

# NEKTA

ISSN 2683-1988



**UVP**

UNIVERSIDAD  
DEL VALLE DE PUEBLA

**Nueva Época**

Año 12, No. 24, mayo - agosto 2025

NEXTIA

REVISTA DE INGENIERÍAS  
Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

NEXTIA, año 12, No. 24, mayo - agosto 2025, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad del Valle de Puebla S.C., Calle 3 sur # 5759, Col. El Cerrito. CP. 72440, Puebla, Puebla, Tel. (222) 26-69-488, <[www.uvp.mx](http://www.uvp.mx)>. Editores Responsables: Dra. María Hortensia Irma Lozano e Islas y Mtro. Prisciliano Gerardo Illescas Lozano. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2021-081017191000-203, ISSN: 2683-1988, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Coordinación Editorial y de Publicaciones, Alberto Hernández Granados, Calle 3 sur # 5759, Col. El Cerrito. CP. 72440, Puebla, Puebla, Tel. (222) 26-69-488 ext. 798, fecha de última modificación agosto de 2024. Las posturas expresadas por los autores no necesariamente reflejan las posturas de la Universidad del Valle de Puebla, de su Coordinación Editorial y de Publicaciones, de las editoras responsables ni del staff editorial involucrado en la edición de la revista. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de la presente publicación, siempre y cuando se acredite el origen de estos.

Cualquier carta dirigida al editor debe enviarse al correo [dir.investigación@uvp.mx](mailto:dir.investigación@uvp.mx).

NEXTIA

REVISTA DE INGENIERÍAS  
Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA





## **DIRECTORIO**

### **Presidente de la Junta de Gobierno**

Mtro. Jaime Illescas López

### **Rectora**

Dra. María Hortensia Irma Lozano e Islas

### **Directora de Ingenierías**

Mtra. Rosa Gloria García Bobadilla

### **Director de Posgrados, Educación Continua, Virtual y Abierta**

Mtro. Salvador Cervantes Cajica

### **Editoras Responsables**

Dra. María Hortensia Irma Lozano e Islas y Mtro.  
Prisciliano Gerardo Illescas Lozano

### **Director de Investigación e Innovación**

Dr. Mauricio Piñón Vargas

### **Coordinador Editorial**

Mtro. Jesús Alberto Hernández Granados

### **Diseño Editorial**

Lic. Jocelin Solano García

### **Corrección ortotipográfica**

Mtro. Jesús Alberto Hernández Granados



## **COMITÉ EDITORIAL**

**Ramón Martínez Flores**

Universidad del Valle de Puebla

**Juan de Dios Cruz Elvira**

Universidad del Valle de Puebla

**Gerardo Castro Hernández**

Universidad del Valle de Puebla

**Oskar Abraham Guarneros Vázquez**

Universidad del Valle de Puebla

## **COMITÉ CIENTÍFICO**

**Mtro. José Carlos Hernández González**

Centro de Tecnología Avanzada de Tabasco

**Mtro. Missael Román del Valle**

Centro de Tecnología Avanzada de Tabasco

## ÍNDICE

<b>COMPARACIÓN DE LIMPIEZA DE LIMPIADOR DE PILOTO CONTRA EL DE COPILOTO</b>	<b>10</b>
<b>PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ROBOT HEXÁPODO PARA LA BÚSQUEDA Y RESCATE DE PERSONAS</b>	<b>23</b>
<b>DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GESTIÓN DE BIENES INMUEBLES EN LA MICROEMPRESA “JOSÉ AVENDAÑO”</b>	<b>40</b>

## EDITORIAL

La verdadera medida del avance tecnológico no reside en su complejidad, sino en su capacidad para responder a las vulnerabilidades humanas. Desde los riesgos cotidianos hasta las crisis catastróficas y la fragilidad económica, la ingeniería encuentra su propósito más elevado cuando se convierte en una herramienta para la seguridad y el bienestar de las personas. Un análisis conjunto de las investigaciones surgidas de la Universidad del Valle de Puebla nos ofrece una visión clara de este principio en acción, demostrando que la innovación más impactante es la que observa, protege y fortalece la vida humana.

Este enfoque comienza con la reevaluación de lo que damos por sentado. En su artículo “Comparación de limpieza de limpiador de piloto contra el de copiloto”, Absara Llanos y Sergio López nos obligan a mirar críticamente una tecnología con más de un siglo de antigüedad. Su análisis experimental revela una falla de diseño sorprendente: los limpiaparabrisas tradicionales priorizan la visibilidad del copiloto sobre la del conductor. Con una diferencia de 30° en el ángulo de apertura y un área sin limpiar drásticamente mayor en el lado del piloto, el estudio demuestra cómo un detalle de diseño pasado por alto contribuye directamente a los riesgos viales, especialmente en contextos como Puebla, donde las lluvias intensas elevan los índices de accidentes. La investigación es un recordatorio contundente de que la seguridad humana a menudo yace en la corrección de las fallas más elementales y cotidianas.

Si el primer estudio corrige una vulnerabilidad pasada, el trabajo de María Fernanda López y Sergio Raúl López en la “Propuesta de diseño de un robot hexápodo para la búsqueda y rescate de personas” se anticipa para mitigar una futura. Llevando la ingeniería al terreno de las emergencias críticas, proponen una solución tecnológica para una de las mayores amenazas de la región: los sismos. Su diseño no es un mero ejercicio teórico; es una respuesta directa a las limitaciones de los sistemas actuales. La elección de materiales como el Kevlar para resistir impactos, la integración de



un módulo de cámara térmica Lepton para detectar signos vitales en la oscuridad , y una batería de alta capacidad para extender la autonomía a cinco horas son decisiones de diseño deliberadas para aumentar las probabilidades de supervivencia de las víctimas. Este robot representa el siguiente nivel de la ingeniería humanista: la creación proactiva de herramientas que actúan como una extensión de los rescatistas en los entornos más hostiles.

Sin embargo, la seguridad humana no se limita al bienestar físico; también abarca la estabilidad económica y funcional. El estudio de Pedro Vergara, “Desarrollo de una aplicación móvil para la gestión de bienes inmuebles en la microempresa ‘José Avendaño’”, traslada el enfoque de la ingeniería desde el campo de desastres a la supervivencia de una microempresa. El problema aquí es una vulnerabilidad organizacional: la gestión manual de propiedades generaba ineficiencia, pérdida de tiempo y riesgos financieros que amenazaban la viabilidad del negocio. La solución, una aplicación móvil a medida, es una intervención tecnológica precisa para automatizar procesos, mejorar la comunicación y fortalecer la administración. Este trabajo demuestra cómo la ingeniería de software, al resolver los desafíos operativos de una pequeña empresa, no solo mejora su competitividad, sino que también fortalece el tejido económico local, sirviendo de modelo para otras MIPYMES.

Vistos en conjunto, estos tres artículos dibujan una hoja de ruta para la ingeniería con propósito. Nos enseñan que la innovación debe ser, en primer lugar, observadora, cuestionando las tecnologías que usamos a diario. Debe ser visionaria, creando las herramientas que necesitaremos en nuestras horas más oscuras. Y, finalmente, debe ser pragmática, ofreciendo soluciones accesibles que aseguren la estabilidad y el crecimiento de nuestras comunidades. El hilo conductor es innegable: ya sea ajustando un limpiaparabrisas, desplegando un robot de rescate o digitalizando la gestión de una pequeña empresa, el fin último de la tecnología es servir y proteger a las personas.

### **Coordinación Editorial y de Publicaciones**

## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

# **COMPARACIÓN DE LIMPIEZA DE LIMPIADOR DE PILOTO CONTRA EL DE COPILOTO**

## **PILOT VS. COPILOT CLEANER CLEANING COMPARISON**

ARTICULO DE INVESTIGACIÓN

**Llanos, Absara<sup>1</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

absara3221@gmail.com

ORCID: 0009-0006-7424-0893

**López, Sergio<sup>2</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

sergio.lopez@uvp.edu.mx

ORCID: 0000-0001-9762-8109

**Reseña de Autor <sup>1</sup>**

Estudiante de la carrera de Ingeniería en mecánica y diseño automotriz en la Universidad del Valle de Puebla, contando con Certificación IB International en matemáticas, contabilidad e inglés además de certificación de diseño de prototipos para formación profesional. Se ha participado en distintos congresos enfocados en la carrera, como “La aplicación de la inteligencia artificial en la ingeniería actual”, así como en el congreso llamado “El reto de la ingeniería y la innovación tecnológica para dinamizar la economía” y por último al congreso asistido con tema “La transferencia tecnológica universitaria frente a una perspectiva internacional de las ingenierías” . Cuenta con una certificación en la plataforma de SolidWorks para realización de diseño 3D.

**Reseña de Autor <sup>2</sup>**

Ingeniero Industrial por el Tecnológico Nacional de México Campus Puebla, con una Maestría en Ingeniería Administrativa y Calidad por la Universidad La Salle Benavente y un Doctorado en Alta Dirección por la Universidad del Valle de Puebla. Además, cuenta con un Posdoctorado en Administración de Negocios por el Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente y un TSU en Gestión y Administración de PyME por la Universidad Abierta y a Distancia de México.

**Resumen**

El cambio climático y las precipitaciones se comportan de manera diferente en distintos países, y los patrones de conducción también han cambiado. En 74 países de todo el mundo, el volante está a la izquierda, mientras que en el resto de países,

el volante está a la derecha. Al conducir bajo la lluvia, se puede observar de cerca el área del parabrisas que limpia cada limpiaparabrisas y la cantidad de agua que eliminan del campo de visión del conductor. El objetivo de medir la diferencia de apertura de los limpiaparabrisas es comprobar que el limpiado de la parte del copiloto es la que más limpieza tiene la del copiloto.

**Palabras clave:** Limpiaparabrisas, países, limpieza, visibilidad, automóvil.

## **Abstract**

Climate change and rainfall behave differently in different countries and driving patterns have also changed. In 74 countries around the world, the steering wheel is on the left, while in all other countries, the steering wheel is on the right. When driving in the rain, one can closely observe the area of the windshield that each wiper wipers cleans and the amount of water they remove from the driver's field of vision. The purpose of measuring the difference in the opening of the wipers is to check that the wiping of the front passenger's side of the windshield is cleaner than that of the front passenger's side.

**Keywords:** Windshield wipers, countries, cleaning, visibility, automobile.

## **Introducción**

Los accidentes en el Estado de Puebla durante la temporada de lluvias son de alta probabilidad, esto es debido a las obstrucciones de visibilidad que llega a tener el conductor como el agua, hielo, suciedad; siendo que una de las provocadas por el mismo vehículo sea la actual posición de los limpiaparabrisas la cual causa que el

parabrisas se encuentre mayormente limpio del lado del copiloto y no del lado del piloto, lo cual es contraproducente para la seguridad de las personas dentro del vehículo.

La industria se encuentra día con día en la evolución de nuevas tecnologías que mejoren la eficiencia, potencia y seguridad de los vehículos, pero no se toman en cuenta las mejoras que se pueden realizar en un dispositivo ya utilizado durante muchos años. Es por esta razón que el impacto industrial al realizar el análisis y cambio de posición de limpiaparabrisas tendría relevancia no solo en lo tecnológico sino igual en lo social por la posible reducción de accidentes de tránsito durante la temporada de lluvias, iniciando en el estado de Puebla.

Actualmente, hay poca información sobre la comparativa de la eficiencia al momento de limpieza en su posición actual del limpiaparabrisas así como tomar las mediciones de forma contraria por lo que se quiere llegar a analizar la eficiencia de limpiado que puede llegar a tener el cambio de posicionamiento de los limpiadores. La industria al estar tan enfocada en las nuevas tecnologías pueden llegar a no darse cuenta de las deficiencias que se presentan en los autos hoy día, por lo que el alcance a buscar es a nivel industria automotriz.

## **Planteamiento del problema**

Con el paso de los años se ha mostrado el cambio climático y las estaciones anuales han cambiado de fecha a como se tenía anteriormente, el calor y el frío, pero especialmente las lluvias; los huracanes y tormentas tropicales hacen que esté lloviendo en diferentes fechas del año. Hablando particularmente de Puebla, es una ciudad que se encuentra cercana al estado de Veracruz con dirección al Golfo de México.

Por lo tanto, la posición territorial de la capital, es común que llueva aumentando el número de accidentes durante las precipitaciones siendo 9 cada día, existen

diferentes factores que suben el riesgo de choque como la vida de llantas, asfalto mojado y principalmente parabrisas empañados o que permanezca mayor tiempo mojado del área del piloto, es de este último de donde sacamos nuestro problema principal, parabrisas con limpiadores mal posicionados al momento de su funcionamiento (Jácome, 2022).

Las generaciones actuales poseen mayor oportunidad de aprender a conducir a temprana edad mientras que los adultos mayores van perdiendo diferentes capacidades, pero en nuestros dos casos se necesita seguridad al manejar, siendo más precisos en la claridad al momento de utilizar el automóvil, por lo que la tecnología avanza para mejorar la visibilidad, se enfocan en crear nuevas tecnologías que a actualizar las que ya se tienen.

Estos mismos sujetos, así como los pilotos de edades promedios son las que tienen que tener en cuenta la seguridad de sus autos, de su visibilidad al momento de manejar, y no solamente por la vida de los conductores sino igual de las personas que se encuentran dentro del auto durante la conducción, es por eso que el análisis del funcionamiento correcto del limpiaparabrisas es fundamental para este tipo de situaciones.

Durante varios años se ha utilizado la misma tecnología y mecanismo de los limpiaparabrisas, como se comenta que este fue creado en 1903, han pasado 200 años desde su invención por lo que el estudio correcto respecto a la actualidad es necesario para el mejoramiento de los nuevos cambios climáticos y temporadas de lluvia en la ciudad. Al ser “funcional” desde sus inicios, no ha sido necesario sus análisis, aunque las sociedades han cambiado (ESNECA FIC GROUP, 2021).

Derivado de lo anterior se formula el siguiente objetivo de investigación: determinar la afectación de la posición tradicional de los limpiaparabrisas de los vehículos en la seguridad del conductor durante temporadas de lluvia en la ciudad de Puebla.

## Revisión bibliográfica

La razón por la que los limpiaparabrisas se inventaron es el motivo por lo que en la actualidad cualquier vehículo ya sea de motor, carbón o aéreo tienen uno o más; la nieve, hielo, lluvia o la suciedad son las principales cosas que se interponen en la vista del conductor y es por eso que se busca eliminar todo este tipo de obstáculo para evitar accidentes. Los limpiaparabrisas también pueden venir en la parte trasera de los vehículos, automóviles comúnmente (Zona Del Motor, 2019).

Sánchez Fernández (como se citó en Astudillo 2023) menciona sobre los modos de funcionamiento, los cuales son los siguientes:

Modo manual: como su nombre lo indica, el movimiento es controlado por el conductor, el sistema contiene velocidades que van dependiendo del clima a causa de una tormenta (mayor velocidad) o llovizna (menor rapidez), por otro lado, puede ser la manera en la que se utilizara el limpiaparabrisas, ya sea para quitar alguna basura o polvo.

Modo automático: la tecnología con circuitos integrados ya se tienen incluidos en los vehículos, por lo que los sensores de lluvia son los encargados de la activación de los limpiaparabrisas, así como la intensidad a la que se moverán, al igual que el manual se adaptaran si es solo una frisa o un aguacero.

Mitsubishi Motors (2020), una reconocida marca de automóviles, describe tres modelos de limpiaparabrisas, al igual que López (2023). Por su parte, Mundicoche (2023) comenta dos de los tipos mencionados por los autores anteriores, sin restarles valor, ya que además añade otros modelos a la lista.



## **Estándar o convencionales**

Estos limpiaparabrisas son los más comunes entre los vehículos, pero al igual son los baratos causando un tiempo de vida corto, no son resistentes para climas fríos y si se quiere tener un mayor ahorro solo se puede cambiar la hoja de goma la cual tiene por material endurecido de halógeno, aunque su limpieza debe de ser óptima.

## **Planos o beam wisper**

La durabilidad y eficiencia viene con un precio más alto que los convencionales, los limpiaparabrisas planos son los nuevos modelos que están siendo instalados en los automóviles actuales, se constituyen por una sola pieza con doble goma o con silicona de refuerzo. Al ser aerodinámicos y con menor ruido hacen que su valor se eleve.

## **Híbridos**

Como su nombre lo dice, es una combinación de las mejores funciones de los limpiaparabrisas anteriores, siendo un modelo más aerodinámico, con el armado de un convencional contando con una cubierta exterior, la cual funciona en los climas fríos de la ciudad.

En el blog llamado Mundicoche (2023) explica uno de los problemas más comunes de los limpiaparabrisas y el cómo se dan cuenta los conductores, uno de ellos es en el momento en que el limpiador no quita completamente la lluvia, para este tipo de fallas lo mejor es analizar la goma de la escobilla para observar si existen señales de desgaste, astillamiento o de dobladura y torsión.

Puebla llega a tener 9 accidentes al día, durante el 2022 se reportaron más de 1500 colisiones viales, como volcaduras, choques y atropellamientos, al igual que

7 de cada 10 choques son provocados entre automóviles particulares, menciona Jácome (2022). Mientras que en temporadas de lluvias se llegan a provocar incidentes de entre 3 a 4 autos.

## **Método y Metodología**

El método aplicado es experimental derivado de que las variables fueron manipuladas para poder obtener información relacionada con el tema en cuestión, fue clasificación cuasi-experimental derivado a que se manipula una variable independiente antes de calcular la variable dependiente y, por lo tanto, se elimina el problema de direccionalidad. La presente investigación tiene un método de investigación cuantitativo con división a inductivo, ya que contempla la aplicación de un caso particular hacia la generalización de resultados.

En esta investigación no se contó con una población, pues es un caso de estudio porque es una comparación de limpieza en el cambio de posición de los limpiaparabrisas.

## **Resultados**

Derivado del análisis y el desarrollo de la investigación, los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 1***Parámetros de medición de los limpiadores en la posición tradicional*

<b>Distancia entre centros de motores respecto a parabrisas</b>	<b>40 cm</b>
<b>Área total del parabrisas</b>	<b>50,936.3 cm<sup>2</sup></b>
<b>Área de limpieza del chofer (primer tiempo)</b>	<b>21030 cm<sup>2</sup></b>
<b>Área de no limpieza del chofer (primer tiempo)</b>	<b>44381.600 cm<sup>2</sup></b>
<b>Área de limpieza del copiloto (primer tiempo)</b>	<b>23890 cm<sup>2</sup></b>
<b>Área de no limpieza de copiloto (primer tiempo)</b>	<b>15781.600 cm<sup>2</sup></b>
<b>Largo y ancho del limpiador del chofer</b>	<b>50 cm x 5.8mm</b>
<b>Largo y ancho del limpiador copiloto</b>	<b>35cm x 5.8mm</b>
<b>Tiempo de limpiado de ida</b>	<b>1.3 s</b>
<b>Tiempo de limpiado de vuelta</b>	<b>1.4 s</b>
<b>ángulo de apertura chofer</b>	<b>90°</b>
<b>ángulo de apertura copiloto</b>	<b>120°</b>

Nota. Recolección de datos para resultados de investigación. Elaboración propia con bases en datos obtenidos en automóvil.

Para los resultados de comparación de la apertura y limpieza de los limpiaparabrisas nos muestran que en realidad si tiene una mayor abertura, esto dando como resultado de  $120^\circ$  de movimiento mientras que la apertura del limpiador del piloto es de  $90^\circ$  por lo que tenemos una diferencia de  $30^\circ$ , por lo cual, se considera que sí es un rango de diferencia importante para la visibilidad del conductor.

Por la parte de la limpieza de cada área del limpiador podemos observar que existen 2,860 cm<sup>2</sup> de diferencia entre cada limpiador, mientras que el área con mayor limpieza es el del copiloto, además de que el área que más nos interesa es del piloto por el simple hecho de que el que maneja debe de tener mayor visibilidad.

Al mismo tiempo se recabaron datos de no limpieza en el parabrisas de las dos partes, por el conductor y del copiloto, dando como resultado que el lugar que tiene una mayor superficie sucia es la del piloto arrojando 44381.600 cm<sup>2</sup> de no visibilidad al conductor, por otro lado, el resultado de la limpieza del copiloto es de 15781.600 cm<sup>2</sup>.

Comparando estas dos mediciones podemos examinar que el área de no limpieza por la parte del conductor es de más de la mitad que la cantidad que se tiene de no limpieza del copiloto, con este resultado podemos darnos cuenta de que las personas dentro del automóvil que tiene una mejor visibilidad a la hora de ir manejando es la del copiloto, lo cual no es bueno, ya que, el que maneja y lleva el control del vehículo debería de ser el que tenga una mejor percepción del camino.

Además de que al momento de realizar las pruebas de medición se notó que el movimiento que realiza el limpiador del copiloto es perjudicial para la visión del piloto; provoca que el agua que recoge en su movimiento de ida sea arrojada hacia el lado del conductor, esto provocando que el limpiador principal realice dos trabajos de limpieza, el de ida con el agua ya en el parabrisas y de vuelta con el agua arrojada por el limpiador del copiloto más el agua que se recolectó en esos segundos.

## **Conclusiones y discusión**

El impacto que puede llegar a tener esta investigación es provocar mayor interés en los fabricantes de vehículos en el modo de manejo del volante a la izquierda, y los limpiadores de forma tradicional. El analizar el movimiento de los limpiadores ayudará a tener una mejor oportunidad a desarrollar una propuesta de cambio de posición de los limpiadores para la seguridad de las personas conductores de la ciudad.

El objetivo general se alcanzó, ya que se trataba de determinar la afectación de la posición tradicional de los limpiadores de los vehículos por lo cual se logró con el análisis de la apertura de los limpiadores y el área que no limpia el limpiador del conductor y el cómo el copiloto es el que contiene mayor visibilidad cuando debería de ser al contrario.

Con los datos recabados en la investigación se propone el tener un seguimiento del tema y crear mayor información acerca del cambio de posición de los limpiaparabrisas en los autos con volante a la izquierda, para que el conductor tenga la mayor visibilidad disponible y necesaria con el propósito de disminuir el número de accidentes que suceden durante las temporadas de lluvia.

## Referencias

- Astudillo, C. A. (2023). Elaboración de una maqueta del sistema limpiaparabrisas con encendido automático. [Tesis de Licenciatura, Universidad del Azuay]. Repositorio institucional de la Universidad de Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/13371/1/18896.pdf>
- ESNECA FIC GROUP. (2021). Todo lo que debes saber sobre el limpia parabrisas y su uso. Máster automóvil. <https://www.mastersautomovil.com/blog/limpiaparabrisas-para-que-sirven/>
- Jácome, L. F. (2022, 4 julio). En Puebla se reportan 9 accidentes viales cada día. Poblanerías en línea. <https://www.poblanerias.com/2022/07/puebla-accidentes-viales-al-dia/>
- López, M. (2023, 27 enero). Limpiaparabrisas: qué es y qué función tiene en un coche. Motor.es. <https://www.motor.es/que-es/limpiaparabrisas>
- Mitsubishi Motors. (2020, 30 abril). Conoce los diferentes tipos de limpiaparabrisas. Mitsubishi Motors. <https://www.mitsubishi-motors.com.pe/blog/tipos-limpiaparabrisas/>
- Mundicoche. (2023, 4 enero). Limpiaparabrisas: historia, características, tipos, fallas y más. Mundicoches. [https://mundicoche.com/limpiaparabrisas-historia-caracteristicas-tipos/?expand\\_article=1](https://mundicoche.com/limpiaparabrisas-historia-caracteristicas-tipos/?expand_article=1)
- Zona Del Motor. (2019, 17 octubre). Limpiaparabrisas: características, tipos, partes y función! Zona Del Motor. <https://zonadelmotor.com/limpiaparabrisas/>

## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN ROBOT HEXÁPODO PARA  
LA BÚSQUEDA Y RESCATE DE PERSONAS**

**DESIGN PROPOSAL FOR A HEXAPOD ROBOT FOR THE  
SEARCH AND RESCUE OF PEOPLE**

ARTICULO DE INVESTIGACIÓN

**López, María Fernanda <sup>1</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

im42295@uvp.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7605-3398>

**López, Sergio Raúl <sup>2</sup>**

UVP Universidad del Valle de Puebla

sergio.lopez@uvp.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9762-8109>



## **Reseña de Autor <sup>1</sup>**

Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica en la Universidad del Valle de Puebla, con una sólida formación técnica adquirida durante mis estudios como Técnico en Programación. A lo largo de su formación, ha adquirido un amplio conocimiento y habilidades en diversos lenguajes de programación, incluyendo C++, C#, Python, MicroPython, HTML y MATLAB.

## **Reseña de Autor <sup>2</sup>**

Ingeniero Industrial por el Tecnológico Nacional de México Campus Puebla, Maestro en Ingeniería Administrativa y Calidad por la Universidad La Salle Benavente, Doctor en Alta Dirección por la Universidad del Valle de Puebla. Posdoctor en Administración de Negocios por el Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente.

## **Resumen**

La presente investigación se centra en la aplicación de la ingeniería mecatrónica en operaciones de búsqueda y rescate post-desastre, con un enfoque en la vulnerabilidad sísmica del estado de Puebla. Dicho esto, se plantea el diseño y desarrollo de un robot hexápodo como una solución tecnológica innovadora para mejorar la eficiencia y efectividad de dichas operaciones. Es importante mencionar que la metodología empleada en esta investigación comprende un diseño no experimental, un carácter transversal y un enfoque mixto.

Por otra parte, los resultados obtenidos destacan las mejoras incorporadas en el diseño propuesto, dado que el uso de materiales avanzados para el cuerpo del robot proporciona una mejora en la resistencia y ligereza del robot. Además, la integración de componentes electrónicos avanzados, mejora la capacidad de

percepción del entorno, así como también garantizan un control preciso y una coordinación eficiente del robot en tiempo real.

En conclusión, el diseño propuesto del robot hexápodo representa una contribución significativa en el campo de la ingeniería mecatrónica aplicada a operaciones de búsqueda y rescate, con el potencial de mejorar la seguridad y eficacia de dichas operaciones.

**Palabras clave:** Robótica, Tecnología, Sismo, Electrónica, Informática.

### **Abstract**

This research focuses on the application of mechatronic engineering in post-disaster search and rescue operations, with a focus on the seismic vulnerability of the state of Puebla. That said, the design and development of a hexapod robot is proposed as an innovative technological solution to improve the efficiency and effectiveness of such operations. It is important to mention that the methodology used in this research comprises a non-experimental, transversal and qualitative approach.

On the other hand, the results obtained highlight the improvements incorporated in the proposed design, given that the use of advanced materials for the robot body provides an improvement in the robot's strength and lightness. In addition, the integration of advanced electronic components, improves the ability to perceive the environment, as well as ensure precise control and efficient coordination of the robot in real time.

In conclusion, the proposed design of the hexapod robot represents a significant contribution in the field of mechatronic engineering applied to search and rescue operations, with the potential to improve the safety and efficiency of such operations.

**Keywords:** Robotics, Technology, Earthquake, Electronics, Computer Science.

## **Introducción**

La combinación de principios de la ingeniería electrónica, mecánica, informática y sistemas de control ha dado lugar a la ingeniería mecatrónica, un campo de estudio que ha obtenido avances significativos en la automatización y desarrollo de tecnologías. Dentro de este panorama innovador, la aplicación de la ingeniería mecatrónica en operaciones de búsqueda y rescate de personas, tiene potencial para generar un impacto en la seguridad y bienestar de las personas afectadas por desastres naturales.

La importancia de este tema radica en la necesidad de mejorar las operaciones de búsqueda y rescate de personas en escenarios post-desastre, en los cuales el tiempo es un factor crítico y las vidas humanas dependen de respuestas ágiles y eficaces. Sin embargo, los desastres naturales como los terremotos, no solo son una amenaza para la integridad física de la población, sino que también causa una demanda creciente para realizar soluciones tecnológicas capaces de optimizar la búsqueda y rescate de personas, así como también minimizar el riesgo de los individuos que están involucrados en dichas operaciones.

Desde una perspectiva social, esta investigación no solo aborda una problemática técnica, sino que también ayuda a salvaguardar vidas humanas y mitigar el sufrimiento en momentos de crisis. Dado que los terremotos no discriminan y afectan a diversos lugares, por lo que la implementación de soluciones tecnológicas innovadoras, como la propuesta del diseño de un robot hexápodo, adquiere una dimensión ética y humanitaria.

La elección de Puebla como lugar de enfoque radica en su vulnerabilidad sísmica y también en la oportunidad de desarrollar una solución tecnológica precisa y adaptada a un entorno en particular. Además, es importante mencionar que esta

investigación no solo beneficia al sitio específico, sino que establece un precedente para futuras innovaciones en la aplicación de la mecatrónica en el ámbito de desastres naturales.

## **Planteamiento del problema**

Los terremotos se encuentran entre los desastres naturales más peligrosos y traen consigo diversas consecuencias para los humanos como fracturas, amputaciones e incluso la muerte, puesto que algunas personas quedan atrapadas en los escombros y es difícil llegar a ellos de forma rápida (Nola, 2018).

Es importante mencionar, que a lo largo de los años México ha sufrido diversas pérdidas a consecuencia de terremotos. De los terremotos más recientes destacan el del 7 y 19 de septiembre de 2017, los cuales tuvieron una magnitud de 8.2 y 7.1, los cuales sacudieron el estado de Oaxaca y la Ciudad de México, cobrando la vida de al menos 369 personas y derrumbando a 57 edificios (Zamarrón , 2021).

Sin embargo, esto no solo ocurre en el país de México, otros países también se ven afectados a causa de este desastre natural, por ello se han llevado a cabo diversas investigaciones para la creación de robots autónomos para ayudar y facilitar el rescate de personas, dado que realizar dichas tareas de forma manual lleva más tiempo y además pone en riesgo la vida de los rescatistas, puesto que se tienen que mover dentro de escombros y estos se pueden caer, provocando así también la muerte de los rescatistas.

Es fundamental enfatizar que, la ingeniería mecatrónica ha jugado un papel fundamental dentro de lo que se mencionó anteriormente, puesto que a lo largo de los años ha avanzado significativamente en la creación de robots autónomos y se han elaborado prototipos de robots ápodos, cuadrúpedos y hexápodos, con el propósito de facilitar las operaciones de búsqueda así como también de rescate en situaciones de emergencia ante la presencia de un sismo.

No obstante, a pesar de los avances dentro de la ingeniería mecatrónica y en los sistemas de control, existen desafíos significativos que limitan la eficacia de los robots antes mencionados, puesto que se tienen que tomar en cuenta diferentes aspectos como lo son el diseño, ya que el robot debe contar con una buena estabilidad al moverse dentro de espacios muy reducidos los cuales cuentan con varios obstáculos debido a los escombros.

Otro aspecto importante a tomar en consideración, son los sistemas de control, pues el desarrollar cada uno de estos sistemas es de gran importancia para que el robot pueda realizar cada una de las tareas de forma efectiva, sin embargo, hay muy poca información para crear un sistema de control enfocado en este tipo de robots, los cuales deben ser totalmente autónomos, así como también para evitar obstáculos y desplazarse en diferentes terrenos sin ningún tipo de problema.

Por lo tanto, la investigación en cuestión busca mejorar los aspectos antes mencionados al proponer el diseño de un robot hexápodo, el cual cuente con un sistema de control, capaz de dar prioridad a las personas que aún cuenten con signos vitales, así como también lograr una mejora en el desplazamiento del robot en diferentes terrenos, a pesar de encontrarse en espacios reducidos.

Por todo lo anterior, la pregunta de investigación resultante es la siguiente: ¿cuál es el valor agregado al construir un robot hexápodo para la búsqueda y el rescate de personas en situaciones críticas a consecuencia de los desastres causados por sismos en Puebla durante el periodo agosto 2023 – julio 2024?

## **Revisión bibliográfica**

La ingeniería mecatrónica es un campo de estudio que combina principios de la ingeniería electrónica, mecánica, informática y sistemas de control. Tiene como objetivo mejorar los procesos de automatización por medio de la planificación, desarrollo de productos y servicios (Universidad Tecmilenio, 2023).

Los desarrollos tecnológicos realizados gracias a la ingeniería mecatrónica han permitido que la robótica vaya en crecimiento generando robots con la capacidad de guardar información de tareas realizadas, para después lograr ejecutarlas de manera casi autónoma (Corporación Tecnológica Industrial Colombiana, 2019).

Dicho esto, es relevante mencionar que la mecatrónica surgió como respuesta a la demanda de sistemas automatizados y robóticos en diversos sectores, como en la industria automotriz, la industria manufacturera, en el área de medicina y la agricultura.

Como se mencionó anteriormente, esta ingeniería se encuentra en constante evolución, debido a que se están desarrollando robots más autónomos con sistemas de control más avanzados, ya no solo para cubrir las necesidades industriales, sino también para ayudar a la sociedad, un ejemplo de ello es la elaboración de diseños los cuales consisten en la creación de robots ápodos, cuadrúpedos o hexápodos para facilitar el rescate humano.

En primer lugar, los robots ápodos tienen una característica que los hace únicos, ya que realizan movimientos similares a los de una serpiente o un gusano. Estos robots pueden doblarse, así como también adoptar la forma del terreno por el que se desplazan, además debido a su tamaño pueden introducirse en espacios muy pequeños donde otros robots no pueden llegar (Hernández, 2019).

Por su lado, los robots cuadrúpedos son aquellos que cuentan con cuatro extremidades o patas, este tipo de robots suelen parecer insectos y están diseñados para desplazarse con mayor facilidad (Cevallos, 2019).

Por otra parte, los robots hexápodos son similares a las hormigas o arañas, ya que cuentan con seis extremidades y esto logra que el robot cuente con mayor estabilidad a la hora de desplazarse por cualquier lugar (García, 2018).

Mencionado lo anterior, una de las razones por la cual se han realizado investigaciones para la elaboración y mejora de dichos robots es para facilitar la búsqueda y rescate de personas en caso de sufrir alguna consecuencia debido a desastres naturales como los terremotos, con la finalidad de reducir muertes.

Puesto que, los terremotos se encuentran entre los desastres naturales más peligrosos y aterradores, ya que, estos pueden ocurrir en cualquier momento y traen consigo diversas consecuencias para los humanos como fracturas, amputaciones e incluso la muerte, puesto que algunas personas quedan atrapadas en los escombros y es difícil llegar a ellos de forma rápida (Nola, 2018).

Por lo tanto, Cevallos (2019) llevó a cabo el diseño y construcción de un robot cuadrúpedo, el cual puede ingresar a lugares de difícil acceso en caso de desastres naturales. De acuerdo con su investigación, el programa para el control del robot fue capaz de lograr que este se moviera libremente en cualquier dirección, así como también esquivar obstáculos de alrededor de 12 cm. Sin embargo, es importante mencionar que se deben tomar en cuenta las características de algunos elementos electrónicos para lograr que el robot pueda moverse con mayor facilidad.

Por su parte, Ramos (2020) desarrolló un prototipo robótico de exploración, reconocimiento y ayuda en el rescate humano. Este trabajo tuvo como objetivo detectar contaminantes ambientales por medio de una cámara. El resultado de este trabajo fue satisfactorio, debido a que se logró implementar la cámara con éxito y se logró desarrollar un brazo para el removimiento de escombros.

Por otro lado, Asenjo (2021) realizó un estudio y diseño del control de movimientos de un robot ápedo, con la finalidad de que este lograra desplazarse de forma autónoma y en dos dimensiones en cualquier tipo de terreno. Sin embargo, tras el estudio que llevó a cabo realizó un prototipo, en el cual logró observar que en cuanto mayor son los valores de los parámetros, la velocidad lineal y angular son mayores.

Sin embargo, Carrera (2021) llevó a cabo la creación de entornos para el desplazamiento inteligente de un robot ápedo el cual cuenta con aprendizaje automático para documentar los pasos a seguir para mejorar el sistema de control del robot, sin embargo, tuvo diversas dificultades como el análisis y el desarrollo del sistema, debido a falta de información.

A partir de lo anterior, se puede establecer que la mecatrónica juega un papel importante en el desarrollo de tecnologías para ayudar a enfrentar desafíos como los desastres naturales y gracias a los avances dentro de la robótica, en los diferentes sistemas de control, se han diseñado prototipos capaces de buscar y rescatar personas.

Algunas de las investigaciones mencionadas anteriormente han logrado cumplir sus objetivos, sin embargo, traen consigo dificultades, ya que se deben considerar diversos elementos como el costo, dado que algunos dispositivos electrónicos son muy caros, además se tiene que tomar en cuenta el tamaño de estos para lograr robots más eficientes, los cuales puedan ingresar en cualquier lugar sin demasiadas dificultades. Otro punto importante es que es difícil realizar el análisis y los sistemas de control por falta de información al trabajar con robots ápodos, cuadrúpedos y hexápodos.

## **Método y Metodología**

La presente investigación adopta un diseño no experimental para el desarrollo del robot hexápodo, dado que se enfoca en comprender y diseñar soluciones tecnológicas sin manipulación de variables. Este enfoque permite analizar el fenómeno de búsqueda y rescate en situaciones de desastre, sin interferir en su desarrollo natural. Además, al ser un estudio transversal, se realiza una única observación de la variable, lo que es adecuado para este proyecto.



La investigación opta por un enfoque mixto, es decir cualitativo y cuantitativo, debido a la necesidad de comprender las características inherentes de los elementos relacionados con las operaciones de rescate, como el material con el cual está construido el robot hexápodo. Estos enfoques permiten llevar a cabo un análisis detallado de las propiedades físicas y técnicas de los materiales, lo que es esencial para diseñar un robot que cumpla con los requisitos de resistencia, durabilidad y adaptabilidad necesarios para operar en entornos de búsqueda y rescate.

De igual manera, permiten analizar los elementos electrónicos, los cuales son importantes para que el robot pueda realizar las actividades de búsqueda y rescate de una forma eficaz y efectiva.

Por otra parte, la investigación se enfoca en un caso de estudio específico en el estado de Puebla, debido a su vulnerabilidad sísmica y la oportunidad de desarrollar una solución adaptada a este entorno. Este enfoque permite abordar de manera efectiva las necesidades particulares de la población afectada por desastres naturales, contribuyendo así a la seguridad y bienestar de la comunidad.

Para llevar a cabo la recolección de datos se realizará un cuadro comparativo en el cual se compararán diferentes aspectos de los robots hexápodos diseñados actualmente para operaciones de búsqueda y rescate. Este instrumento proporciona una forma sistemática de analizar y contrastar las características clave de los diseños existentes y el diseño propuesto, facilitando la toma de decisiones informadas durante el proceso de diseño del robot.

## **Resultados**

A partir de la Tabla 1 que se encuentra en el apartado de anexos, los resultados obtenidos se interpretan de la siguiente manera; el robot hexápodo uno está construido con una aleación de aluminio, por lo que el robot es fácil de mecanizar.

Sin embargo, presenta una desventaja significativa en términos de resistencia a la corrosión. Este robot utiliza la plataforma Arduino Mega para controlar los dispositivos electrónicos. No obstante, las capacidades de procesamiento son limitadas, lo que puede restringir su rendimiento en tareas más complejas.

En cuanto sensores, el robot hexápodo está equipado con sensores de ultrasonido e infrarrojo, estos sensores son económicos y adecuados para lograr una navegación básica en un entorno sin demasiados obstáculos, dado que dichos sensores carecen de precisión y alcance. La durabilidad de este robot es moderada, siendo resistente a impactos de intensidad media, lo cual es insuficiente para entornos exigentes. La capacidad de la batería es de 5000mAH, lo que confiere una autonomía aproximadamente de dos horas. En términos de navegación, utiliza GPS e IMU, sistemas suficientes para una navegación básica.

El robot hexápodo dos tiene un cuerpo de fibra de carbono, material conocido por su alta resistencia y baja densidad. Sin embargo, es un material costoso y difícil de reparar. Este robot emplea una Raspberry Pi para sus elementos electrónicos, lo cual proporciona buenas capacidades de procesamiento, aunque con un mayor consumo de energía. Los sensores incluyen una cámara RGB y Lidar, estos ofrecen una alta precisión y capacidad de capturar datos detallados del entorno, aunque tienen un mayor costo y complejidad.

La durabilidad es notablemente alta, siendo resistente a impactos fuertes lo que es ideal para entornos exigentes. No obstante, esta característica también aumenta su peso total. Cuenta con una batería de 10,000 mAh que permite una autonomía aproximada de cuatro horas, adecuada para misiones de duración media. Utiliza un sistema de navegación GPS y odometría, por lo cual ofrece mayor precisión, pero requiere calibración, es importante mencionar que el robot pesa 7 kg, proporcionando mayor estabilidad en terrenos irregulares. Sin embargo, al tener un tamaño mayor reduce su maniobrabilidad en espacios reducidos.

Por otra parte, el robot hexápodo tres está construido con polímeros reforzados, materiales que ofrecen buena resistencia y flexibilidad, aunque son menos resistentes a altas temperaturas. Utiliza un Nvidia Jetson Nano para el control de elementos electrónicos, lo cual le otorga excelentes capacidades de procesamiento para tareas de inteligencia artificial, a costa de un alto consumo de energía. Sus sensores incluyen una IMU y un sensor de proximidad, adecuados para la detección de objetos cercanos, lo que disminuye la capacidad de mapeo a largo alcance.

Este robot es sensible a golpes fuertes, por lo que es menos adecuado para entornos exigentes, cuenta con una batería de 7500MAH la cual proporciona una autonomía de tres horas, aceptable para misiones de corta duración. Utiliza un sistema de navegación básico, pesa 6.5Kg, lo que proporciona una buena estabilidad y el tamaño es intermedio.

Por otro lado, el Asterisk (Osaka, Japón) está hecho de una aleación de titanio, que ofrece excelente resistencia a la corrosión y a impactos, aunque es demasiado costoso y difícil de mecanizar. Emplea un microcontrolador STM32, que es eficiente energéticamente y ofrece un buen desempeño. No obstante, tiene una capacidad menor en el procesamiento. Sus sensores incluyen una cámara RGB y un acelerómetro, que ofrecen un buen equilibrio entre la calidad de imagen y detección de movimiento.

Dicho robot es resistente a impactos y vibraciones, ideal para entornos exigentes. Sin embargo, puede llegar a ser costoso de reparar en caso de daños. Cuenta con una batería de polímero de 14.4 V lo que proporciona autonomía de 3.5 horas, adecuada para misiones de duración media. Utiliza GPS e IMU para navegación, pesa 4 Kg, siendo ligero y fácil de transportar, aunque es menos estable en terrenos irregulares.

Por último, el robot propuesto destaca en varios aspectos clave. Está construido con Kevlar, un material conocido por su alta resistencia al impacto y a altas

temperaturas. Sin embargo, puede ser costoso y difícil de trabajar. Utiliza el ESP32-WROVER para sus elementos electrónicos, proporcionando una buena capacidad de procesamiento y conectividad inalámbrica. Sus sensores incluyen un módulo de cámara térmica Lepton y sensores infrarrojos, ideales para la detección de baja visibilidad y ambientes térmicos.

Este robot es robusto y adecuado para entornos exigentes, dado que es resistente a impactos y capaz de ofrecer visión en tiempo real. La batería de polímero de litio de 10,000 mAh proporciona una excelente autonomía de hasta 5 horas, adecuada para misiones de larga duración. Utiliza un sistema de navegación basado en GPS e IMU, confiable y preciso. Pesa 5 Kg, combinando ligereza y estabilidad.

## **Conclusiones y discusión**

Finalmente, esta investigación destaca la aplicación de la ingeniería mecatrónica en operaciones de búsqueda y rescate, particularmente a través de la propuesta de diseño de un robot hexápodo. La implementación de dicho robot ofrece una solución innovadora y prometedora para mejorar la seguridad y el bienestar de las personas afectadas por desastres naturales.

Desde una perspectiva técnica, los resultados obtenidos indican que el diseño propuesto del robot hexápodo presenta mejoras significativas en varios aspectos clave en comparación con los modelos anteriores, dado que el uso de materiales como el Kevlar proporciona una combinación excepcional de resistencia y ligereza, lo que permite al robot enfrentar terrenos rocosos y obstáculos con eficacia. Además, la integración de componentes electrónicos como el ESP32-WROVER, garantiza un control preciso y una coordinación óptima del robot en tiempo real.

La inclusión de un módulo de cámara térmica Lepton y sensores infrarrojos Sharp mejora la capacidad de detección y percepción del entorno del robot, lo que

resulta crucial en operaciones de búsqueda y rescate, especialmente para identificar signos vitales y priorizar la atención a las personas que los necesitan.

En respuesta a la pregunta de investigación, el valor agregado de construir un robot hexápodo para la búsqueda y el rescate de personas en situaciones críticas a consecuencia de los desastres causados por sismos en Puebla durante el periodo agosto 2023 – julio 2024 es evidente. Dado que no solo representa un avance tecnológico, sino también un compromiso con la protección y el bienestar humano. Este estudio demuestra cómo la innovación y la tecnología pueden transformar las respuestas ante desastres, proporcionando herramientas efectivas que salvan vidas y demuestran un impacto positivo de la ingeniería en la sociedad.

## Referencias

- Asenjo Madrigal, C. (2020). Estudio y diseño del control de movimientos de un robot ápododo [Trabajo de fin de máster, Escuela Técnica Superior Ingeniería Industrial Valencia]. Repositorio institucional de la Escuela Técnica Superior Ingeniería Industrial Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/175302/Asenjo%20-%20ESTUDIO%20Y%20DISENO%20DEL%20CONTROL%20DE%20MOVIMIENTOS%20DE%20UN%20ROBOT%20APODO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carrera, M. A. (08 de Septiembre de 2021). Creación de entornos para desplazamiento inteligente de robot con uso de aprendizaje automático [Trabajo de fin de grado, Universidad de La Laguna Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología]. Repositorio institucional de la Universidad de La Laguna Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/25440/Creacion%20de%20entornos%20para%20desplazamiento%20inteligente%20de%20robot%20con%20uso%20de%20aprendizaje%20automatico..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cevallos, M. (2019). Diseño y construcción de un robot cuadrúpedo para ingreso a lugares de difícil acceso en caso de emergencias y desastres naturales terrestres [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica Israel]. Repositorio institucional de la Universidad Tecnológica Israel. <https://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/1936/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-2019-030.pdf>
- Corporación Tecnológica Industrial Colombiana. (2019). Resumen histórico de la Ingeniería Mecatrónica. TEINCO. <https://teinco.edu.co/resumen-historico-de-la-ingenieria-mecatronica/>
- Forbes Staff. (2021). Los 8 sismos más catastróficos en la historia de México. Forbes. <https://www.forbes.com.mx/los-8-sismos-mas-catastroficos-en-la-historia-de-mexico/>
- García, M.C. (2018). Modelado y simulación del sistema de locomoción de un robot hexápodo [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Querétaro]. Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Querétaro. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1045>
- Hernández, S. (2019). Diseño y Construcción de un Prototipo de Robot Ápodo Modular e Hiper-redundante [Tesis de grado, Obtenido de Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales. Repositorio institucional de la Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/31191/TFG-P-836.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nola, I. (2018). Earthquakes and their environmental, medical and public health impacts. Salud Pública de México, 60(1), S16-S22. <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/9212>
- Ramos, E. (2020). Robot de exploración, reconocimiento y ayuda en el rescate humano [Tesis de grado, Universidad Pública de el Alto]. Repositorio institucional de la Universidad Pública de el Alto. [https://repositorio.upea.bo/jspui/handle/123456789/27/simple-search?location=123456789%2F27&query=123456789&filtername=author&filtertype>equals&filterquery=Eddy+Laura+Ramos&rpp=10&sort\\_by=score&order=desc](https://repositorio.upea.bo/jspui/handle/123456789/27/simple-search?location=123456789%2F27&query=123456789&filtername=author&filtertype>equals&filterquery=Eddy+Laura+Ramos&rpp=10&sort_by=score&order=desc)
- Universidad Tecmilenio. (2023). Qué es Ingeniería Mecatrónica, qué estudia y para qué sirve. Tecmiblog. <https://blog.tecmilenio.mx/articulos/que-es-ingenieria-mecatronica>

## Anexos

**Tabla 1**

*Comparativa Robots Hexápodos*

Aspecto	Robot hexápodo 1	Robot hexápodo 2	Robot hexápodo 3	Asterisk (Osaka, Japón)	Propuesta
<b>Material del Cuerpo</b>	Aleación de Aluminio	Fibra de Carbono	Polímeros Reforzados	Aleación de Titanio	Kevlar
<b>Elementos Electrónicos</b>	Arduino Mega	Raspberry Pi	Nvidia Jetson Nano	STM32 Microcontrolador	ESP32-WROVER
<b>Sensores</b>	Ultrasonido, Infrarrojo	Cámara RGB, Lidar	IMU, Sensor de Proximidad	Cámara RGB, Acelerómetro	Módulo de cámara térmica Lepton, Infrarrojo Sharp
<b>Durabilidad</b>	Resistente a impactos moderados	Alta resistencia a impactos	Sensible a golpes fuertes	Resistente a impactos y vibraciones	Resistente a impactos, visión en tiempo real.
<b>Capacidad de la Batería</b>	5000 mAh	10000 mAh	7500 mAh	Polímero 14.4 V	Polímero de litio 10.000 mAh
<b>Autonomía</b>	2 horas	4 horas	3 horas	3.5 horas	Máximo 5 horas
<b>Sistema de Navegación</b>	GPS, IMU	GPS, Odometría	GPS, IMU	GPS, IMU	GPS, IMU
<b>Peso</b>	5 kg	7 kg	6.5 kg	4 kg	5 kg
<b>Tamaño</b>	50 cm x 30 cm x 20 cm	60 cm x 40 cm x 25 cm	55 cm x 35 cm x 22 cm	55 cm x 35 cm x 22 cm	55 cm x 35 cm x 22 cm

*Nota.* Se puede observar en la tabla la comparativa de los robots hexápodos existentes para la búsqueda y rescate de personas, así como también el robot hexápodo propuesto.

## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN



**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA  
GESTIÓN DE BIENES INMUEBLES EN LA MICROEMPRESA  
“JOSÉ AVENDAÑO”**

**DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR  
THE MANAGEMENT OF THE REAL ESTATE IN THE  
MICROENTREPRISE “JOSÉ AVENDAÑO”**

ARTICULO DE INVESTIGACIÓN

**Vergara, Pedro**

UVP Universidad del Valle de Puebla

Vergarapit9@gmail.com

ORCID: 0009-0005-8458-5951

## Reseña de Autor

Egresado de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas y Tecnologías de la Información de la Universidad del Valle de Puebla. Con certificaciones en HTML por parte de Microsoft y APTIS. Con intereses en la creación y desarrollo de software a medida.

## Resumen

La microempresa “José Avendaño” inicialmente dependía del dueño para todas las tareas administrativas y económicas. La falta de un sistema informático para administrar las propiedades resultó en ineficiencia y riesgos financieros. La investigación se enfoca en mejorar la gestión inmobiliaria en la microempresa mediante una aplicación móvil integral. Esto contribuirá al desarrollo de las MIPYMES al mejorar la eficiencia operativa, reducir los riesgos financieros y mejorar la competitividad. La investigación también aportará teórica, conceptual, metodológica, y prácticamente, y tendrá un impacto social positivo. La implementación de la aplicación móvil beneficiará tanto a la empresa como a la economía local, al tiempo que servirá como un modelo para otras MIPYMES que enfrentan desafíos similares. En resumen, la investigación es crucial para abordar los problemas críticos de gestión inmobiliaria de “José Avendaño” y tiene el potencial de impulsar su éxito y el desarrollo tecnológico en el ámbito local.

**Palabras clave:** microempresa, gestión, aplicación móvil, mejorar e inmuebles.

## Abstract

The microenterprise “José Avendaño” initially relied on the owner for all administrative and economic tasks. The lack of a computer system to manage the

properties resulted in inefficiency and financial risks. The research focuses on improving real estate management in the microenterprise through a comprehensive mobile application. This will contribute to the development of SMEs by enhancing operational efficiency, reducing financial risks, and improving competitiveness. The research will also provide theoretical, conceptual, methodological, and practical contributions, and will have a positive social impact. The implementation of the mobile application will benefit both the company and the local economy, while also serving as a model for other SMEs facing similar challenges. In summary, the research is crucial for addressing the critical real estate management issues of “José Avendaño” and has the potential to drive its success and technological development in the local area.

**Keywords:** Microenterprise, managment, mobile application, improve and real estate.

## Introducción

En un principio la microempresa “José Avendaño” tenía al dueño realizando todos y cada uno de los trabajos que una microempresa debe tener para tener un gran desempeño tanto administrativo como económico. Cada inquilino y/o comprador de algún bien inmueble lo hacía el dueño y así evitar posibles engaños, fraudes o incluso robos a su economía es por eso que de alguna manera no se tomó en cuenta a futuro la creación de un portal web o una aplicación móvil para poder llevar un manejo más completo y sencillo de usar para el dueño.

Debido a la experiencia obtenida a lo largo de los años la microempresa ha detectado distintas fallas a la ineficiencia que se tiene en su administración, es por eso que estudiaron el mercado y se dieron cuenta de que su competencia fue

actualizando su forma de renta y venta de bienes inmuebles, por eso la microempresa “José Avendaño” se tomó a la tarea de involucrarse poco a poco dentro del mercado de la tecnología, ya contando con un logotipo que los represente y actualmente con la creación de esta aplicación a medida la cual tendrá manejo total el cliente y que cumplirá con los requisitos que el cliente quiera y necesite.

Es por eso que se creara una aplicación a medida en el cual se pueda llevar un mejor control de todos y cada uno de los inmuebles que se tienen en posesión, así mismo llevar una organización económica de los departamentos que se tienen en renta, realizar una confirmación de que cada inquilino cumplió con sus pagos en tiempo y forma y un plus que se agregará.

## **Planteamiento del problema**

El problema que se presenta dentro de la microempresa “José Avendaño” es la falta de eficiencia en la gestión administrativa. Es por eso que un sistema informático le brindará las herramientas para ayudar a tener un control de recursos que, a pesar de la importancia

de las microempresas en el desarrollo económico y social de un país, dicha microempresa enfrenta dificultades significativas en la gestión de su cartera de bienes inmuebles, que se traducen en:

1. Falta de un control que permita gestionar las Propiedades Inmobiliarias: la empresa carece de un sistema informático para administrar sus propiedades, lo que resulta en la pérdida de tiempo y recursos debido a la búsqueda manual de información y documentos.
2. Errores y riesgos financieros debido a la gestión manual y desactualizada: la falta de automatización (reemplazar o reducir la interacción humana) en la gestión de contratos y pagos de alquiler aumenta el riesgo de errores financieros y problemas de comunicación con los inquilinos, lo que puede resultar en pérdida de ingresos.

Un ejemplo concreto que ilustra estos problemas es la falta de seguimiento adecuado de los contratos de arrendamiento y la falta de comunicación oportuna con los inquilinos sobre los vencimientos de los pagos de alquiler. Esto ha resultado en retrasos en los pagos y tensiones con los inquilinos, lo que ha afectado negativamente la reputación de la empresa y su flujo de efectivo.

## **Revisión bibliográfica**

En lo presente, se describe la evolución y los desafíos de la microempresa “José Avendaño” en el sector inmobiliario, así como la formulación de una solución tecnológica para mejorar su eficiencia operativa. Inicialmente, la empresa estaba gestionada por el propietario, quien realizaba todas las tareas necesarias para el funcionamiento administrativo y económico. Sin embargo, con el tiempo se identificaron deficiencias en la gestión y se observó que la competencia estaba adoptando tecnologías más avanzadas.

La falta de organización en la gestión de propiedades inmobiliarias y la ausencia de una solución integral para la administración de bienes inmuebles eran problemas recurrentes. Esto llevó a errores financieros y riesgos debido a la gestión manual y desactualizada. Se destaca un incidente específico donde la falta de seguimiento adecuado de los contratos de arrendamiento y la comunicación deficiente con los inquilinos afectaron la reputación y el flujo de efectivo de la empresa.

El problema principal se centra en la falta de eficiencia en la gestión administrativa, lo que requiere una solución informática para mejorar el control de los recursos y simplificar los procesos. Se plantea la necesidad de desarrollar una aplicación móvil personalizada para la gestión inmobiliaria en la microempresa “José Avendaño”. Los objetivos incluyen minimizar errores financieros, mejorar la comunicación con los inquilinos y proporcionar una ventaja competitiva en el mercado local.

La justificación de la investigación resalta su importancia para las micro, pequeñas y medianas empresas, así como su contribución a la eficiencia operativa, la reducción de riesgos financieros y el desarrollo tecnológico local. Se espera que la implementación exitosa de la aplicación móvil no solo beneficie a la empresa, sino que también tenga un impacto positivo en la economía local y en el desarrollo tecnológico en general.

En resumen, el texto aborda la transformación digital de una microempresa inmobiliaria, desde la identificación de problemas hasta la formulación de una solución tecnológica que mejore su eficiencia operativa y su competitividad en el mercado.

## **Método y Metodología**

Este enfoque cualitativo se justifica por la complejidad y la naturaleza multifacética de los desafíos que enfrenta “José Avendaño”. A través de métodos cualitativos de investigación, se buscará capturar la riqueza y la profundidad de las experiencias individuales, así como las dinámicas sociales y organizacionales que influyen en la gestión inmobiliaria de la empresa.

Al optar por un enfoque cualitativo, se espera obtener una comprensión holística y contextualizada de los problemas y oportunidades relacionados con la gestión inmobiliaria en “José Avendaño”. Esto permitirá identificar patrones, temas y puntos críticos que pueden no ser evidentes a través de enfoques puramente cuantitativos. Además, este enfoque cualitativo facilitará la exploración de múltiples perspectivas y la generación de conocimiento en colaboración con los participantes de la investigación.

A través de esta investigación cualitativa, se busca informar el desarrollo de

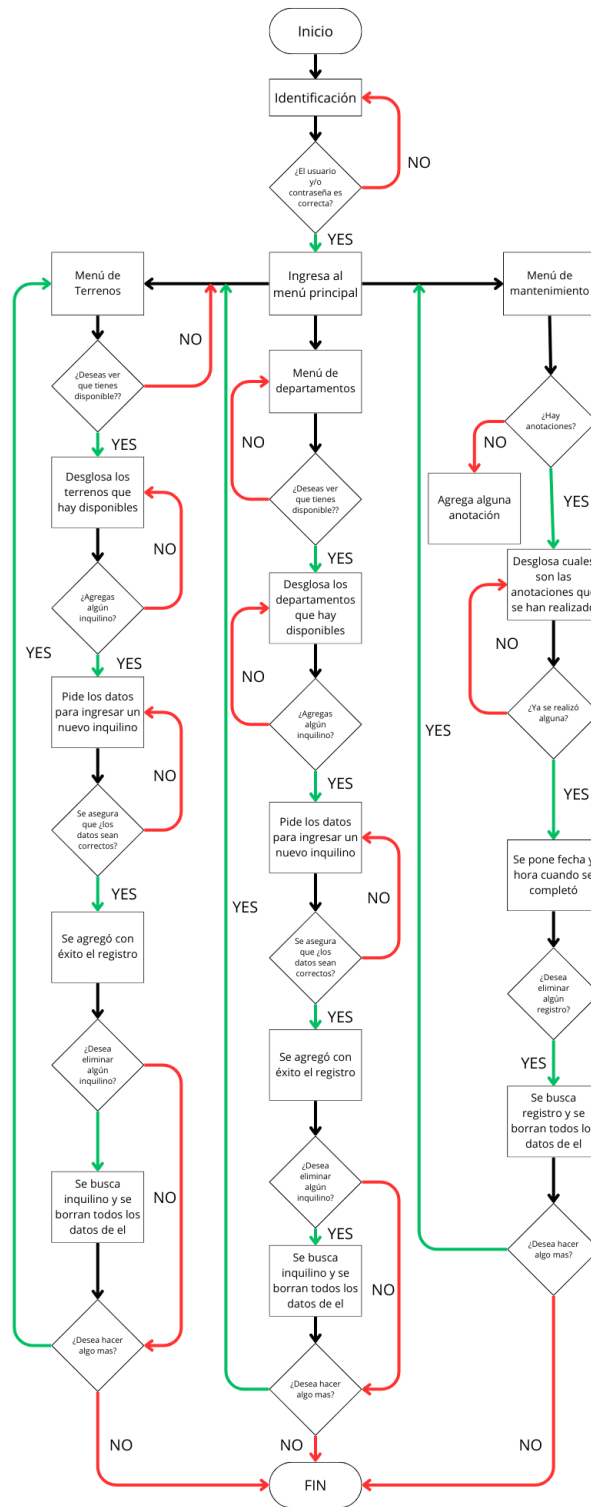
estrategias y soluciones personalizadas que aborden de manera efectiva los desafíos específicos que enfrenta la microempresa “José Avendaño” en su gestión inmobiliaria. Esta investigación no solo contribuirá al crecimiento y la sostenibilidad de la empresa, sino que también puede proporcionar ideas y aprendizajes valiosos para el campo más amplio de la gestión empresarial en el sector inmobiliario.

El diagrama de flujo es una herramienta visual que representa la secuencia de pasos de un proceso mediante el uso de símbolos y conectores. Estos elementos ilustran las etapas del proceso, las decisiones tomadas y el flujo de las acciones de manera clara y estructurada. Su utilidad radica en su capacidad para facilitar la comprensión, comunicación y análisis de procesos complejos. Sin embargo, para una recopilación exhaustiva de información, se requiere complementar esta herramienta con una entrevista. La entrevista implica conversaciones estructuradas que permiten explorar a fondo las experiencias, percepciones y opiniones del participante, proporcionando así una perspectiva más completa del tema en cuestión.

El uso del diagrama de flujo en el proyecto de investigación sobre la gestión inmobiliaria en la empresa “José Avendaño” se justifica por su capacidad para visualizar de manera clara y concisa los procesos involucrados en la gestión de propiedades. Esto facilita la identificación de áreas de mejora, la optimización de la eficiencia operativa y la comunicación efectiva de hallazgos y recomendaciones a todas las partes interesadas. Además, la inclusión de entrevistas complementa esta perspectiva al permitir una exploración más profunda de las experiencias y opiniones de los involucrados, enriqueciendo así el análisis y las conclusiones del estudio. A continuación, se presenta la estructura del trabajo:

**Figura 1**

*Diagrama de flujo*





**Tabla 1**

*Variables*

ÍTEM	VARIABLE	JUSTIFICACIÓN
¿Cuántas personas tendrán acceso a esta aplicación?	Usuarios	Se solicita esta información para saber si la aplicación sería de fácil uso o un poco más compleja para que el único usuario la maneja a su manera
¿Qué tipo de color quiere en su aplicación?	Color	Se solicita un color ya sea del agrado del cliente o ya sea del color de su logotipo
¿Qué tipo de fuente y tamaño sería?	Letra	Ya sea letra legible o letra animada y de qué tamaño desea o que el mismo dispositivo modifique esa función de tamaño
¿Cuántos apartados desea en su aplicación?	Apartados	Cuantos menús desea, (clientes, departamentos, terrenos, Mantenimiento, recordatorios, pagos, etc.)
En el apartado de terrenos, ¿qué desea poder hacer?	Apartado	Qué función tendría el apartado de terrenos, desde agregar inquilino, eliminar inquilino y verificar que terreno tiene disponible
En el apartado de departamentos, ¿qué desea poder hacer?	Apartado	Qué función tendría el apartado de departamentos, desde agregar inquilino, eliminar inquilino y verificar que departamento y de que zona tiene disponible

**Tabla 2**

*Variables*

En el apartado de mantenimiento, ¿qué desea poder hacer?	Apartado	Que función tendría el apartado de mantenimiento, desde agregar anotaciones, eliminarlas y verificar que anotaciones ya se realizaron
¿Qué tipo de información desearía guardar?	Base de datos	Si desea guardar desde fotos y videos o puro texto
Input	Nombre	Verificar la identidad del usuario
Input	Contraseña	Verificar la identidad del usuario
Botón	Agregar	Agregar los datos de un nuevo inquilino
Botón	Eliminar	Eliminar los datos de algún inquilino
Botón	Agregar	Agregar algún requerimiento para mejora del depto.
Checkbox	Completado	Se marcará la mejora que se completó
Checkbox	Pago	Se marcará este checkbox cuando un inquilino realice su mensualidad

## Conclusiones y discusión

La microempresa “José Avendaño” contaba con muchos problemas, ya que el dueño hacía todo manualmente, lo que era muy ineficiente y arriesgado. Se propuso crear una aplicación móvil para gestionar mejor las propiedades. Esta app hará que la empresa trabaje mejor, reduzca errores y sea más competitiva. Además, ayudará a otras pequeñas empresas a mejorar también.

Es necesario que “José Avendaño” necesite modernizarse porque sus competidores ya usan tecnología avanzada. La falta de un sistema informático ha causado muchos problemas, como pérdida de tiempo y errores financieros. Con la nueva aplicación, se podrán manejar mejor los contratos y pagos, mejorando la relación con los inquilinos y evitando errores.

Esta app no solo solucionará los problemas de “José Avendaño”, sino que también mostrará a otras pequeñas empresas cómo la tecnología puede ayudarles a crecer. La investigación fue detallada y usó en primer lugar una entrevista, posteriormente varias reuniones para poder crear el diagrama y así entender bien los problemas y encontrar la mejor solución. En resumen, la nueva aplicación ayudará a la empresa a ser más eficiente y moderna, beneficiando tanto a la empresa como a la comunidad local.



3 Sur 5759 Col. El Cerrito C.P. 72440, Puebla, Pue.

TODO ES POSIBLE  
*Deja huella.*

📺 🐦 f @ | [uvp.mx](http://uvp.mx) |