teoría de máquinas*, Edición de la Universidad Politécnica de Catalunya.

Corbona, N (2006). *Manufactura y Automatización*, México: Gaceta internacional de ciencias.

Coronado, A.P. (1989) *Comercialización de Frutas Y hortalizas*. Departamento de Ingeniería Agrícola. Dialnet. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4902745>

Olarte, C. (2010). *Análisis de vibraciones: una herramienta clave en el mantenimiento predictivo*. Scientia Et Technica. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.

Pino, M., (2008). *Diversidad Agrícola de Especies Frutales en el Agroecosistema Campesino de la Comunidad Las Caobas, Gibara, Holguín*. *Cultivos Tropicales*, 29(2),5-10.



“Acción por el clima es trabajar con humildad, aceptar que la tecnología no reemplaza a la naturaleza, pero sí puede ayudar a sanar”

# **Desbrozadora autónoma para jardines interiores**

## **Autonomous brushcutter for the indoor garden**

*Guevara Guzmán, Sergio Emiliano; Salas Portillo, Ximena Jocelyn;  
Trejo Reyes, José Emiliano*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### **Resumen**

Se presenta el desarrollo de una herramienta de jarcería que integra tecnología IA y sistemas mecatrónicos, con el objetivo de mejorar la precisión y eficiencia en el control de malezas, reduciendo el impacto ambiental y costos operativos en comparación con las desbrozadoras convencionales. Este prototipo utiliza un mecanismo de navajas para el corte que, a su vez, recibe señales de un sistema de control automatizado de sensores de visión artificial, para evitar daño al cultivo circundante. Las pruebas piloto, mostraron la eficiencia energética, la precisión del corte y la durabilidad del sistema, mostrando que el prototipo es una alternativa sostenible y eficiente, con una importante reducción de residuos. Con desarrollos de este tipo, se propone mejorar la productividad agrícola y promover prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

### **Palabras clave**

Automatización, inteligencia artificial, agricultura de precisión.

### **Abstract**

The development of a rigging tool that integrates AI technology and mechatronic systems is presented, with the aim of improving precision and efficiency in weed control, reducing environmental impact and operating costs compared to conventional brushcutters. This prototype uses a knife mechanism for cutting which, in turn, receives signals from an automated control system of artificial vision sensors, to prevent damage to the surrounding crop. The pilot tests showed the energy efficiency, cutting precision and durability of the system, showing that the prototype is a sustainable and efficient alternative, with a significant reduction in waste. With developments of this type, it aims to improve agricultural productivity and promote more sustainable and environmentally friendly practices.

### **Keywords**

Automation, artificial intelligence, precision agriculture.

### **Contexto**

La agricultura actualmente está experimentando una transformación importante debido a que se están integrando nuevas tecnologías que mejoran la productividad, reducen costos y optimizan el uso de los recursos. Según FAO (2021), la implementación de estas innovaciones ha permitido mejorar la precisión, eficiencia y sostenibilidad en diversas tareas agrícolas, transformando así el panorama hacia una agricultura moderna; algunas de las innovaciones más importantes incluyen la agricultura de precisión, el uso de drones y sensores para monitoreo en tiempo real y, la implementación de sistemas de riego inteligente; estas tecnologías permiten a los agricultores tomar decisiones más informadas y minimizar el uso de agua y fertilizantes.

Uno de los desafíos actuales en la agricultura es el control de malezas, problema que afecta de manera directa la productividad y la sostenibilidad ambiental. Las desbrozadoras convencionales, aunque son efectivas, tienen limitaciones de precisión, durabilidad y riesgo de contaminación debido al uso de cuchillas

mecánicas y herbicidas químicos. Estas herramientas no solo pueden dañar los cultivos circundantes, sino que también contribuyen a la contaminación del suelo y el agua, generando residuos tóxicos que afectan tanto a la salud humana como al medio ambiente.

Con esta base, se presenta un prototipo, con la finalidad de ofrecer una herramienta agrícola que no solo incremente la productividad, sino que también promueva prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente; ofrece una precisión milimétrica en el corte de maleza, lo que permite evitar daños colaterales y optimizar el uso de recursos, además se integran sistemas mecatrónicos avanzados, como sensores de visión artificial y sistemas de navegación, para automatizar el proceso y mejorar la eficiencia operativa.

### **Discusión técnica**

La agricultura ha experimentado una transformación significativa debido a la integración de tecnologías avanzadas. Con el uso de sensores, inteligencia artificial y sistemas de control, los agricultores ahora pueden recopilar y analizar datos en tiempo real sobre el estado de sus cultivos, las condiciones del suelo y los factores ambientales que influyen en el crecimiento.

La inteligencia artificial juega un papel fundamental al procesar enormes volúmenes de datos y al implementar algoritmos predictivos, permitiendo anticipar problemas potenciales; en este sector, además colaboran en la optimización del uso del recurso hídrico y minimización de la aplicación de fertilizantes, lo que resulta en una agricultura eficiente y sostenible.

Por otra parte, los motores eléctricos son ampliamente utilizados en herramientas agrícolas debido a su eficiencia energética y bajo mantenimiento. Estudios demuestran que pueden reducir hasta un 30% el consumo de energía comparado con motores de combustión interna.

De esta manera, el prototipo denominado Talos, se centra en la reducción del uso de herbicidas químicos, la preservación del suelo y la disminución de emisiones contaminantes, iniciativas directamente alineadas con la sustentabilidad a través de objetivos clave: poner fin al hambre y promover la seguridad alimentaria, garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y, tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos.

Se llevaron a cabo pruebas piloto en un entorno controlado (jardín interior), en las cuales se registra que el prototipo cumple con los criterios esenciales de eficiencia operativa, precisión en el corte y reducción del impacto ambiental, medido a través de la energía requerida; la implementación de sensores avanzados y algoritmos de visión por computadora, permitieron la mejora de la identificación y eliminación de la maleza, evitando daños a las especies circundantes.

### **Conclusión**

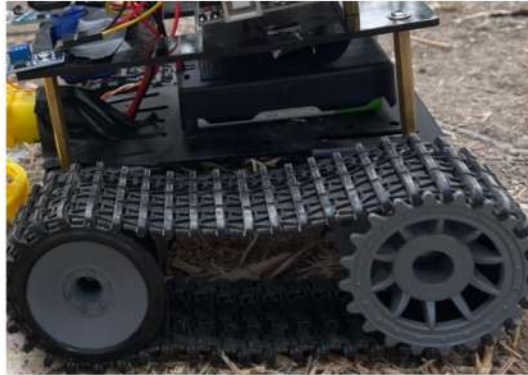
El prototipo fue desarrollado con el propósito de crear una herramienta agrícola innovadora que combine inteligencia artificial y sistemas mecatrónicos para optimizar la eliminación de maleza de manera precisa, eficiente y sostenible.

Como parte de la innovación, la integración de inteligencia artificial, utilizando el lenguaje de programación Python, permitió tener una herramienta que corta y aprende, considerando que el sistema funciona como un asistente agrícola experto: cuando detecta vegetación, el algoritmo de visión por computadora analiza en milisegundos si se trata de hierba fina, maleza gruesa u obstáculos como piedras o troncos. Esta información se cruza con los datos de los sensores ultrasónicos e infrarrojos para tomar decisiones inteligentes: ajustar la velocidad de corte, aumentar el torque cuando encuentra resistencia o incluso evitar zonas peligrosas.

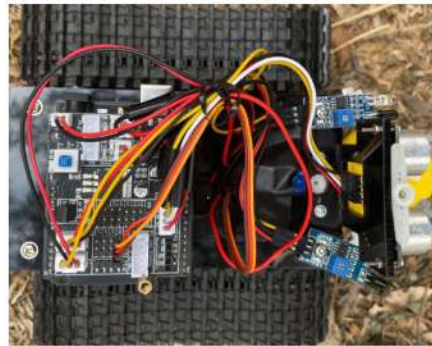
Como mejora, a través de técnicas de machine learning, Talos puede registrar cada operación de corte, memorizando qué configuraciones funcionan mejor para cada tipo de vegetación y condición del terreno, prediciendo y adaptándose, optimizando el consumo energético y reduciendo el desgaste de las navajas; se considera que realizar pruebas en campo, puede confirmar que una mejora contundente, es utilizar láser para sustituir el sistema mecánico de navajas.

## DISPOSITIVO

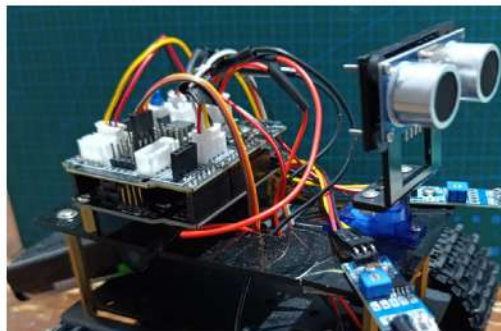
A continuación se presentan imágenes de las etapas de construcción del dispositivo, en las cuales se observan las llantas tipo oruga seleccionadas para adaptarse al suelo no estable -imagen 1-, además los circuitos electrónicos que integran lo integran -imagen 2-; por su parte, en la imagen 3 se representa cómo se realiza la sincronización del microcontrolador empleado.



**Imagen 1. Superficie base del prototipo**



**Imagen 2. Circuitos electrónicos**



**Imagen 3. Sincronización programa del microcontrolador**

El dispositivo construido, denominado Talos, se presenta en la imagen 4, en donde se observa el sistema mecánico de navajas, mismas que en lo posterior como continuidad de innovación, serán sustituidas por un sistema de corte fino mediante láser.



**Imagen 4. Talos, desbrozadora autónoma**

## **REFERENCIAS**

- Blackmore B. S., Moore M., (1999). "Remedial Correction of Yield Map Data," Precision Agriculture, Vol. 1, No. 1, 1999, pp. 53-66.
- Ramos, J, Vargas, J., y Gorrostieta, E. (2020). Ingeniería mecatrónica aplicada. México: Asociación Mexicana de Mecatrónica A.C.
- Smith, J., Anderson, T., & Brown, L. (2020). Electric motors in agriculture: Efficiency and applications.
- Zhang, L., Wang, H., & Chen, K. (2022). Mechanical weed control systems: Recent advances and future perspectives. Transactions of the ASABE, 65(4), 789-802.

# Horno crematorio inteligente para animales en situación de calle

## Smart crematorium oven for stray animals

*Alemán Ramirez, José Martín; Marín Zárate, Guillermo;  
Bravo Ostiguín, Sebastián; Gómez González, Arath.*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### Resumen

Se presenta el desarrollo de un prototipo de horno crematorio para animales en situación de calle, utilizando energías renovables y tecnología del área de la mecatrónica. El objetivo principal es innovar en el diseño de un horno eficiente, sostenible y asequible, que minimice las emisiones de gases nocivos y reduzca la dependencia de combustibles fósiles, apoyando a fundaciones de animales. El diseño incluye IA, desarrollos eléctricos, selección de software para programación de algoritmos y el análisis de acciones para apoyar a las fundaciones. Se emplean herramientas como paneles solares, sistemas de filtración y microprocesadores para automatizar el proceso. Los resultados esperados incluyen un prototipo funcional que cumpla con normativas ambientales y sanitarias. Las conclusiones destacan la importancia de la mecatrónica y las energías renovables para mejorar la eficiencia y sostenibilidad, proponiendo aplicaciones prácticas en el manejo de residuos animales y la reducción de impactos ambientales, con la finalidad de dignificar la vida del animal.

### Palabras clave

Cremación, inteligencia artificial, situación de calle.

### Abstract

The development of a prototype of a crematorium oven for stray animals is presented, using renewable energies and technology from the mechatronics area. The main objective is to innovate in the design of an efficient, sustainable and affordable kiln, which minimizes harmful gas emissions and reduces dependence on fossil fuels, supporting animal foundations. The design includes AI, electrical developments, software selection for algorithm programming, and the analysis of actions to support foundations. Tools such as solar panels, filtration systems, and microprocessors are used to automate the process. The expected results include a functional prototype that complies with environmental and health regulations. The conclusions highlight the importance of mechatronics and renewable energies to improve efficiency and sustainability, proposing practical applications in the management of animal waste and the reduction of environmental impacts, in order to dignify the life of the animal.

### Keywords

Cremation, artificial intelligence, street situation.

### Contexto

Los animales en situación de calle son una preocupación global, especialmente en zonas urbanas donde la falta de recursos y tecnología dificulta la gestión adecuada de sus restos, puesto que suelen morir en circunstancias diversas y no son reclamados para depositarlos en un lugar adecuado para no contaminar el entorno y en términos de dignificación, para tener una despedida.

La situación de calle en animales se define como la condición en la que canes, felinos y otros animales viven sin supervisión humana, sin hogar fijo y sin acceso regular a alimento, agua, atención médica o protección ante condiciones climáticas adversas o agresiones. En San Luis Potosí, se estima que hay entre

200,000 y 400,000 animales callejeros, cifra que da por consecuencia, que cada mes se recogen entre 200 y 450 cuerpos de animales fallecidos por atropellamientos, golpes, envenenamientos o exposición a temperaturas extremas, además del abuso sufrido por individuos, pues solo en 2024 se reportaron más de 800 casos de maltrato.

La gestión post mortem de los animales en situación de calle, se ha convertido en un problema urbano, los cuerpos al permanecer expuestos en la vía pública representan un problema de salud y ambiental, puesto que puede tardar entre 3 y 10 días en descomponerse, dependiendo de las condiciones climáticas; durante este tiempo libera patógenos, gases tóxicos como amoníaco y metano y, atrae otro tipo de animales como ratas, moscas e incluso canes ferales.

Los cuerpos expuestos generan focos de infección, malos olores e impacto visual y emocional negativo en la sociedad. En este contexto, el diseño de un horno crematorio automatizado, con controles de temperatura, eficiencia energética y medidas sanitarias integradas, aunados a una IA que permita la dignificación, se presenta como una alternativa ética y necesaria para asegurar una disposición final segura, respetuosa y ambientalmente responsable de los cuerpos de estos animales.

### **Discusión técnica**

A pesar de las implicaciones sanitarias y ambientales, la disposición final de los cuerpos de animales en situación de calle es ignorada; la implementación de un horno crematorio para animales en situación de calle representa una solución técnica. Este equipo es diseñado con una cámara de combustión primaria que alcanza temperaturas superiores a 850 °C para garantizar la destrucción completa de materia orgánica, y una cámara secundaria con filtros de partículas y gases que prevenga la emisión de contaminantes. La automatización del sistema permite configurar ciclos de cremación según peso, especie o estado del cuerpo, optimizando el consumo energético.

A nivel innovador, se proyecta el uso de inteligencia artificial (IA) para dignificar la gestión de estos cuerpos. Mediante visión computacional y análisis de patrones faciales y corporales, la IA puede generar una asignación simbólica de identidad, otorgando una imagen de cómo hubiera sido en vida y condiciones adecuadas de cuidados, también se asigna un nombre provisional y un archivo digital básico con información como lugar de hallazgo, fecha, especie y características observables como color, tamaño y condición física. Esta base de datos permite crear una plataforma de memoria y despedida simbólica y por ende, la aplicación, humaniza el proceso y transforma la incineración en un acto de dignificación tecnológica, donde cada ser no identificado se convierte en un símbolo colectivo de reflexión y acción ética urbana.

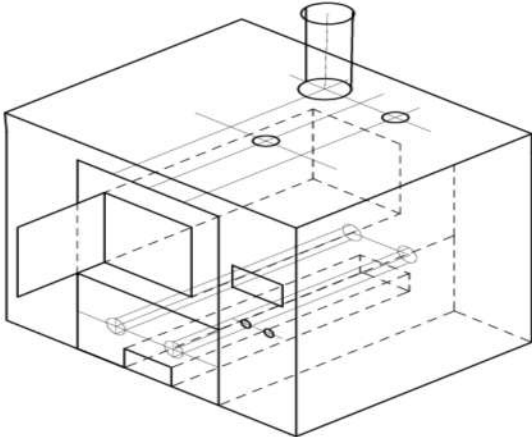
Las pruebas piloto en condiciones controladas aportaron efectividad en la operación del horno, instruido por la programación electrónica de timers, microncontroladores y circuitos diseñados exprofeso, además de la integración de la IA.

### **Conclusión**

Cremar los restos animales en situación de calle, es una solución que permite dignificar su mientras se contribuye al saneamiento urbano y a la modernización de los servicios municipales. En San Luis Potosí, México, la ausencia de hornos crematorios especializados ha generado problemas de contaminación y salud pública. Por ello, la propuesta de innovar en el diseño y operatividad de un nuevo horno es pertinente, pues además de ser una solución integral que promueve el control de residuos, induce a la sociedad por el respeto hacia la vida animal.

Como mejora, se considera la inclusión de más cámaras para cremar varios cuerpos simultáneamente y poder tener ahorro significativo en el uso de energía, integrando uso de energía renovable, así como mejorar la plataforma de la IA para que sea más amplia. También está considerado la mejora en la recolección de los residuos ya cremados, para que de forma autónoma se depositen en vasijas especiales.

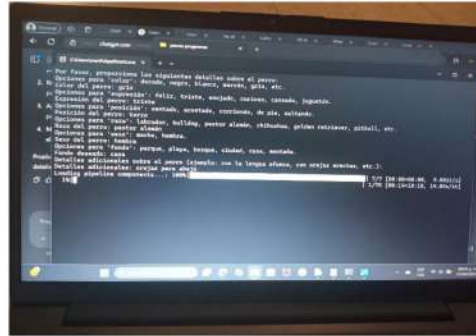
**DISPOSITIVO**



**Imagen 1. Diseño base de horno crematorio en Solidworks**



**Imagen 2. Prototipo en pruebas piloto**



a)



b)

**Imagen 3. a) Interfaz IA; b) animal recreado según información brindada a la IA**

## REFERENCIAS

- Duran, M. (2010). El papel del ingeniero mecánico en el contexto energético actual. CIENCIA Ergo Sum; 17(1), 99 – 101. Jarabo, F; Pérez, C; Elortegui, N; Fernández, J;
- Jarabo, F., Atoche, Á. y Elortegui, N. (2000). El Libro de las Energías Renovables. 2nd edn. España: S.A.P.T.
- Medina, M. (2025). Retiran Hasta 450 Animales Muertos de las calles, Contacto Hoy. Available at: <https://contactohoy.com.mx/2025/01/16/retiran-hasta-450-animales-muertos-de-las-calles/>
- Ramírez, J. (2019) Fundamentos Iniciales de lógica de Programación I. Algoritmos en pseit y python. Evingado, Antioquia: Fondo Editorial - Institución Universitaria de Envigado.

# Sanitizador inteligente de bebederos para centros de animales en situación de calle

## Smart drinking fountain for animal centers in street situations

*Rocha Zorrilla, Fernando; Calderón Sánchez, Yolotzin Estefanía;  
Padrón Sierra, Karen Lizbet; Martínez García, Noe Uriel*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

### Resumen

Se presenta el desarrollo de un comedero automatizado con sistema de sanitización para mascotas, empleando la luz ultravioleta (UV-C) y productos desinfectantes para reducir la contaminación cruzada entre ellos. Está diseñado con base en un microcontrolador, sensores de peso e infrarrojos para detectar la cantidad de alimento y activar ciclos de limpieza automáticos. Realizando pruebas de funcionalidad y eficiencia de la luz UV en la eliminación de microorganismos. El sistema es capaz de higienizar o sanitizar los recipientes de comida de manera eficaz; la implementación de este dispositivo pretende mejorar la higiene y seguridad en la alimentación de las mascotas, especialmente en entornos con múltiples animales, como albergues o espacios comunitarios, por lo que la integración de una IA capaz de identificar ha sido realizada.

### Palabras clave

Sanitización, inteligencia artificial, zootecnia.

### Abstract

The development of an automated feeder with a sanitization system for pets is presented, using ultraviolet light (UV-C) and disinfectant products to reduce cross-contamination between them. It is designed based on a microcontroller, weight and infrared sensors to detect the amount of feed and activate automatic cleaning cycles. Performing tests of functionality and efficiency of UV light in the elimination of microorganisms. The system is capable of sanitizing or sanitizing food containers effectively; the implementation of this device aims to improve hygiene and safety in pet feeding, especially in environments with multiple animals, such as shelters or community spaces, so the integration of an AI capable of identifying has been carried out.

### Keywords

Sanitization, artificial intelligence, zootechnics.

### Contexto

El desarrollo tecnológico desempeña un papel crucial en la creación de productos innovadores que mejoran la calidad de vida, no solo de los seres humanos, sino también de los animales de compañía. La higiene y la sanitización en los entornos de alimentación de mascotas son factores clave para evitar la propagación de enfermedades y garantizar su bienestar, previniendo enfermedades zoonóticas.

Se ha demostrado que la luz UV-C es altamente eficaz en la eliminación de bacterias y virus, ya que daña su ADN y ARN y su uso en la desinfección de superficies y alimentos ha sido ampliamente estudiado en los sectores médico y alimentario. En el entorno de atención y cuidado que ofrecen las fundaciones y albergues para animales en situación de calle, la sanitización de los espacios compartidos evita brotes de enfermedades que se propagan fácilmente por contacto o a través del agua contaminada. Estudios veterinarios han demostrado que, en zonas de alta concentración animal, el agua de bebederos puede

contener patógenos como Giardia, Leptospira, coronavirus felino y parvovirus, especialmente si no se realiza una desinfección frecuente y adecuada.

En este contexto, la implementación de un dispositivo para sanitizar bebederos con luz ultravioleta (UV-C) representa un elemento de relevancia, ya que esta tecnología permite la eliminación de hasta un 99.9 % de bacterias, virus y hongos, sin el uso de productos químicos que puedan resultar tóxicos. Para las fundaciones que resguardan animales, este tipo de dispositivo representa una herramienta para mejorar la salud colectiva de los animales y una medida preventiva que impacta en la reducción de costos de salud.

### **Discusión técnica**

La desinfección mediante luz UV-C ha demostrado ser una herramienta eficaz en la eliminación de microorganismos patógenos, ya que inactiva virus y bacterias a nivel molecular. A su vez, la automatización de comederos, a través de la incorporación de sensores de peso y presencia, puede optimizar la distribución del alimento y reducir el riesgo de contaminación cruzada.

La programación de inteligencia artificial (IA) para detectar canes y felinos, se basa en el uso de modelos de visión artificial, entrenados con imágenes de ambas especies. Se utiliza una cámara y se integra un modelo pre-entrenado para identificar en tiempo real si el animal frente al comedero es un perro o un gato. Cuando el sistema detecta al animal, envía una señal para activar el ciclo correspondiente de dispensado o sanitizado. Esta programación permite un funcionamiento inteligente y procura evitar la presencia animales que puedan contaminar el recipiente.

Los resultados previos obtenidos en el desarrollo del comedero muestran que es posible mejorar significativamente la higiene en la alimentación de las mascotas mediante el uso de tecnologías accesibles y de bajo consumo, como luz ultravioleta, que representa una ventaja frente a otros métodos convencionales.

### **Conclusión**

Con el prototipo de un bebedero autosanitizante, se demostró que la integración de tecnologías como sensores, microcontroladores y luz UV-C puede generar soluciones funcionales para mejorar la higiene. El bebedero autosanitizante propuesto ayuda a reducir la exposición de los animales a bacterias y virus, mejorando su bienestar y previniendo enfermedades relacionadas con la mala higiene de sus utensilios.

Entre los hallazgos importantes está la selección del sensor de peso, la luz UV como método de limpieza, y el uso de energía solar, lo que hace que el sistema sea funcional, eficiente y sostenible. El uso de materiales como el metal para el bebedero, y el cepillo como instrumento de limpieza, refuerza la durabilidad e higiene del dispositivo.

Se identificaron algunas limitaciones, por ejemplo, la exposición constante a la luz UV puede deteriorar ciertos materiales si no se controla adecuadamente, y el uso de sensores en ambientes con polvo o humedad podría afectar su precisión. Por lo que se propone como mejora, evaluar materiales más ligeros y resistentes a la radiación UV y afinar la programación para proteger los sensores frente a factores ambientales, además del uso de paneles solares para proporcionar la energía necesaria. Se considera para la IA, integrar el comportamiento del sistema al patrón de uso de cada mascota.

## DISPOSITIVO

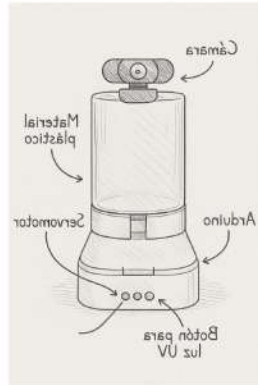


Imagen 1. Diseño inicial



Imagen 2. prototipo en pruebas piloto

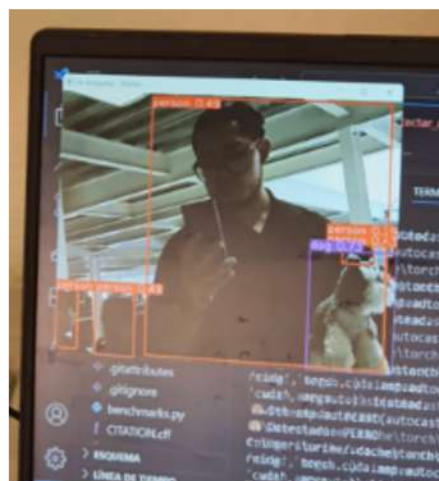


Imagen 3. Interfaz IA: Identificación: persona vs animal

## REFERENCIAS

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (2021) Manual de limpieza y desinfección en salud animal. 2nd edn. San Salvador, El Salvador: Enero.

Rossel Bernedo, L. J., Bernedo, R., Alberth, L., Mayhua, F., Ferro Gonzales, A. L., & Zapana Quispe, R. R. (2020). Radiación ultravioleta-c para desinfección bacteriana (coliformes totales y termotolerantes) en el tratamiento de agua potable. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(1), 68-77.

Sánchez C, J.P. et al. (1970) Luz ultravioleta germicida y control de microorganismos ambientales en hospitales, *Rev. costarric. salud pública*. Available at: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-657757>

Sunz, W. et al. (1970) Modelación y control en Espacio de Estado-de un servomecanismo USANDO MATLAB, *Redalyc.org*. Available at: <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=70780106>



“La vida en la tierra es un pacto delicado, nuestros dispositivos deben construirse con el mismo cuidado con el que la naturaleza sostiene al mundo”

## **VitalA- Escáner biológico y recuperación**

### **VitalA - Biological Scanning and Recovering**

*Burgos Martínez, Isaac Miguel; Cancino Moreno, Elizabeth;  
Torres Cerda, Irvin Alejandro; Covarrubias Martínez, Emiliano*

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, TecNM.

#### **Resumen**

La propuesta que se presenta a través de un dispositivo tecnológico en formato de recolector busca dar solución a los problemas de riesgo de accidentes en vías de tránsito vehicular en donde, debido a atropellamientos, se encuentran animales sin vida o malheridos. El dispositivo permite recoger y almacenar de manera eficiente los cuerpos inertes; implementado en un remolque, utiliza un mecanismo automatizado para poder recuperar el cuerpo e integrado con fundamento en una IA, se confirma el deceso o bien, se identifican signos de vida con los que se toma la decisión de llevarle a atención médica o acompañarle en sus últimos momentos, calculados por la misma aplicación. De esta manera se tienen objetivos paralelos, como dignificar la vida del animal y, en función de la vialidad, minimizar los riesgos de los conductores.

#### **Palabras clave**

Residuos biológicos, inteligencia artificial, sostenibilidad urbana.

#### **Abstract**

The proposal that is presented through a technological device in collector format seeks to solve the problems of risk of accidents on vehicular traffic roads where, due to being run over, there are lifeless or badly injured animals. The device allows inert bodies to be efficiently collected and stored; implemented in a trailer, uses an automated mechanism to recover the body and integrated based on an AI, the death is confirmed or signs of life are identified with which the decision is made to take him to medical attention or accompany him in his last moments, calculated by the same application. In this way, there are parallel objectives, such as dignifying the life of the animal and, depending on the road, minimizing the risks of drivers.

#### **Keywords**

Biowaste, artificial intelligence, urban sustainability.

#### **Contexto**

El aumento del tránsito vehicular ha traído consigo diversas problemáticas en el manejo de residuos dentro de la vía pública, una de ellas es la presencia de animales inertes, cuyo abandono representa riesgo para la seguridad vial, sino también problemas sanitarios y ambientales. En San Luis Potosí, la presencia de animales atropellados, muertos o gravemente heridos en la vía pública es una problemática constante y poco atendida.

Muchos de estos animales —principalmente perros y gatos en situación de calle— permanecen durante días o incluso semanas sin ser recogidos; los cuerpos sin vida, expuestos al sol y la intemperie, pueden tardar entre 3 y 10 días en descomponerse, generando focos de infección, malos olores y atrayendo fauna nociva. Esta descomposición libera patógenos y gases tóxicos que representan un riesgo para la salud pública y contaminan el suelo y el aire. Cuando los animales sobreviven al atropellamiento, muchas veces quedan malheridos y, si son reportados, su destino depende de la respuesta del Departamento de Protección Civil del Municipio o de asociaciones civiles: donde algunos son eutanizados sin valoración veterinaria.

Esta situación revela una grave omisión en políticas públicas de bienestar animal y salubridad urbana; abordar el problema de la gestión de residuos, contribuye a la mejora de la calidad de vida de los habitantes al garantizar espacios públicos libre de desechos y, promover la cultura de respeto a la vida animal.

En este contexto, se presenta un diseño tecnológico para automatizar la recolección de residuos biológicos en entornos urbanos. Este sistema integra un sensor de frecuencia cardíaca, lo que permite una detección precisa de la vida del animal a través de una inteligencia artificial -IA-, para tomar las decisiones correctas en función de la dignificación del animal.

### **Discusión técnica**

El prototipo denominado VitaIA, es un remolque que funciona mediante un mecanismo de recolección con una pala que gira a 360° y con guías de centrado, para centrar el cuerpo cuando éste se encuentra ubicado en las orillas; se acciona a través de sensores y servomotores. Consiste en recoger de manera eficiente cuerpos de animales, víctimas de atropellamientos, con tres objetivos principales: (1) salvar animales que presentan signos vitales (2) brindar despedidas dignas o acompañamiento en los minutos finales o bien, (3) transportar el cuerpo a un depósito final correcto y digno; todo ello, sin necesidad de detener el vehículo que arrastra el remolque, para no entorpecer totalmente el tránsito vehicular. Con ello se colabora, además, al anular la exposición de patógenos en el entorno, evitar posibles accidentes automovilísticos e imagen negativa del paisaje.

La programación de la IA, permite detectar si hay signos vitales o bien, cuánto tiempo de vida les queda a los animales recuperados; con esta información el sistema puede actuar de manera rápida y adecuada para: a) evitar errores y cuidar el cuerpo del animal durante la recolección; b) trazar rutas de tránsito y llevarlos ágilmente a servicio veterinario, de tal forma que la detección oportuna y permitida da oportunidad de acompañar al animal en sus minutos finales o salvarlo o c) llevarlo al lugar de su destino final, el cual se considera sea una fundación que cuente con un horno crematorio.

De esta forma, VitaIA no solo mejora la limpieza urbana, sino que dignifica la vida de los animales, tratándolos con respeto en el proceso, lo que resulta en la viabilidad de integrar tecnología para lograr ciudades sostenibles y demostrando la valía de su capacidad para humanizar y responsabilizar las acciones de las personas.

### **Conclusión**

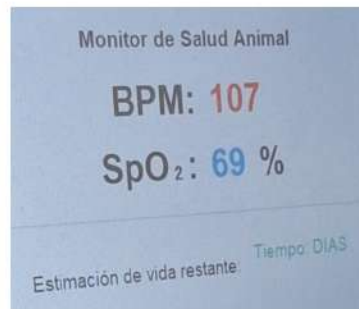
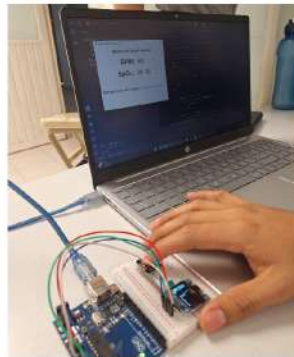
A través de la propuesta de innovación de un remolque con un mecanismo tecnológico recolector de cuerpos de animales atropellados, se colabora en la gestión sostenible de recursos y emisión menor de huella de carbono, ya que se optimiza el uso de energía al planificar rutas de recolección efectivas, mejorando la operatividad de los servicios de recolección, y como principal objetivo se tiene un impacto positivo en la dignificación y el respeto de la vida animal.

Las mejoras consideradas se concentran en función del diseño de recolección, el cual debe simplificarse para ser lo más ágil posible; puesto que se está en movimiento en la vías de tránsito vehicularse considera la ampliación del almacenamiento, en caso de atender varios servicios e integrar un material en el cual envolver el cuerpo para no contaminar superficies; en función de la IA, el soporte de conectividad tanto para soportar el sistema de escáner, como para recibir y enviar señales automáticas para informar la necesidad del servicio, para la unidad médica o para la fundación, deberá ser más preciso y efectivo en función de la mejora de la programación.

## DISPOSITIVO



**Figura 1. Prototipo VitaIA en pruebas piloto**



**Figura 2. a) Interfaz IA, b) medición de signos vitales y predicción de tiempo de vida a través de la IA**

## REFERENCIAS

Gutiérrez, C., Briones, J. (2021) Análisis de los riesgos biológicos y mecánicos en los vehículos recolectores de basura y su correlación con enfermedades y accidentes de trabajo Tesis Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.

Lozano, N. (2022). Diseño de comunicaciones en un sistema de detecciones automático portable. Universidad de los Andes. Disponible en: <https://hdl.handle.net/1992/58723>

ONU (2018) - *Desarrollo Sostenible* (2022) *United Nations*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Rubiños, S., (2023) Diseño de un contenedor municipal automático mediante red de sensores con monitoreo inalámbrico para la mejora del proceso de selección de residuos sólidos, Dissertation. Universidad Nacional del Callao.

## GALERÍA

ProtoTec 1

ProtoTec 2



**“Semillas de innovación: las primeras exhibiciones de una tradición que crece...”**

# ProtoTec

Diciembre 2024



**ProtoTec 2**

Mayo 2025



# ProtoTec<sub>2</sub> innovación

CREACIONES DEL TALLER DE INVESTIGACIÓN II

Presentación de prototipos mecatrónicos  
alumnos de 4to y 5to semestre

Viernes 30 de mayo de 2025

Laboratorio de diseño de circuitos eléctricos, electrónicos e instrumentación

Dirección: Rosa Elia Martínez Torres  
Co-dirección: Juan Arturo Mendoza Razo



## AUTORES



**ROSA ELIA MARTÍNEZ TORRES**

Doctora en Gestión por la Universidad de Lodz, Polonia, con una destacada trayectoria académica y profesional en ingeniería y educación, es Maestra en Educación (UCEM) y Maestra en Ciencias en Ingeniería Administrativa (ITCM); Ingeniera Industrial y de Sistemas (ITESM). Reconocida como Investigadora Nivel 1 por el Sistema Nacional de Investigadores en México (SNII) y distinción PRODEP; se desempeña como docente de tiempo completo en el Tecnológico Nacional de México, plantel San Luis Potosí, donde ha gestado iniciativas en calidad y productividad, logística, energías limpias y áreas de investigación, en donde además, lidera desarrollos tecnológicos con participación proactiva de estudiantes de ingeniería. Miembro de comités científicos nacionales e internacionales VectMag, SPAST, universidad de UCO en España y de Turismo en Egipto; miembro de redes REMINEO, SOMIM, REDILAT, COPEIN, evaluadora en convocatorias de COPOCyT, Contraloría del Estado de San Luis Potosí, Universidad Autónoma de Tabasco, Universidad Autónoma de SLP; certificaciones en ciberseguridad, instrucción y emprendimiento. Su enfoque de investigación abarca la gestión y diseño e innovación de sistemas sustentables, así como la gestión ambiental aplicada en ingeniería industrial, mecatrónica, electrónica, minería y en estudios sociales como transformación territorial y turismo. En Industria se desenvuelve en el sector minero, gestando y administrando proyectos de índole operativo, de seguridad y ambiental.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8936-9207>



**JUAN ARTURO MENDOZA RAZO**

Doctor en Manufactura Avanzada. por el CIATEQ A.C., Maestro en Ingeniería Mecánica con especialidad en Diseño y Manufactura, Ingeniero Mecánico Administrador. Evaluador del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A. C. (CACEI) en donde funge como Secretario Técnico de la Comisión Técnica de Mecánica. Docente nivel superior en ITESM, UVM, TecMilenio, UASLP, e Instituto Tecnológico de San Luis Potosí TecNM, CIATEQ. Dirige Tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Evaluador de proyectos y artículos para congresos organizados por la SOMIM, la Federación Iberoamericana de Ingeniería Mecánica, así como en eventos y concursos organizados por el COPOCyT y la Contraloría del Estado de San Luis Potosí. A nivel industrial, ha desarrollado proyectos mecánicos para los sectores de electrodomésticos y automotriz, además de colaborar con la empresa IBC y actualmente con Advances Engineering Multiservices. Sus áreas de especialidad incluyen manufactura esbelta, optimización de procesos, sustentabilidad y gestión de procesos de fabricación.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9289-8908>

## LEGALIDAD

Todos los prototipos, diseños, metodología, títulos, lemas, imágenes y resultados incluidos en esta obra han sido gestados, diseñados y fabricados, así como documentados en un periodo de 6 a 24 meses durante los ciclos académicos 2023, 2024 y 2025 en la asignatura de Taller de Investigación I y II con titulación de la Dra. Rosa Elia Martínez Torres. Además han continuado su maduración a desarrollos tecnológicos para ser presentados en escenarios internos y externos, como congresos nacionales, concursos estatales y propios del sistema TecNM, como el Foro de la Agenda de la Salud y en colaboración como lo es en el Encuentro de Innovación Agroalimentaria 2025, bajo la dirección y asesoría de la Dra. Rosa Elia Martínez Torres y el Dr. Juan Arturo Mendoza Razo

Se consideran propiedad intelectual de los autores que presentan. Su publicación en este volumen tiene como finalidad el cumplimiento de procesos académicos, entre ellos la opción de titulación para los estudiantes participantes, así como la difusión del conocimiento generado en el marco de las asignaturas de Taller de Investigación.

Imágenes de portadas, creadas con IA.

Frases en portadas: crédito a los autores de la obra.

La reproducción, distribución y/o modificación total o parcial, o uso de los contenidos aquí presentados, en cualquier forma o medio, sin la autorización expresa y por escrito de los autores y de la coordinación editorial, constituye una violación a los derechos de propiedad intelectual conforme a lo establecido por la Ley Federal del Derecho de Autor en México.

Volumen I. Enero 2026  
Colección: Innovación Tecnológica y Sustentabilidad  
Primera edición. Distribución digital con fines académicos

## **Aportaciones a la generación de ciencia y tecnología**

Con esta obra, pretendemos aportar a la generación de conocimiento científico y tecnológico mediante la documentación de prototipos mecatrónicos aplicados, desarrollados por estudiantes de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí (TecNM) y que se gestan como resultado del trabajo continuo dentro de las asignaturas de Taller de Investigación 1 y 2 con titularidad de la Dra. Rosa Elia Martínez Torres. Cada proyecto, según la naturaleza y creatividad impresa de los estudiantes, integra el diseño de hardware y software, sistemas de control, automatización relacionados con principios de sustentabilidad. La investigación fortalece la innovación tecnológica al vincular la práctica de las áreas de ingeniería con el impacto social, alineando los proyectos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2, 3, 6, 9, 11, 13 y 15). Además, el volumen consolida una metodología que articula la formación académica, la investigación aplicada y la protección de la propiedad intelectual dentro del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (TecNM).

## **Aporte al conocimiento universal**

Los aspectos se centran en la *vinculación metodológica* entre mecatrónica en relación con la innovación tecnológica, sustentabilidad y el impacto social. Los dispositivos presentados siguen el método científico: planteamiento, fundamentación, metodología de diseño, construcción, pruebas en campo, resultados - dispositivos mecatrónicos sustentables-, discusión teórica, conclusiones. Esta forma sistemática de trabajo con los estudiantes permite generar conocimiento transferible y aplicable en diversos contextos. La contribución universal radica en demostrar cómo la educación tecnológica puede generar innovación socialmente responsable, ofreciendo modelos replicables a nivel internacional para atender problemáticas globales: ambientales, salud, automatización agrícola y gestión del agua.

## **Palabras clave más utilizadas**

*Mecatrónica, desarrollo sustentable, innovación, prototipado, educación en ingeniería, investigación aplicada, automatización, impacto social.*

## **Declaración de conflicto de intereses**

Los autores declaran que **no existen conflictos de interés**.

No mantienen intereses financieros, personales ni profesionales que pudieran influir o haber influido en los resultados, interpretación o redacción del presente libro. La participación de las instituciones colaboradoras se limita al ámbito académico y formativo, sin fines comerciales ni condicionamientos externos.

## **Declaración de contribución de autoría**

La obra es producto de un trabajo colectivo coordinado por la **Dra. Rosa Elia Martínez Torres**, quien lideró la planeación editorial, el rigor metodológico, la integración de contenidos y la alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el **Dr. Juan Arturo Medoza Razo**, responsable del diseño y cálculos propios de ingeniería de cada prototipo presentado.

Los autores colaboradores, docentes invitados y estudiantes del programa de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí – TecNM participaron en:

### *Docentes*

- Presentación de estudios realizados en relación a temas relacionados con innovación tecnológica - temas de IA-

### *Estudiantes*

- Diseño y desarrollo de prototipos con base en el método científico y los principios de sustentabilidad.
- Elaboración de los apartados teóricos y técnicos correspondientes a cada proyecto.
- Pruebas, validación y documentación de resultados.
- Revisión técnica y estructuración final de manuscritos.

### *Comité Científico*

- Realizó un arbitraje doble ciego para validación científica, formato y presentación de cada uno de los capítulos presentados y dispositivos del portafolio.

### **Disponibilidad de datos y materiales**

Datos y materiales presentados en esta obra son de acceso académico -institucional-. Su resguardo se encuentra en expedientes de la docente responsable de las materias de Taller de Investigación 1 y 2, en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí -TecNM. Cada dispositivo documentado cuenta con su respectiva evidencia técnica, diseño, bitácora y resultados experimentales, los cuales pueden ser consultados previa solicitud académica, conforme a las políticas de confidencialidad y propiedad intelectual.

### **Financiamiento**

El volumen 1 de esta obra **recibió financiamiento externo específico** por la empresa Minera Tierra Adentro -MTA- en función de establecer lineamientos legales de autoría a través del ISBN ante INDAUTOR y fungir como casa editorial independiente, con propósito meramente académico.

El desarrollo de los dispositivos se realizó con recursos académicos propios: los estudiantes usan sus recursos y fabrican, bajo las actividades de docencia, investigación aplicada y vinculación institucional.

Los autores, Docentes investigadores del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, plantel del sistema Tecnológico Nacional de México, presentan esta obra colectiva como reflejo del compromiso académico, científico y social de sus estudiantes y docentes. En este volumen se reúnen proyectos de investigación aplicada desarrollados en la asignatura de Taller de Investigación II en Ingeniería Mecatrónica, con base en el método científico, bajo una estricta coordinación docente y evaluada con método doble ciego

*Transformando con ciencia, tecnología y espíritu. Portafolio de Dispositivos Mecatrónicos Sustentables*, es una obra colectiva que explora el impacto y el potencial de tecnologías avanzadas, inteligencia artificial, IoT, impresión 3D, para ofrecer los resultados, presentados en dispositivos a la comunidad académica e industrial para que por medio de ellos, se gesten desarrollos tecnológicos que se implementen en aras del progreso sostenible.

Coordinada por los Doctores del Departamento de Eléctrica, Electrónica, Mecatrónica y Semiconductores *Rosa Elia Martínez Torres* y *Juan Arturo Mendoza Razo*, la obra reúne investigaciones de vanguardia que buscan contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en aplicaciones tales como instrumentos médicos, sistemas de medición y control de afluencias, de seguridad, de medio ambiente, de tránsito vehicular, de ecosistemas.

Sustentado por estudiantes de ingeniería mecatrónica a través del empleo del método científico, esta obra presenta propuestas innovadoras, convirtiéndose en una referencia esencial para comprender el papel de las tecnologías emergentes en el avance hacia un futuro sostenible; cumple con una doble finalidad, ser una alternativa de titulación mediante la publicación de resultados científicos y, resguardar la propiedad intelectual de los dispositivos presentados. Con ello, el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí - TecNM reafirma su vocación de formar ingenieros éticos, creativos y comprometidos con el desarrollo tecnológico y social del país.

Cada prototipo responde a una problemática real, abordada desde una perspectiva sustentable y enmarcada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente en los ejes 2 hambre cero, 3 salud y bienestar, 6 agua limpia y saneamiento, 9 industria, innovación e infraestructura, 11 ciudades y comunidades sostenibles, 13 acción por el clima y 15 vida de ecosistemas terrestres.