

Ecomóvil "Carro autónomo alimentado por energía solar", conduciendo hacia un futuro sostenible

David Cobos-Vázquez¹, Daniela López-Clares-Acevedo¹, Fernanda Estefanía Martínez-García¹,
Juan Pablo Pallares-Rojo¹, Andrea Jocelyn Velázquez-Solano¹

¹ Universidad La Salle México, Facultad de Ingeniería. Ciudad de México, México.

david.cobos@lasallistas.org.mx, d.lca@lasallistas.org.mx,
fe.martinezg@lasallistas.org.mx, jp.pallares@lasallistas.org.mx,
andrea.velazquez@lasallistas.org.mx

Resumen. Con un enfoque en la mitigación de accidentes y la reducción del impacto ambiental en el transporte, se presenta la implementación de un prototipo de vehículo autónomo impulsado por energía solar. Este vehículo está equipado con sistemas de almacenamiento de energía, orientación y dirección automática, y su desarrollo se basa en la mejora de la eficiencia en los desplazamientos de las personas.

Palabras Clave: Contaminantes emergentes, tensoactivos, ecosistemas

1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

En el contexto de México, los accidentes de tránsito representan una preocupante problemática. Según datos del Gobierno de México, los accidentes viales son la segunda causa de muerte en el país, y aproximadamente el 80% de ellos son causados por una conducta equivocada de los conductores (Salud, S. 2023). Estos accidentes ocurren principalmente en zonas urbanas y suburbanas.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2022), informó que durante el año 2021 se registraron a nivel nacional un total de 340,415 accidentes de tránsito, con 4,401 víctimas mortales y 82,466 personas lesionadas. Con el fin de abordar esta problemática, se ha producido la estadística de Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas (ATUS) que se muestra en la Figura 1, que busca recopilar información detallada sobre estos accidentes y proporcionar una base sólida para la implementación de medidas preventivas y de seguridad vial.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU), las ciudades mexicanas padecen serios problemas de contaminación ambiental, y el sector transporte es una de sus principales causas al contribuir con el 20.4% de la emisión de GEI, de los cuales el 16.2% proviene del subsector automotor, en su mayoría, por viajes en transporte individual motorizado (ONU, 2022). Como resultado, estas ciudades experimentaron una crisis de contaminación ambiental, congestiones viales, pérdida de millones de horas/hombre en el tráfico, impacto negativo en la convivencia familiar y social, y una disminución generalizada en la calidad de vida de la población. Estas circunstancias resaltan la necesidad urgente de implementar políticas de movilidad sustentable para promover un cambio positivo.

Este trabajo busca abordar las problemáticas mencionadas a través de la implementación de estrategias que impulsen el uso de energías más limpias y sostenibles en el transporte, fomenten

la adopción de tecnologías innovadoras, mejoren la infraestructura vial y promuevan una cultura de seguridad vial en las comunidades urbanas y suburbanas. Al enfrentar estos desafíos, el objetivo no es solo reducir la incidencia de accidentes de tránsito, sino también avanzar hacia ciudades que sean más sostenibles, seguras y resilientes, en consonancia con los objetivos de desarrollo sostenible.

Dentro de las problemáticas puntuales que aborda este trabajo y que están relacionadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2018), se tiene que en el objetivo número 7: 'Energía asequible y no contaminante', objetivo que busca garantizar el acceso a una energía fiable, sostenible y moderna para todas las comunidades, incluso aquellas de bajos recursos. También se considera una relación con el objetivo número 9: "Industria, innovación e infraestructura", que busca promover la industrialización inclusiva y sostenible, fomentando la introducción de nuevas tecnologías y el uso eficiente de los recursos, así como facilitar el comercio internacional. Además, se aproxima al objetivo número 11: "Ciudades y comunidades sostenibles", que tiene como finalidad lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. Se busca mejorar la planificación y gestión urbana, reducir el impacto ambiental, proporcionar acceso equitativo a servicios básicos y promover la participación ciudadana en la toma de decisiones. Por último, el objetivo número 13: 'Acción por el clima', se enfoca en incorporar medidas para combatir el cambio climático y fortalecer la capacidad de adaptación a los riesgos climáticos.

2 Objetivo

Mejorar la seguridad vial y la calidad de vida en áreas urbanas y suburbanas de México mediante el desarrollo de un prototipo de un vehículo autónomo impulsado por energía solar, un sistema de almacenamiento de energía y un sistema de sigue-líneas.

3 Propuesta de solución

Para este trabajo se propone utilizar la tecnología de un mini vehículo autónomo alimentado por energía solar. Esta propuesta se plantea como una posible implementación en vehículos de uso diario.

La primera etapa de esta propuesta consiste en plantear el diseño del vehículo que funcione con un panel solar para alimentar al controlador, que en este caso se eligió un Arduino (el cual se encargará de procesar todas las señales del vehículo) y el sistema de baterías que suministran energía a los motores del automóvil. En este apartado se deben considerar el sistema de sensado permitirá convertirlo en un vehículo autónomo.

Posteriormente como segunda etapa, en el controlador se programa un código específico. Este código es el responsable de brindar al automóvil la funcionalidad de seguir una ruta trazada mediante líneas. Procesando la lectura de sensores ópticos, el automóvil es capaz de identificar su posición y seguir correctamente la línea trazada, utilizando diferentes algoritmos de control para recorrer la trayectoria en el menor tiempo posible. El diseño del automóvil se inspira en los avances tecnológicos desarrollados por Tesla la cual fue diseñada en un software de diseño 3D.

Como tercera etapa se tiene el ensamble del prototipo en donde se acoplaron los sensores y actuadores, como los sensores de distancia, ruedas y servo motores para cumplir con el funcionamiento del prototipo.

Cómo última etapa se realizaron las pruebas funcionales del sistema completo, verificando el funcionamiento correcto del prototipo sigue-líneas.

El propósito de este automóvil es facilitar el transporte de personas que no cuentan con la habilidad necesaria para conducir, ya sea por discapacidad, cansancio o por estar bajo la influencia de sustancias nocivas para la salud, sólo por mencionar algunas.

Además, con esta propuesta, se busca promover el uso de tecnologías limpias y sostenibles en el sector del transporte, brindando una opción de movilidad accesible y segura para personas con limitaciones de conducción. Al aprovechar la energía solar, también se busca reducir la huella de car-bono y contribuir a la conservación del medio ambiente.

4 Discusión de resultados e impactos obtenidos

Se procedió a validar el prototipo inicial del vehículo autónomo en un entorno controlado. Estas pruebas, aunque no son complejas representan una evaluación preliminar del vehículo autónomo lo que proporciona una visión clara de su desempeño en el mundo real. Los resultados obtenidos tras la implementación física del prototipo revelaron que el método de seguimiento de líneas utilizado demostró ser efectivo. Mediante este enfoque, se logró una adecuada separación del vehículo en su carril individual, previniendo así la proximidad con otros. Esto es especialmente beneficioso para la población que utiliza el transporte vial en zonas urbanas y suburbanas, ya que contribuye a un desplazamiento más seguro y eficiente, evitando congestiones de tráfico y accidentes automovilísticos.

Por otro lado, la incorporación de paneles solares como fuente de energía para el funcionamiento del vehículo arrojó resultados prometedores en términos de sostenibilidad ambiental. La energía solar, al ser una fuente limpia y renovable, permitió reducir significativamente la huella de carbono asociada al transporte. Además, la disponibilidad inagotable y la accesibilidad de la energía solar la convierten en una alternativa atractiva. Las tecnologías solares utilizadas, como los paneles fotovoltaicos y los sistemas de concentración solar, demostraron ser efectivas en la conversión de la radiación solar en energía eléctrica. En conjunto, estos resultados indican que la implementación del método sigue-líneas y la utilización de paneles solares como fuente de energía presentan ventajas significativas en términos de seguridad vial y sostenibilidad ambiental. Estos hallazgos respaldan la viabilidad y el potencial de esta tecnología para mejorar la calidad del transporte y promover prácticas más responsables y respetuosas con el medio ambiente en las áreas urbanas y suburbanas.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

En conclusión, el prototipo desarrollado ha demostrado un funcionamiento adecuado y ha cumplido con los objetivos establecidos en la planificación inicial. Estos resultados sientan las bases para su implementación y desarrollo a escala real y masiva, lo que permitiría satisfacer las necesidades iniciales de este proyecto. En el contexto de la República Mexicana, se puede afirmar con certeza que la implementación de este tipo de vehículos reduciría los accidentes de tráfico y mejoraría la fluidez del tránsito, generando un impacto positivo en la calidad de vida de la población. Además, al utilizar energías renovables, se lograría un impacto favorable en el medio ambiente.

Aparte de los beneficios mencionados, la adopción de estos vehículos autónomos y alimentados por energía solar fomentaría la conciencia entre los conductores y promovería conductas más responsables en la conducción. La presencia de estos vehículos en las vías inspiraría una

mentalidad de respeto y precaución en otros conductores, contribuyendo así a un entorno vial más seguro y armonioso.

Como recomendación para futuros trabajos relacionados, es importante considerar el consumo energético del sistema completo para garantizar un suministro adecuado de energía por parte de los paneles solares. Asimismo, se debe tener en cuenta el desarrollo de un nuevo diseño, circuito y programación en caso de llevar el proyecto a una escala real y los costos implicados en esta etapa. Estos aspectos son fundamentales para asegurar el funcionamiento óptimo del vehículo y su integración exitosa en el entorno urbano.

Adicional a esto se considera como mejora e implementación para el futuro, llevar a cabo un análisis cuantitativo de los resultados de las pruebas, Además, se plantea la necesidad de realizar una evaluación exhaustiva del consumo energético del sistema completo, abordando la eficiencia de los paneles solares y del sistema de almacenamiento de energía. Asimismo, se sugiere realizar un análisis de impacto ambiental y económico detallado, que incluya la evaluación de la reducción de la huella de carbono, los costos de implementación y operación, y los beneficios económicos a largo plazo. Por último, se considera la integración del vehículo autónomo con otros sistemas de transporte existentes, como sistemas de transporte público, compartición de vehículos y sistemas de gestión del tráfico, como parte de los futuros trabajos.

6 Agradecimientos

Agradecemos a la Dra. Zizila Zamudio Beltrán por su destacada participación en este proyecto. La experiencia, conocimiento y dedicación de la Dra. Zamudio fueron esenciales para el éxito de esta investigación. De igual manera, destacamos su compromiso, entrega y paciencia con nosotros para llevar la calidad del trabajo a lo máximo posible. definitivamente esto no hubiera sido posible sin ella. Asimismo, se extiende el agradecimiento a la Universidad La Salle México por proporcionar el entorno académico y los recursos necesarios para llevar a cabo este estudio. El constante respaldo de la institución fue fundamental en todo el proceso de elaboración del proyecto. Sin la colaboración de la Dra. Zamudio y el apoyo de la Universidad La Salle, este trabajo no habría visto la luz. Nos sentimos profundamente agradecido por su compromiso y apoyo inquebrantable.

7 Referencias

1. Shakir, Q. M. 2019. 3D-printing of Houses. Retrieved from Research Gate
2. Valdepeñas, J., & Hernández, G. Casas Impresas en 3D, el Futuro de Construir.
3. Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago
4. Breve Historia de la impresión 3D - impresoras3d.com. (2017).
5. <https://www.impresoras3d.com/breve-historia-de-la-impresion-3d/>
6. M., A. (2022). Las mejores casas impresas en 3D del mercado - 3Dnatives.
7. <https://www.3dnatives.com/es/top-10-con-las-mejores-casas-impresas-en-3d-250220202/#>
8. AP. (8 de mayo 2021). ¡El futuro es hoy! Construcción de casas con impresoras 3D ya es una realidad. El Financiero. <https://www.elfinanciero.com.mx/tech/2021/05/08/imprime-y-armatu-casa-impresoras-3d-podrian-ser-la-alternativa-ante-a-la-escasez-de-vivienda/>

9. Sacyr. (2020, November 26). CONSTRUCCIONES EN 3D QUE REVOLUCIONAN LA INGENIERÍA. Sacyr Blog; Sacyr Blog. <https://www.sacyr.com/-/construcciones-en-3d-que-revolucionan-la-ingenieria>
10. Piquero Cambor, J., Mesa Fernández, J., Morón Palacios, H., & Luisa Fernández, R. (2018). ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROCESOS PRODUCTIVOS BASADOS EN IMPRESIÓN 3D FRENTE A FABRICACIÓN CONVENCIONAL EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN. <http://dSPACE.aepro.com/xmlui/handle/1>
11. García-Alvarado, R., Martínez, A., González, L., & Auat, F.. (2020). Projections of 3D-printed construction in Chile. Revista ingeniería de construcción, 35(1), 60-72. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000100060>
12. Bejerano, P. (2013). La impresión 3D de casas para reducir los problemas de habitabilidad.



Figura 1. Impresión de casa 3D (Shakir, 2019)



Figura 2. Histograma y Polígono de Frecuencia

Tabla 1. Base de datos generada

Países	América y Europa		Costos
	Casas 3D	m2	
España	30	60	\$238,000.00
México	23	47	\$117,800.00
Marruecos	13	32	\$104,500.00
Moscú	44	38	\$112,300.00
Dubai	26	60	\$240,000.00
Salvador	22	43	\$76,000.00
Haití	16	43	\$75,000.00
Texas	38	32	\$76,300.00

Tabla 2. Representación datos-muestra

INTERVALO DE CLASE	FRECUENCIA	MARCA DE CLASE	FREC. RELATIVA	FREC. ACUMULADA	FREC. REL. ACUMULADA
10 – 17	2	13.5	0.25	2	0.22
18 – 24	2	21.5	0.25	4	0.5
25 – 31	2	28.5	0.25	6	0.75
32 – 38	1	35.5	0.125	7	0.87
39 – 45	1	42.5	0.125	8	1.0
TOTAL DE FRECUENCIAS	8				

Tabla 3. Estadística de metros cuadrados

Media Aritmética	44.38
Mediana	43
Moda	No existe
Varianza	120.33
Desviación estándar	10.96
Sesgo	0.34
Curtois	1.45

Tabla 4. Estadística de costos

Media Aritmética	\$129,987.50
Mediana	\$115,050.00
Moda	\$76,300.00
Varianza	\$4,814,438,392.86
Desviación estándar	69386.15419
Sesgo	0.78
Curtois	0.000011267509

Tabla 5. Comparativa entre Construcción Tradicional y la Impresión 3D

Aspecto	Construcción Tradicional	Construcción con Impresión 3D
Costo	Variable y por lo general alto	Capacidad de disminución
Tiempo de construcción	Generalmente largo	Capacidad de disminución
Flexibilidad de diseño	Alta	Muy Alta
Personalización	Viable	Viable
Uso de materiales	Tradicionales y establecidos	Específicos para la tecnología
Generación de residuos	Alta	Baja
Complejidad de estructuras	Reducida	Alta
Experiencia requerida	Ampliamente disponible	En desarrollo
Tamaño de estructuras	Amplio	Limitado, con capacidad de aumentar
Replicabilidad	Depende de la habilidad de los trabajadores	Muy Alta
Regulaciones y códigos	Establecidos	En desarrollo