

Electric vehicles as a way towards the decarbonization: A brief review

Carmen Luz Quispe Dávalos, B. Eng.¹, and Antony Bazan-Aguilar, M.Sc.¹

¹Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú, 1511583@utp.edu.pe, abazana@utp.edu.pe

Abstract— A brief systematic review of the impact of electric vehicles (ECV) on the decarbonization of this sector is reported. This short communication is based on the last scientific approaches related to reducing greenhouse emissions, the future commercial supply of ECV units, and the overcharge issues of the ECVs on the electrical grid.

Keywords—Systematic Review, electric vehicles, decarbonization

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Vehículos eléctricos como una ruta hacia la descarbonización: Una breve Revisión Sistemática

Carmen Luz Quispe Dávalos, B. Eng.¹, and Antony Bazan-Aguilar, M.Sc.¹

¹Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú, 1511583@utp.edu.pe, abazana@utp.edu.pe

Resumen– En esta breve revisión sistemática se discute el impacto de los vehículos eléctricos como una alternativa tecnológica para la descarbonización del sector transporte. Este breve documento se soporta en diversos alcances científicos reportados en los últimos cinco años y alineados a reducción de los gases de efecto invernadero, la demanda futura de unidades motoras eléctricas y los problemas de sobretensión de los vehículos eléctricos al ser conectados a la red eléctrica convencional.

Palabras claves– Revisión sistemática, vehículos eléctricos, descarbonización.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible exige esfuerzos concertados para construir un futuro inclusivo, sostenible y resiliente para las personas y el planeta, por ello como parte de la Agenda 2030 de las Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), es importante lograr la descarbonización ya que es un objetivo transversal para lograr el cumplimiento de las ODS, Uno de los puntos principales es la movilidad ya que si bien ha tenido un rápido desarrollo y brindado beneficios a la comunidad es necesario mencionar que el sector del transporte es una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La Agencia Internacional de Energía (AIE) estima que la cantidad de vehículos eléctricos aumentará a 130-250 millones en todo el mundo para 2030 [1]. En 2019, el 37,5% de las emisiones totales de CO₂ en los E.U. provienen del transporte [2]. En la actualidad se vienen maximizando el uso de vehículos eléctricos ya que son una tecnología prometedora para evitar el uso de combustibles fósiles. Para 2030, se espera que la población de vehículos de hidrógeno verde haya aumentado a 100 000 en Birmingham, reduciendo sustancialmente las emisiones de CO₂.

II. METODOLOGÍA

A. Tipo de Estudio

El tipo de investigación llevada a cabo fue una revisión sistemática de la literatura científica basada en la adaptación de la metodología PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) [3].

B. Estrategia de búsqueda y criterios de selección

El proceso de búsqueda dio inicio con una revisión sistemática a la literatura científica, en base a datos

internacionales, donde se encontraron artículos científicos que llegan a cumplir con los criterios de selección escogidos.

Las bases consultadas fueron IEEE Xplore (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*, <https://ieeexplore.ieee.org/>), ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com>), MDPI (*Multidisciplinary Digital Publishing Institute*) y SCOPUS, obteniendo un total de 14 investigaciones.

Para asegurar la pertinencia de los estudios considerados, se llevó a cabo el filtro de información consultado. Al iniciar, se usaron palabras clave obtenidas a partir de la pregunta de investigación; las cuáles fueron en español: hidrógeno, verde, vehículo, fuente y en inglés: *vehicles*, *decarbonization* y *energy*. Además, otros filtros de búsqueda fueron los años de publicación entre 2019 y 2023, tipo de documentos entre artículos de conferencia y artículos de revisión. De esta forma se descartaron aquellas publicaciones que estuvieran netamente enfocadas Vehículos Eléctricos como medio hacia la descarbonización.

III. RESULTADOS

A. Tipo de Estudio

Los resultados posteriores a la búsqueda y aplicación de los criterios de inclusión y exclusión permitieron la obtención de 14 investigaciones de libre acceso, presentadas en esta sección.

TABLA I
NÚMEROS DE TRABAJOS SELECCIONADOS POR MOTORES DE BÚSQUEDA ESPECIALIZADOS

Base de datos	Nº de publicaciones	%
IEEE Xplore	3	20
ScienceDirect	4	30
MDPI	3	20
Scopus	4	30
Total	14	100

Los estudios analizados fueron realizados a nivel mundial, siendo las publicaciones de los países: Nueva Zelanda, Japón, India, China, Kosovo y Estados Unidos.

Como se puede apreciar en la tabla II, los años donde más se publicaron investigaciones fueron los años 2021(29%) y 2022 (50%).

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

TABLA II
NÚMEROS DE TRABAJOS SELECCIONADOS POR AÑO

Año de publicación	Porcentaje (%)	N° de publicaciones
2020	7	1
2021	29	4
2022	50	7
2023	14	2
Total	100	14

B. Reducción de emisiones por medio de uso de vehículos eléctricos

La primera categoría hace referencia a la reducción de emisiones por medio del uso de vehículos. Estas investigaciones buscaron dar a conocer que los vehículos eléctricos son una tecnología prometedora para reducir las emisiones de CO₂ en el sector transporte. Además, en esta línea se menciona vehículos eléctricos de batería, de pila de combustible y de celda de combustible de membrana electrolítica de polímero [4], [5], [6], [11], [12], [14], [15].

Aportes
Los vehículos eléctricos son una tecnología prometedora para evitar el uso de combustibles fósiles, debido a que posee una batería a bordo, la cual requiere una frecuente carga ya que su autonomía es más corta en comparación a la tradicional [4].
La Agencia Internacional de la Energía (AIE) ha señalado que los vehículos eléctricos de batería y los vehículos de pila de combustible son las tecnologías que pueden proporcionar un sistema de transporte sostenible con emisiones cercanas a cero [5].
El vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrógeno (HFCEV) puede reducir enormemente las emisiones de carbono en el sector del transporte [6].
Los vehículos pesados (HDV) son uno de los sectores difíciles de reducir que se adaptan particularmente bien a la descarbonización con hidrógeno [11].
El sistema de energía de hidrógeno se puede usar para vehículos grandes como autobuses y camiones. Por lo tanto, los FCV pueden reducir las cargas ambientales y energéticas cuando utilizan energía de hidrógeno [12].
Dada su alta eficiencia de conversión de energía, alta densidad de potencia, cero emisiones y características ecológicas, los vehículos eléctricos de celda de combustible de membrana electrolítica de polímero (PEMFC) se consideran sustitutos efectivos de los vehículos tradicionales. Con el desarrollo de dispositivos de almacenamiento de hidrógeno y estaciones de repostaje, estos vehículos tienen un largo kilometraje y un breve tiempo de repostaje [14].
Los vehículos eléctricos (VE) son una opción para reducir las emisiones de CO ₂ en el sector del transporte privado [15].

C. Consecuencia del crecimiento de demanda de vehículos eléctricos

La segunda categoría hace énfasis en las posibles consecuencias del crecimiento de demanda de vehículos eléctricos, se podría causar escasez de capacidad de generación, afectar la estabilidad de la red debido a los picos de demanda, impacto en el rendimiento y eficiencia de la red [1], [2], [4], [7], [8], [10], [13].

Aportes
Una consecuencia del aumento en el número de EV es un aumento en la demanda mundial de electricidad de 640 a 1100 TWh para 2030 [1].
La integración de vehículos eléctricos a gran escala puede causar escasez de capacidad de generación si la carga se realiza durante horas que ya tienen una alta demanda de electricidad de otros sectores y/o durante horas con baja generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovables variables. [2].
Si existe un crecimiento de vehículos eléctricos en una red de distribución, conducirá a una mayor demanda de carga, si la carga se realiza de manera simultánea puede afectar la estabilidad de la red debido a los picos de demanda desfavorables [4].
La gestión de la carga de la red sería esencial a medida que aumenta la demanda de vehículos eléctricos [7].
A medida que la cantidad de vehículos eléctricos (EV) aumenta significativamente, los impactos en el rendimiento y la eficiencia de la red eléctrica, como la sobrecarga, la reducción de la eficiencia, los problemas y perturbaciones de la calidad de la energía y la regulación del voltaje, particularmente a nivel de distribución, pueden aumentar significativamente en el corto plazo futuro [8].
Identificación de restricciones de transmisión y evaluaciones de impacto en la red para posibles tensiones en la red que pueden ser creadas tanto por la demanda de electricidad adicional para la demanda de producción de hidrógeno como por el suministro potencial de electricidad de proyectos de ER autorizados. [10].
La tasa de penetración de vehículos eléctricos, híbridos e híbridos enchufables en el mercado indio. Los autores descubrieron que la reducción de las emisiones y la dependencia de los combustibles fósiles ha promovido el despliegue de energías renovables a gran escala. Sin embargo, se destacaron varios desafíos, como la presencia de barreras esenciales e instalaciones de carga insuficientes en India [13].

D. Soluciones para minimizar el impacto de carga de vehículos eléctricos

La tercera categoría está relacionada con las soluciones para minimizar el impacto de carga de vehículos eléctricos en la red de distribución como esquemas de gestión de carga

programado, *Vehicle-to-grid* (V2G), *Vehicle-to-Vehicle* (V2V), *Vehicle-to-Home* (V2H). Otra solución que mencionan es la instalación de estaciones de carga privadas y de acceso público ya que al estar al alcance a toda hora del día reducirá los impactos en la red [4], [6], [7], [8], [12], [15].

Aportes
Se vienen desarrollando soluciones para minimizar el impacto de la carga de vehículos en la red de distribución como esquemas de gestión de carga programado, <i>Vehicle-to-grid</i> (V2G), <i>Vehicle-to-Vehicle</i> (V2V) y <i>Vehicle-to-Home</i> (V2H) [4].
La integración del sistema eléctrico de los vehículos, El sistema de almacenamiento de energía en baterías (BESS) y la electrólisis del agua representan dos de las tecnologías más prometedoras para la regulación de frecuencia en sistemas eléctricos con alta penetración de energías renovables [6].
Las tecnologías de <i>SmartGrid</i> se han diseñado para abordar el problema de la creciente necesidad de energía debido al uso de vehículos eléctricos. La tecnología de vehículo a red (V2G) es un ejemplo de estas tecnologías. Se debe considerar la optimización con el uso de redes para garantizar que la distribución de energía sea lo más eficiente posible [7].
La rápida aparición de vehículos eléctricos requiere una infraestructura avanzada de estaciones de carga privadas y de acceso público que brinden servicios de carga eficientes, confiables y robustos al tiempo que reducen los impactos en la red [8].
A partir de 2020, se han introducido en la sociedad japonesa aproximadamente 150 estaciones de hidrógeno y más de 3000 vehículos de pila de combustible (FCV) [12].
Los edificios con cargadores de vehículos eléctricos (EV) facilitan una mejor coordinación entre los sectores de la construcción y el transporte, donde también se está produciendo una rápida electrificación. [15].

IV. CONCLUSIÓN

Se han descrito en el presente trabajo de investigación un total de 14 estudios, los cuales han abordado 3 categorías como es la reducción de emisiones de CO2 a través de EV, consecuencias del crecimiento de la demanda de vehículos eléctricos y soluciones para minimizar el impacto en la red eléctrica.

A partir del análisis de la información recolectada en publicaciones científicas, se llega a la conclusión que los EV son una solución prometedora para la descarbonización, actualmente existe una tendencia creciente en la demanda de EV por ello es importante tener una mejor gestión de la carga de la red eléctrica para no tener impactos negativos como

sobrecarga, la reducción de la eficiencia, perturbaciones de la calidad de la energía y la regulación del voltaje.

V. REFERENCIAS

- [1] Elias Hartvigsson, Maria Taljegard, Mikael Odenberger, Peiyuan Chen, A large-scale high-resolution geographic analysis of impacts of electric vehicle charging on low-voltage grids, *Energy*, Volume 261, Part A, 2022, 125180, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125180>.
- [2] Yannan Li, Xinwei Li, Alan Jenn, Evaluating the emission benefits of shared autonomous electric vehicle fleets: A case study in California, *Applied Energy*, Volume 323, 2022, 119638, ISSN 0306-2619, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.119638>.
- [3] Urrútia, G. y Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: Una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y meta-análisis. *Medicina Clínica (Barc)*, 135(11), 507-511.
- [4] H. G. Ahangar, W. K. Yew and D. Flynn, "Smart Local Energy Systems: Optimal Planning of Stand-Alone Hybrid Green Power Systems for On-Line Charging of Electric Vehicles," in *IEEE Access*, vol. 11, pp. 7398-7409, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3237326.
- [5] D. Zhao, M. Zhou, J. Wang, T. Zhang, G. Li and H. Zhang, "Dispatching fuel-cell hybrid electric vehicles toward transportation and energy systems integration," in *CSEE Journal of Power and Energy Systems*, doi: 10.17775/CSEEJPES.2020.03640.
- [6] Y. Song et al., "Utilization of Energy Storage and Hydrogen in Power and Energy Systems: Viewpoints from Five Aspects," in *CSEE Journal of Power and Energy Systems*, vol. 9, no. 1, pp. 1-7, January 2023, doi: 10.17775/CSEEJPES.2022.08320.
- [7] Al-Thani H, Koç M, Isaifan RJ, Bicer Y. A Review of the Integrated Renewable Energy Systems for Sustainable Urban Mobility. *Sustainability*. 2022; 14(17):10517. doi: 10.3390/su141710517.
- [8] Amry, Y.; Elbouchikhi, E.; Le Gall, F.; Ghogho, M.; El Hani, S. Electric Vehicle Traction Drives and Charging Station Power Electronics: Current Status and Challenges. *Energies* 2022, 15, 6037. <https://doi.org/10.3390/en15166037>
- [9] Kendall, K. Green Hydrogen in the UK: Progress and Prospects. *Clean Technol.* 2022, 4, 345-355. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol4020020>
- [10] Perez, Rapha Julysse, Alan C. Brent, and James Hinkley. 2021. "Assessment of the Potential for Green Hydrogen Fuelling of Very Heavy Vehicles in New Zealand" *Energies* 14, no. 9: 2636. <https://doi.org/10.3390/en14092636>
- [11] Kotze, Rick, Alan C. Brent, Josephine Musango, Imke de Kock, and Leonard A. Malczynski. 2021. "Investigating the Investments Required to Transition New Zealand's Heavy-Duty Vehicles to Hydrogen" *Energies* 14, no. 6: 1646. <https://doi.org/10.3390/en14061646>
- [12] Shunichi Hienuki, Haruka Mitoma, Mari Ogata, Izumi Uchida, Shigemi Kagawa, Environmental and energy life cycle analyses of passenger vehicle systems using fossil fuel-derived hydrogen, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 46, Issue 73, 2021, Pages 36569-36580, ISSN 0360-3199, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.08.135>.
- [13] Goel, S.; Sharma, R.; Kumar, A. A review on barrier and challenges of electric vehicle in India and vehicle to grid optimisation, *Transportation Engineering*, 2021, 4, 100057. doi.org/10.1016/j.treng.2021.100057.
- [14] n: Bresa, Q.; Kovač, A.; Marciuš, D. Introduction of Hydrogen in the Kosovo Transportation Sector. *Energies* 2022, 15, 7275. <https://doi.org/10.3390/en15197275>
- [15] Jing Wang, Rawad El Kontar, Xin Jin, Jennifer King, Electrifying High-Efficiency Future Communities: Impact on Energy, Emissions, and Grid, *Advances in Applied Energy*, Volume 6, 2022, 100095, ISSN 2666-7924, <https://doi.org/10.1016/j.adapen.2022.100095>.