

Información General			
Facultad: Facultad Ciencias Naturales e Ingeniería			
Programa académico: Ingeniería Electromecánica		Grupo(s) de investigación: DIMAT	
Nombre del semillero – SIIMA		Fecha creación: 2016	
		Campus: Bucaramanga	
Líneas de Investigación: Diseño, modelamiento, simulación e implementación de estructuras, máquinas y equipos electromecánicos, termo-fluidos y de aplicación con nuevas formas de energía utilizados en el sector productivo.			
Áreas del saber *			
	1. Agronomía veterinaria y afines		5. Ciencias sociales y humanas
	2. Bellas artes		6. Economía, administración, contaduría y afines
	3. Ciencias de la educación		7. Matemáticas y ciencias naturales
	4. Ciencias de la salud	x	8. Ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines

Al diligenciar este documento autorizo a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, ubicada en Calle de los estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas y con teléfono de contacto 6076917700, para que recolecte, almacene, use, circule y/o suprima mis datos personales. Lo anterior para dar cumplimiento a las finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información disponible en [www.uts.edu.co](http://www.uts.edu.co), la cual declaro conocer y saber que en esta se especifican cuáles datos son sensibles. Así mismo, conozco que como titular me asisten los derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir mis datos y revocar la autorización. Igualmente declaro que poseo autorización, de los otros titulares de datos que suministro, para que UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER les dé tratamiento conforme a las finalidades consignadas en la Política.

### Información del Director del Proyecto

Nombre: Diana Carolina Dulcey Díaz		No. de identificación: 1098620747	
Nivel de formación académica (Pregrado / Postgrado / Link de CvLAC):		Asesor	
Ingeniería Mecánica/Maestría en Ingeniería Automotriz		x	Líder de Semillero de Investigación
Correo electrónico:			

### Información de los autores

Nombre	No. Identificación	Correo electrónico
Adrián José Diaz López	1098809812	ajosediaz@uts.edu.co
José López Salazar	1100952472;	jdejesuslopez@uts.edu.co
Maycol Stiven Forero Sanchez	1095581229	mstivenforero@uts.edu.co
Sergio Nicolas Figueroa Muñoz	1098674437	sfigueroa@uts.edu.co

### Proyecto

1. Título del proyecto: Estudio comparativo de baterías para la mejora de rendimiento en vehículos de movilidad sostenible en dos ruedas	MODALIDAD DEL PROYECTO **				
	PA	PI	TI	RE	Otra. ¿Cuál?
			x		
Fecha creación del proyecto:				Marzo 2025	
2. Resumen del trabajo: La presente investigación enmarcada en las líneas de investigación del Semillero de Ingeniería y Mecánica Automotriz SIIMA, analiza el potencial de implementación de tecnologías emergentes en sistemas de almacenamiento energético, específicamente baterías de estado sólido, litio-azufre y basadas en grafeno, aplicadas a					

vehículos de micromovilidad como bicicletas eléctricas y scooters. Estas tecnologías se proponen como soluciones de nueva generación frente a las limitaciones operativas y estructurales de las baterías de ion-litio convencionales, las cuales presentan restricciones en densidad energética, vulnerabilidad térmica, altos costos de fabricación y dependencia de materiales críticos como el litio y el cobalto.

La metodología empleada integra un estudio bibliométrico para identificar las principales tendencias, actores y centros de investigación en el desarrollo de baterías avanzadas, el desarrollo de modelos matemáticos orientados a la simulación de su desempeño electroquímico y energético, y un análisis comparativo multicriterio basado en indicadores técnicos, económicos y ambientales. Como resultado, se formulan recomendaciones estratégicas para la integración sostenible de estas tecnologías en el contexto nacional colombiano, considerando aspectos de escalabilidad, ciclo de vida y cadena de suministro.

Los hallazgos más relevantes indican que las baterías de litio-azufre presentan la mayor densidad energética teórica (hasta 2600 Wh/kg), lo cual las posiciona como candidatas prometedoras para aplicaciones que demandan alta autonomía. Las baterías de estado sólido ofrecen ventajas significativas en seguridad operativa y estabilidad térmica, mientras que las tecnologías con base en grafeno permiten tiempos de carga ultrarrápidos, aunque aún enfrentan barreras en términos de manufactura y costos. Desde una perspectiva ambiental, las baterías de litio-azufre destacan por su menor impacto ecológico gracias al uso de materiales abundantes y reciclables.

3. Objetivo general y objetivos específicos: **General:**

Evaluar las tecnologías actuales aplicables a la movilidad sostenible que permitan mejorar su rendimiento, funcionalidad y sostenibilidad

Específicos:

- Realizar un análisis bibliométrico sobre la investigación, desarrollo y tendencias de tecnologías de baterías de vehículos eléctricos para comprender sus ventajas potenciales sobre las baterías de iones de litio convencionales
- Analizar el potencial de las baterías bajo diferentes condiciones de uso y operación en bicicletas y scooter eléctricos, comparando su resultados teórico-práctico y evaluando modelos matemáticos y físicos, para identificar la tecnología más viable para su implementación en el país
- Proponer la aplicación y realizar pruebas de rendimiento en el Semillero de Investigación en Ingeniería y Mecánica Automotriz SIIMA, con el objetivo de fomentar futuras investigaciones hacia estos fuentes aplicables a los sistemas de movilidad sostenible

5. Análisis de resultados:

El análisis bibliométrico (2013-2024) muestra un crecimiento sostenido en la investigación de baterías emergentes, con un pico en 2024. ACS Applied Materials and Interfaces y Energy Storage Materials son las revistas más influyentes, y Patrice Simon y Fudong Han son autores destacados. La comparación de tecnologías revela que las baterías de litio-azufre tienen mayor densidad energética, las de estado sólido mayor durabilidad, y las de litio-azufre un costo intermedio y alta reciclabilidad. Ambientalmente, las baterías de litio-azufre presentan menor impacto en recursos, mientras que las de grafeno tienen mayor huella de carbono. Se proponen estrategias de fomento a la investigación y modelos de economía circular para su adopción.

El análisis bibliométrico evidenció un incremento sostenido en la producción científica sobre tecnologías emergentes de almacenamiento energético entre 2013 y 2024, alcanzando un pico de 166 publicaciones en el último año. Este crecimiento confirma el interés creciente en el desarrollo de baterías de estado sólido y litio-azufre. Las revistas ACS Applied Materials and Interfaces y Energy Storage Materials fueron identificadas como las más influyentes por su alto factor de impacto y centralidad en redes de citación. Entre los autores con mayor relevancia destacan Patrice Simon y Fudong Han, reconocidos por su productividad y citación en el campo.

El análisis comparativo técnico evidenció lo siguiente:

Densidad energética: Las baterías de litio-azufre ofrecen el mayor potencial teórico (hasta 2600 Wh/kg), superando ampliamente a las de estado sólido (450–500 Wh/kg) y grafeno (600–800 Wh/kg).

Ciclos de vida útil: Las de estado sólido presentan mayor durabilidad (1000–2000 ciclos), mientras que las de litio-azufre muestran limitaciones por el fenómeno de “shuttle” de polisulfuros.

Costo y sostenibilidad: Las baterías de litio-azufre combinan costos moderados con buena reciclabilidad; en contraste, las de grafeno enfrentan desafíos en términos de escalabilidad industrial y costos de producción.

5. Conclusiones: La aplicación del análisis bibliométrico permitió identificar y estructurar las principales tendencias investigativas en tecnologías de baterías emergentes. Este enfoque evidenció cómo áreas clave, como el desarrollo de materiales avanzados y la sostenibilidad, están moldeando el futuro de la movilidad eléctrica. Además, el análisis reveló el papel central de investigadores y revistas científicas líderes en establecer prioridades globales en este campo. Estas tendencias subrayan la necesidad de colaboración interdisciplinaria para resolver los desafíos técnicos y económicos.

Las baterías de estado sólido, litio-azufre y basadas en grafeno ofrecen ventajas significativas sobre las tecnologías convencionales, pero también presentan limitaciones únicas. Las baterías de estado sólido destacan por su seguridad y estabilidad térmica, mientras que las de litio-azufre ofrecen una densidad energética teórica inigualable. Por su parte, las baterías basadas en grafeno son prometedoras por su alta conductividad eléctrica y tiempos de carga rápidos, aunque su escalabilidad y costo representan desafíos importantes. Estas características diversifican las opciones tecnológicas, permitiendo su adaptación a diferentes aplicaciones.

6. Recomendaciones: Resulta esencial impulsar estrategias orientadas a la sostenibilidad, entre ellas, el diseño de baterías con materiales reciclables y la creación de programas de recolección y reutilización que se ajusten a las normativas nacionales e internacionales. Estas acciones permiten minimizar el impacto ambiental y favorecer un ciclo de vida más responsable de las tecnologías. Asimismo, es necesario fortalecer la economía circular mediante incentivos dirigidos tanto a fabricantes como a usuarios que implementen prácticas sostenibles, facilitando así una transición más eficiente y ordenada hacia la movilidad eléctrica

7. Bibliografía: Huang, Jia-Qi, Qiang Zhang, y Fei Wei. «Multi-functional separator/interlayer system for high-stable lithium-sulfur batteries: Progress and Prospects.» *Energy Storage Materials* 1 (2015): 127-145.

Seh, Zhi Wei, Yongming Sun, Qianfan Zhang, y Yi Cui. «Designing high-energy lithium–sulfur batteries.» *Chem Soc Rev*, 2016: 30.

Yao, Yu-Xing, y otros. «Regulating Interfacial Chemistry in Lithium-Ion Batteries by a Weakly-Solvating Electrolyte.» *Angewandte Chemie International Edition* 60, n° 8 (2020): 4090-4097.

Ezreal Bike. Ezrealbike.com. 2023. <https://www.ezrealbike.com> (último acceso: 13 de enero de 2025).

8. Anexos: Corresponde a las evidencias de realización y resultados de proyecto y a las herramientas desarrolladas y/o utilizadas en su ejecución.

\* Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

\*\* PA: Proyecto de Aula, PI: Proyecto integrador, TI: Trabajo de Investigación, RE: Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA)