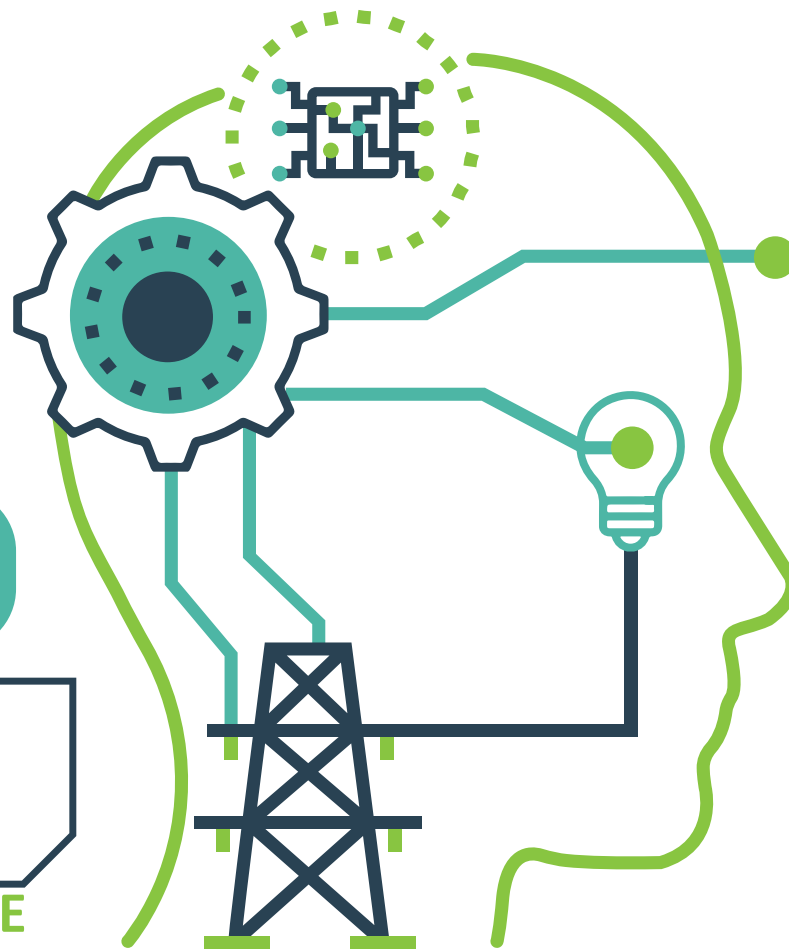


EXP

Tecnológica

2024

17-18 DE OCTUBRE



**XI** SIMPOSIO  
INTERNACIONAL  
DE **ENERGÍAS**

**MEMORIAS**

## INDICE CONTENIDO

- 1 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUBRICACIÓN AUTO-REGULABLE PARA UNA MOTOCICLETA KAWASAKI Z250
- 2 DE RESIDUOS A RECURSOS: CEMENTOS HÍBRIDOS A PARTIR DE RELAVES MINEROS PARA POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN.
- 3 SIMULATION OF SOLAR WATER HEATING SYSTEMS WITH TRNSYS AS AN ALTERNATIVE FOR THERMAL ENERGY SUPPLY IN COLOMBIA
- 4 THERMODYNAMIC AND DYNAMIC MODELING OF A BETA STIRLING ENGINE WITH EXPERIMENTAL VALIDATION
- 5 IMPACTO DE LOS PARÁMETROS DE CORTE EN EL CONSUMO ENERGÉTICO Y EL ACABADO SUPERFICIAL EN UN CENTRO DE MECANIZADO LEADWELL V40 IT
- 6 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUBRICACIÓN AUTO-REGULABLE PARA UNA MOTOCICLETA KAWASAKI Z250
- 7 FABRICACIÓN DE COMPUESTOS METÁLICOS FUNCIONALMENTE GRADUADOS PARA APLICACIONES ESTRUCTURALES Y TÉRMICAS
- 8 LAMINACIÓN COMPUTACIONAL DE UN CILINDRO PARA ASISTENCIA RESPIRATORIA EN MATERIALES COMPUESTOS
- 9 DISEÑO Y ANÁLISIS DE UN CHASIS TUBULAR PARA UN VEHÍCULO DE TRACCIÓN ELÉCTRICA
- 10 OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE FOTOBIOREACTORES MEDIANTE DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y SIMULACIÓN CFD
- 11 DESARROLLO DE UN CICLO DE CONDUCCIÓN CARACTERÍSTICO DE LAS MOTOCICLETAS DEL VALLE DE ABURRÁ
- 12 HELIÓSTATOS: CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE UN SISTEMA CSP DESARROLLADO EN COLOMBIA.
- 13 OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL DISEÑO DE TUBERÍA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE GAS CON LA FINALIDAD DE ALIMENTAR UNA GRANJA DE FOTOBIOREACTORES
- 14 EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES TRIBOLÓGICAS SOBRE LA GENERACIÓN DE ÓXIDOS EN ACEROS PERLÍTICOS
- 15 EVALUACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE BATERÍAS EN LA SEGURIDAD DE MOTOCICLETAS ELÉCTRICAS BASADA EN LA DINÁMICA LAGRANGIANA DESDE EL ESTUDIO DE LA VELOCIDAD
- 16 FABRICACIÓN DE ROTORES DE BAJO COSTO PARA TURBINAS TIPO MICHELL – BANKI UTILIZANDO MANUFACTURA ADITIVA
- 17 DESARROLLO DE UN ENTORNO DE REALIDAD VIRTUAL PARA CAPACITACION EN EL MANEJO DE CENTROS DE MECANIZADO CNC DE 5 EJES
- 18 EVALUACION NUMERICA EN DOS DIMENSIONES DE UNA TURBINA HIDROCINETICA TIPO H-DARRIEUS
- 19 MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE SOPLADO
- 20 DESARROLLO DE UN ENTORNO DE CAPACITACIÓN EN REALIDAD VIRTUAL PARA EL CONTROL DE COMPONENTES EN PROCESOS DE PICK AND PLACE
- 21 IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLADORES PID PARA LA REGULACIÓN DE VELOCIDAD EN UNA PLATAFORMA ROBÓTICA OMNIDIRECCIONAL

## INDICE CONTENIDO

- 22** ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROTOTIPOS DE PICOCENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE BAJO COSTO
- 23** DESARROLLO DE UN MARCO DE TRABAJO DE PROTOTIPADO DE PRODUCTOS CON TECNOLOGÍAS DE INDUSTRIA 4.0 EN LA EMPRESA TELEMETRY AND SECURITY SYSTEMS
- 24** DE LA RURALIDAD A LA INNOVACIÓN: UN MODELO COLABORATIVO PARA MACEO.
- 25** AGRADECIMIENTOS / ORGANIZADORES.

ISSN 2422-3891

Tradición - **Transformación** - Innovación

Acreditados en Alta Calidad. Resolución 012512 del MEN. 29 de junio de 2022 - 6 años.

REVISTA  
**cintex**

**redin**

revista  
facultad de  
ingeniería  
Universidad de Antioquia

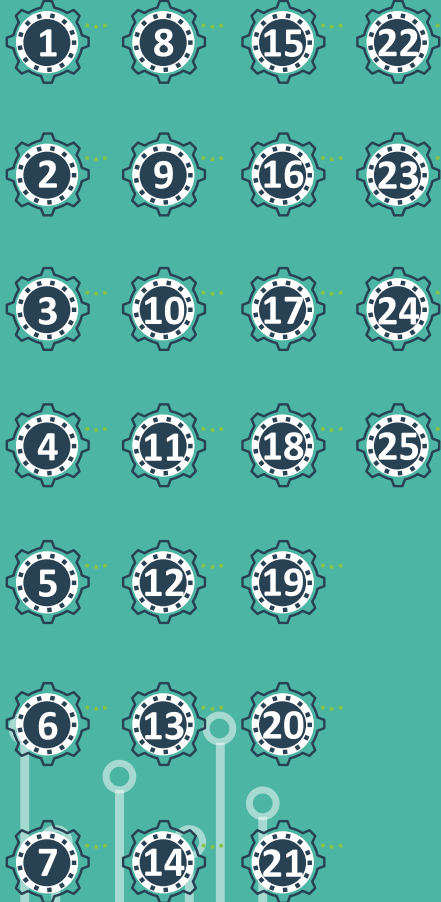


**Alcaldía de Medellín**  
Distrito de  
Ciencia, Tecnología e Innovación

# PONENCIAS NAVEGADOR



## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUBRICACIÓN AUTO-REGULABLE PARA UNA MOTOCICLETA KAWASAKI Z250



Sergio Osorio (1), Miguel A. Vásquez (2), Juan C. Sánchez (3)

1. Estudiante de Tecnología en Mecánica Automotriz, Colombia, sergio.osorio791@pascualbravi.edu.co; 2. Estudiante de Tecnología en Mecánica Automotriz, Colombia, miguel.vasquez136@pascualbravo.edu.co; 3. Grupo de Investigación e Innovación en Energía - GIEN, Colombia, juan.sanchezg@pascualbravo.edu.co

### RESUMEN

Con el fin de garantizar una correcta transmisión de potencia en una motocicleta, es necesario asegurar una correcta lubricación que permita un correcto funcionamiento de todas sus partes, sprocket, piñón y cadena. El presente trabajo muestra el diseño e implementación de un sistema de lubricación para cadena de una motocicleta Kawasaki Z250 modelo 2016.

El sistema se diseñó para poder ser instalado en el vehículo con el fin de que autorregula la cantidad de lubricante por apertura de válvula y la frecuencia de lubricación en función de la velocidad. Para esto, se adoptó una metodología por etapas en donde en primera instancia se conectó un osciloscopio al sistema de entrada al sensor de velocidad de la motocicleta hacia el módulo de control del motor (ECU) de la moto, esto con el fin de identificar las frecuencias en función de las velocidades junto con los valores de voltaje que reporta (amplitud), posterior a esto, se definió la cantidad y frecuencia del lubricante que caería por gravedad sobre la cadena con el fin de asegurar

una correcta lubricación sin favorecer algún accidente. Luego, con las variables involucradas en el sistema, se programó un microcontrolador que es el encargado de la apertura de la válvula que retiene el lubricante. Finalmente, se hicieron ensayos con un dinamómetro de chasis mustang dynamometer con el fin de corroborar la correcta programación del microcontrolador y frecuencias de lubricación previo a ser instalado en la motocicleta. Los resultados mostraron una cantidad deseable por apertura de la válvula, junto con la frecuencia de apertura del sistema, adicional a esto las frecuencias van sincronizadas de una manera correcta con la velocidad de la motocicleta como se estableció desde un principio, corroborando así un correcto funcionamiento del equipo instalado en el vehículo.

**Temática: Gestión Energética**

**Keywords: Sprocket, Autorregulación, Micro controlador**

# PONENCIAS NAVEGADOR



## DE RESIDUOS A RECURSOS: CEMENTOS HÍBRIDOS A PARTIR DE RELAVES MINEROS PARA POSIBLES USOS EN CONSTRUCCIÓN.

Marllory Isaza-Ruiz (1), Magali Restrepo Posada (2), Harold Cardona Trujillo (3), Maryory Astrid Gómez Botero (4).

1. Postdoctorado, Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de Materiales CIDEMAT, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Calle 70 No. 52-21, Colombia, marllory.isazar@udea.edu.co; 2. Joven Investigadora, Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de Materiales CIDEMAT, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Calle 70 No. 52-21, Colombia, magali.restrepo@udea.edu.co; 3. Profesor- Investigador, Universidad EAFIT, Carrera 49 N° 7 Sur-50, Colombia, hcardonat@eafit.edu.co; 4. Profesora-Investigadora, Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de Materiales CIDEMAT, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Calle 70 No. 52-21, Colombia, maryory.gomez@udea.edu.co.

### RESUMEN

La minería genera grandes cantidades de desechos ambientales conocidos como relaves, que consisten en residuos sólidos y líquidos del procesamiento de minerales [L.N. Beltrán et al., 2018]. Estos relaves contienen sustancias tóxicas como metales pesados y productos químicos [L. Dong et al., 2019], y suelen almacenarse en depósitos similares a represas. Sin una gestión adecuada, estos depósitos representan un riesgo ambiental y para la salud.

Por otro lado, la demanda de Cemento Portland Ordinario (OPC) podría alcanzar entre 368 y 4,38 Gt por año para 2050, con un consumo energético de 3 GJ por tonelada y emisiones de 800 kg de CO<sub>2</sub> por tonelada [M. Schneider, 2019]. Para reducir el uso de OPC y aprovechar los relaves mineros, se están desarrollando alternativas como los geopolímeros, materiales inorgánicos que se forman al mezclar un precursor rico en aluminosilicatos con una solución alcalina [B.C. Mandes et al., 2021], y los cementos híbridos, que combinan geopolímeros y OPC [G. O.

Bamigboye et al., 2021]. Aunque el mercado del hormigón geopolímero aún es limitado, ya se usa en el sector del transporte en Estados Unidos y Australia [B.C. Mandes et al., 2021], [F. S. M. Araujo et al., 2022]

De esta manera, esta propuesta busca utilizar los relaves de minería de oro como materia prima. Se obtuvieron relaves del departamento de Antioquia, que aporta el 47% de la producción nacional de oro [M. S. Betancur, 2019], y contribuirán a mitigar el impacto ambiental y social de los desechos mineros.

**Temática: Materiales en Ingeniería**

**Keywords: Minería, Geopolimeros, Relaves.**

# PONENCIAS NAVEGADOR



## SIMULATION OF SOLAR WATER HEATING SYSTEMS WITH TRNSYS AS AN ALTERNATIVE FOR THERMAL ENERGY SUPPLY IN COLOMBIA

Brayan Eduardo Tarazona-Romero (1), Nelcy Daniela Socha-Rojas (2), Javier AscanioVillabona (3), Omar Lengerke-Pérez (4)

1. Research Group in Energy, Automation and Control Systems (GISEAC), Colombia, btarazona@correo.uts.edu.co; 2. Department of Chemical Engineering, Colombia, nelcy2238043@correo.uis.edu.co; 3. Research Group in Energy, Automation and Control Systems (GISEAC), Colombia, jascanio@correo.uts.edu.co; 4. Unidades Tecnológicas de Santander Colombia, olengerke@correo.uts.edu.co

### RESUMEN

This study addresses the suitability of implementing the most efficient solar thermal technology for hot water production in different thermal floors in Colombia. The simulation software TRNSYS was used to propose simulation models for three types of solar thermal systems: (i) flat plate collectors, (ii) evacuated tube collectors, and (iii) parabolic trough concentrators. The simulation scenarios corresponded to cities geographically located in thermal floors denominated as: warm, temperate, cold, moor and snow.

The simulation models were subjected to specific meteorological conditions, including Direct Solar Irradiation and ambient temperature corresponding to each thermal floor. In addition, a specific water flow rate and solar collector area were established for all scenarios. The results of the simulations indicated that parabolic trough and evacuated tube collector systems are more suitable for hot and temperate regions due to their high

efficiency and ability to concentrate solar energy. In contrast, flat plate collectors demonstrated advantages in cold climates, where diffuse radiation is predominant.

These findings provide valuable guidance for the selection of solar thermal technologies in Colombia, allowing designers and decision makers to choose the most efficient system according to specific geographic and climatic conditions. The right choice of technology can optimize hot water production and contribute to a more sustainable use of renewable energy resources in the country.

**Temática: Gestión Energética**

**Keywords: Solar Collectors, Thermal Floors, TRNSYS**

# PONENCIAS NAVEGADOR



## THERMODYNAMIC AND DYNAMIC MODELING OF A BETA STIRLING ENGINE WITH EXPERIMENTAL VALIDATION

Jefferson Ibargüen Echeverría, Carlos Moguea Pérez, Fabián Vargas Alvarez, Fredy Castro Celis,  
Erwin López Martínez, Luis Cardona Sepúlveda  
1Instituto tecnológico metropolitano  
E-mail: luiscardona@itm.edu.co

### RESUMEN

This work presents modeling process of a beta Stirling engine with rhombic-drive mechanism through the combination of a thermodynamic and a dynamic model. This combination allows an accurate representation of the engine's behavior under different operating conditions. It was developed in MATLAB considering moments of inertia and mass of each part of the engine. For this purpose, a three-dimensional modeling of the engine was performed in Inventor, obtaining moments of inertia and the weight of parts were verified, ensuring the accuracy of the physical parameters used in the model. Experiments were carried out using 96% alcohol as the heat source, and tests were conducted under no load conditions. An optical tachometer was used to measure the revolutions per minute (RPM) of the engine, allowing for precise measurement of speed. A significant finding is that the developed mathematical model accurately replicates the experimental results, as it can predict revolutions at steady state, validating its reliability in predicting the

behavior of the beta Stirling engine. The combined approach of thermodynamic and dynamic modeling provides a good understanding of the engine's operation and highlights the importance of integrating different analysis methods to comprehensively and accurately represent complex systems.

**Temática: Gestión Energética**

**Keywords: Beta Stirling engine, Thermodynamic modeling, Dynamic modeling, Experimental validation, 3D modeling**

# PONENCIAS NAVEGADOR



## IMPACTO DE LOS PARÁMETROS DE CORTE EN EL CONSUMO ENERGÉTICO Y EL ACABADO SUPERFICIAL EN UN CENTRO DE MECANIZADO LEADWELL V40 IT



Juan Diego Trujillo Burgos (1)

Miguel Ángel Rodríguez Cabal (2), Angie Judith Guevara Muñoz (3)  
Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia,

1. juantrujillo311033@correo.itm.edu.co, 2. miguelrodriguez@itm.edu.co, 3. angieguevara@itm.edu.co.

### RESUMEN

En la industria, el sector de la manufactura por remoción de material representa aproximadamente un 33% del consumo de energía primaria, además de un 38% en cuanto a las emisiones de CO2 a nivel mundial (Cai et al., 2020). Es por esta razón que se hace necesario implementar estrategias que permitan reducir dicho consumo, disminuyendo la energía embebida de los elementos de máquinas creados (Vishnu Vardhan et al., 2018). Según diversos estudios este consumo energético se puede controlar a partir de la correcta selección de los parámetros de corte, donde es importante resaltar que estos también tienen impacto en la calidad superficial del material (Wu et al., 2017) (Vardhan et al., 2018). Por lo que la correcta selección de estos permitiría obtener piezas con una calidad superficial aceptable, reduciendo el consumo energético, donde para poder realizar la selección se hace necesario conocer el comportamiento de la maquina durante el proceso de desbaste (Xie et al., 2023).

Es por lo anterior, que en este trabajo se propone realizar un Diseño de Experimentos (DOE), utilizando el programa Minitab<sup>®</sup>, teniendo como base la influencia de los parámetros de corte más aplicados en los procesos de mecanizado: profundidad de corte, velocidad de husillo y velocidad de avance; en un centro de mecanizado CNC de cinco ejes Leadwell V40iT; con el fin de efectuar un análisis estadístico sobre el consumo energético y el acabado superficial, tanto de manera individual como conjunta (Banker et al., 2016), (Maneesh et al., 2023).

**PALABRAS CLAVE:** Acabado superficial, consumo energético, optimización.

**TEMÁTICA:** Gestión energética



# PONENCIAS NAVEGADOR



## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUBRICACIÓN AUTO-REGULABLE PARA UNA MOTOCICLETA KAWASAKI Z250

Sergio Osorio (1), Miguel A. Vásquez (2), Juan C. Sánchez (3)

1. Estudiante de Tecnología en Mecánica Automotriz, Colombia, sergio.osorio791@pascualbravi.edu.co; 2. Estudiante de Tecnología en Mecánica Automotriz, Colombia, miguel.vasquez136@pascualbravo.edu.co; 3. Grupo de Investigación e Innovación en Energía - GIEN, Colombia, juan.sanchezg@pascualbravo.edu.co

### RESUMEN

Con el fin de garantizar una correcta transmisión de potencia en una motocicleta, es necesario asegurar una correcta lubricación que permita un correcto funcionamiento de todas sus partes, sprocket, piñón y cadena. El presente trabajo muestra el diseño e implementación de un sistema de lubricación para cadena de una motocicleta Kawasaki Z250 modelo 2016.

El sistema se diseñó para poder ser instalado en el vehículo con el fin de que autorregula la cantidad de lubricante por apertura de válvula y la frecuencia de lubricación en función de la velocidad. Para esto, se adoptó una metodología por etapas en donde en primera instancia se conectó un osciloscopio al sistema de entrada al sensor de velocidad de la motocicleta hacia el módulo de control del motor (ECU) de la moto, esto con el fin de identificar las frecuencias en función de las velocidades junto con los valores de voltaje que reporta (amplitud), posterior a esto, se definió la cantidad y frecuencia del lubricante que caería por gravedad sobre la cadena con el fin de asegurar

una correcta lubricación sin favorecer algún accidente. Luego, con las variables involucradas en el sistema, se programó un microcontrolador que es el encargado de la apertura de la válvula que retiene el lubricante. Finalmente, se hicieron ensayos con un dinamómetro de chasis mustang dynamometer con el fin de corroborar la correcta programación del microcontrolador y frecuencias de lubricación previo a ser instalado en la motocicleta. Los resultados mostraron una cantidad deseable por apertura de la válvula, junto con la frecuencia de apertura del sistema, adicional a esto las frecuencias van sincronizadas de una manera correcta con la velocidad de la motocicleta como se estableció desde un principio, corroborando así un correcto funcionamiento del equipo instalado en el vehículo.

**Temática: Análisis de Sistemas Dinámicos**

**Keywords: Sprocket, Autorregulación, Micro controlador**

## PONENCIAS NAVEGADOR



## FABRICACIÓN DE COMPUESTOS METÁLICOS FUNCIONALMENTE GRADUADOS PARA APLICACIONES ESTRUCTURALES Y TÉRMICAS

Juan Esteban Guarín<sup>1</sup>, Alejandro Oquendo<sup>2</sup>, Valentina Herrera<sup>2</sup>, Yamile Cardona Maya<sup>2</sup>, Luis Carlos Olmos<sup>2</sup> y Cesar A Isaza Merino<sup>1</sup>  
4Departamento de ingeniería mecánica, Facultad de ingeniería, Universidad de Antioquia UdeA,  
Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia.  
Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia.

### RESUMEN

La industria aeroespacial y el diseño de dispositivos con alta capacidad de disipación térmica demandan materiales que combinen resistencia mecánica, ligereza, y excelentes propiedades térmicas. Los materiales funcionalmente graduados (FGM, por sus siglas en inglés) se han convertido en una solución avanzada para estas aplicaciones, ya que permiten un control preciso de las propiedades a lo largo de su estructura o su volumen. De acuerdo a esto, los compuestos híbridos con matriz de cobre (Cu) con refuerzos de carburo de silicio (SiC) y nanotubos de carbono (CNTs) ofrecen una alternativa, gracias a la combinación de la conductividad térmica de los constituyentes, especialmente el Cu y los CNTs, con las propiedades mecánicas del SiC. El este estudio se presenta la fabricación y evaluación de un compuesto funcionalmente graduado híbrido de Cu-SiC-CNTs. Para la fabricación, se utilizó cobre puro como matriz base, que fue reforzado de manera graduada con partículas de SiC y CNTs usando un molino de bolas. La compactación de los polvos se llevó a cabo mediante técnicas de prensado de forma gradual, lo que permitió una transición de las propiedades, seguidas de

un proceso de sinterización controlada para consolidar el material. Los resultados obtenidos demuestran que la adición graduada de SiC y CNTs en el compuesto híbrido mejora significativamente sus propiedades mecánicas. Específicamente, se observó un aumento en la dureza del material al incrementar el contenido de SiC en un rango de 0% a 15% y de CNTs de 0% a 2%. Esta mejora se atribuye a la combinación sinérgica entre los refuerzos, donde el SiC aporta rigidez y resistencia al desgaste, mientras que los CNTs contribuyen con un refuerzo a nivel nanométrico que incrementa la resistencia a la tracción y la estabilidad térmica del material.

Estos resultados preliminares evidencian el potencial de los compuestos funcionalmente graduados de Cu-SiC-CNTs para aplicaciones donde la combinación de propiedades mecánicas y térmicas son necesarias, destacando su aplicabilidad en la industria aeroespacial y en dispositivos que requieren una eficiente gestión del calor.

**Temática:** Materiales en Ingeniería  
**Keywords:** Compuestos híbridos

# PONENCIAS NAVEGADOR



## DISEÑO COMPUTACIONAL DE UN CILINDRO BIOMÉDICO EN RESINA DE POLIÉSTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO PARA OXIGENOTERAPIA

Mateo Sánchez<sup>1</sup>, \*Gustavo Suárez<sup>1</sup>, J. David Velásquez<sup>2</sup>, J. Fredy Hincapié<sup>2</sup>  
1Grupo de Investigación e Innovación en Energía, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia.  
2Grupo de Investigación e Innovación Ambiental, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia.  
m.sanchez156@pascualbravo.edu.co, \*gustavo.suarez@pascualbravo.edu.co

### RESUMEN

A nivel mundial, viene en alto crecimiento de los casos de morbilidad y mortalidad debido a problemas respiratorios principalmente por la alta contaminación ambiental, el tabaquismo y los nuevos casos que vienen apareciendo de virus y bacterias, tal como ocurrió con el SarCov2. Los cilindros de oxigenoterapia se han convertido elemento esencial para personas con insuficiencia respiratoria. El peso del cilindro, la poca posibilidad de reparación ante daños del producto, ha elevado los costos de estos dispositivos biomédicos. En esta investigación se desarrollaron dos diseños de cilindros biomédicos, uno elaborado con una superficie de base y otro con una base curva. Los materiales implementados para la elaboración fueron por láminas de fibra de vidrio y resina de polyester. Los resultados de los desarrollos indicaron un apropiado comportamiento mecánico del material laminado, especialmente en el diseño de superficie curva, sin alcanzar el límite elástico y el colapso del material. También se evidenció que es factible reducir el peso del material sin afectar las prestaciones mecánicas

La laminación de los dispositivos se puede intervenir mediante un reforzamiento del material si es requerida una reparación superficial causada por condiciones imprevistas. Los resultados permitirán a futuro reemplazar los diseños de dispositivos biomédicos realizados en materiales metálicos por otro tipo de materiales que entreguen mejores condiciones de uso y facilidad de reparación.

**Temática: Análisis de Sistemas Dinámicos**

**PALABRAS CLAVE: Diseño computacional, resina polyester, fibra de vidrio, cilindro de oxigenoterapia, presión neumática, laminación, criterios de rotura, elementos finitos, esfuerzo-deformación.**

# PONENCIAS NAVEGADOR



## DISEÑO Y ANÁLISIS DE UN CHASIS TUBULAR PARA UN VEHÍCULO DE TRACCIÓN ELÉCTRICA



Emmanuel Taborda Taborda (1), Juan Pablo Jiménez Gómez (2), Diego Alejandro Penagos Vásquez (3), Steven Galvis Holguín (4)  
Universidad ECCI, Medellín, Colombia,

1. emmanuel.tabordata@ecc.edu.co, 2. juanp.jimenezgo@ecc.edu.co, 3. dpenagosv@ecc.edu.co, 4. sgalvish@ecc.edu.co

### RESUMEN

Un vehículo de tracción eléctrica (VTE) es un automóvil que utiliza energía eléctrica almacenada en baterías para su propulsión, ofreciendo una alternativa sostenible para el transporte. Este proyecto tiene como objetivo el diseño y simulación de un chasis tubular para un VTE, siendo este el primer paso en su desarrollo. El enfoque se centra en el análisis estructural mediante el criterio de esfuerzo de Von Mises, desplazamiento y el coeficiente de seguridad.

En esta fase inicial, se trabajará con tres materiales: acero A36, acero galvanizado, y aluminio 6061, analizando su comportamiento estructural estático. Los principales desafíos incluyen asegurar que el diseño cumpla con los requisitos del análisis estático y garantizar que el chasis mantenga su integridad bajo condiciones de carga. Investigaciones previas, como las de Rosero Jaramillo, F. X. (2023), quien diseñó y construyó un chasis 1tubular para un vehículo eléctrico monoplaza tipo NEV, y Andrade Puma, J. P. (2023), quien diseñó y construyó un chasis tubular para un vehículo eléctrico, han demostrado la

importancia de estos análisis en el diseño de chasis, aspectos que guiarán este trabajo.

**PALABRAS CLAVE:** Chasis tubular, Vehículo de tracción eléctrica, Análisis estático.

**TEMÁTICA:** Materiales de Ingeniería

# PONENCIAS NAVEGADOR



## OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE FOTOBIORREACTORES MEDIANTE DISEÑO DE EXPERIMENTOS Y SIMULACIÓN CFD

Juan Sebastián García-Bustamante (1), Jorge Mario Ceballos-Zuluaga (2), Francisco Javier Ramírez-Gil (3), Andrés David Morales-Rojas (4)

1. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia. [juan.garcia5198@pascualbravo.edu.co](mailto:juan.garcia5198@pascualbravo.edu.co); 2. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia. [j.cebillos728@pascualbravo.edu.co](mailto:j.cebillos728@pascualbravo.edu.co); 3. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia. [francisco.ramirez@pascualbravo.edu.co](mailto:francisco.ramirez@pascualbravo.edu.co); 4. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia. [andres.morales@pascualbravo.edu.co](mailto:andres.morales@pascualbravo.edu.co);

### RESUMEN

Los fotobiorreactores (FBRs) son estructuras diseñadas para el cultivo controlado de microalgas. Estas microalgas tienen diversas aplicaciones, desde la producción de biocombustibles hasta la elaboración de productos farmacéuticos y alimenticios. Para su óptimo crecimiento, las microalgas requieren agua, nutrientes, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y, crucialmente, luz. La radiación solar juega un papel fundamental en la fotosíntesis y el crecimiento de estos microorganismos en cultivos al aire libre, mientras que la temperatura influye significativamente en la eficiencia fotosintética y la viabilidad celular.

**PALABRAS CLAVE:** Cultivo de microalgas, Captura de CO<sub>2</sub>, Dinámica de fluidos computacional (CFD), Radiación solar, Diseño de experimentos (DOE).

**TEMÁTICA:** Gestión Energética

# PONENCIAS NAVEGADOR



## DESARROLLO DE UN CICLO DE CONDUCCIÓN CARACTERÍSTICO DE LAS MOTOCICLETAS DEL VALLE DE ABURRÁ

Serna Juan 1, Gómez-Miranda, I.N 2, Londoño Javier 3  
1,2 GIEN-Grupo de Investigación e Innovación en Energía, Faculty of Engineering,  
Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín 050034  
3 universidad de Castilla-La Mancha, Facultad de Ingeniería Industrial, Avenida Camilo José Cela s/n. 13071, Ciudad Real (España)  
j.serna894@pascualbravo.edu.co (autor)

### RESUMEN

La contaminación del aire se ha convertido en un desafío crucial para las grandes ciudades en todo el mundo, afectando la salud pública y el medio ambiente. En el Valle de Aburrá, la calidad del aire se ha deteriorado considerablemente, principalmente debido a las emisiones vehiculares. (AMVA, & UPB 2019). Las motocicletas en esta región son relevantes debido a su gran participación en el parque automotor (RUNT, 2023). En este trabajo se desarrolló un ciclo característico de conducción de las motocicletas, que permitiera determinar los factores de emisiones de las motocicletas y contribuir a la formulación de políticas ambientales más efectivas. Para lograr dicho objetivo se convocaron motociclistas voluntarios para que, con el uso de una aplicación de grabación de datos de posicionamiento (GPS), se registraron los desplazamientos realizados en una base de datos de movilidad. Posteriormente, se aplicaron técnicas de estadística descriptiva, para establecer una base de datos confiable, con dicha base de datos se establecieron grupos de micro viajes que reflejan

los hábitos de conducción y por último se aplicaron métodos descriptivos multivariados, de reducción de dimensión y técnicas de inteligencia artificial para el agrupamiento y la clasificación. Obteniendo una base de datos de movilidad confiable, acumulando aproximadamente 190,000 datos de 150 viajes registrados. Con el uso de un mapa de calor se identificaron los puntos de alta convergencia de motocicletas, lo que permite entender mejor los patrones de tráfico en la región. El ciclo característico desarrollado muestra que las motocicletas mantienen una velocidad media de 24 km/h, con un tiempo de movimiento del 74% y un tiempo en ralentí del 26%.

**Temática: Desarrollo Sostenible**

**PALABRAS CLAVE: contaminación del aire, factores de emisiones, base de datos de movilidad.**

# PONENCIAS NAVEGADOR



## HELIÓSTATOS: CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE UN SISTEMA CSP DESARROLLADO EN COLOMBIA.

La lista de autores Jhojan Galeano (1), Yuhan Lenis (2), Frank Alexander Ruiz (3), Martin Orrego (4), Jhon Hincapié (5)

1. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [Jhojan.galeano742@pascualbravo.edu.co](mailto:Jhojan.galeano742@pascualbravo.edu.co); 2. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [yuhan.lenis@pascualbravo.edu.co](mailto:yuhan.lenis@pascualbravo.edu.co); 3. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [frank.ruiz@pascualbravo.edu.co](mailto:frank.ruiz@pascualbravo.edu.co); 4. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [martin.orrego641@pascualbravo.edu.co](mailto:martin.orrego641@pascualbravo.edu.co); 5. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [jhon.hincapie@pascualbravo.edu.co](mailto:jhon.hincapie@pascualbravo.edu.co)

### RESUMEN

La energía solar se destaca por su disponibilidad global y su potencial para generar electricidad y calor (UPME & IDEAM, 2005). La concentración solar de potencia (CSP) se ha consolidado como una opción de alto potencial para el aprovechamiento de este tipo de recurso, al punto que actualmente hay una carrera por el desarrollo tecnológicos de estos sistemas buscando principalmente la disminución de costos (Salas Bernal Rodolfo Yered & Pérez Enciso Ricardo Arturo, 2022). Pese a que estos equipos pueden ser desarrollados en países con bajo nivel de industrialización como Colombia, las experiencias documentadas del uso de este tipo de sistemas son escasas. Una muestra del bajo desarrollo de esta tecnología en Colombia se ve en el estudio echo en (Fernanda Serrano-Guzmán et al, 2017.) donde se muestra la proyección de la energía termosolar que alcanza solo un 2% para el año 2050 en procesos agrícolas e industriales.

Con el presente trabajo se busca contribuir a la apropiación tecnología de los sistemas CSP basados en

heliostatos, en Colombia, además de presentar una alternativa metodología para su caracterización principalmente cuando se busca el aprovechamiento térmico.

**Temática: Gestión Energética**

**Keywords: Sprocket, Autorregulación, Micro controlado**  
**PALABRAS CLAVE: Renovables; Energía; Canteo; Rastreamiento solar**

# PONENCIAS NAVEGADOR



## OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL DISEÑO DE TUBERÍA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE GAS CON LA FINALIDAD DE ALIMENTAR UNA GRANJA DE FOTOBIORREACTORES

Freiner Santiago Giraldo-Montes (1), Jorge Mario Ceballos-Zuluaga (2), Francisco Javier Ramírez-Gil (3), Andrés David Morales-Rojas (4)

1. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia. freiner.giraldo416@pascualbravo.edu.co; 2. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia. j.ceballos728@pascualbravo.edu.co; 3. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia. francisco.ramirez@pascualbravo.edu.co; 4. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia. andres.morales@pascualbravo.edu.co;

### RESUMEN

Este estudio aborda la optimización de la distribución de gases de combustión en una granja de fotobiorreactores (FBRs), enfocándose en la eficiencia energética y la reducción de costos operativos y de instalación. La investigación se centra en el diseño de un sistema de tuberías que minimice las pérdidas de carga, un factor crítico que impacta directamente en los costos energéticos y la eficacia del proceso. Un desafío clave es cumplir con las especificaciones operativas de los FBRs, que requieren una temperatura de gas de 37°C, un flujo mínimo de  $X \text{ m}^3/\text{s}$  y una presión constante de 7 Psi en cada unidad. Estas condiciones son esenciales para superar la presión hidrostática del agua en los reactores y garantizar un funcionamiento óptimo del sistema para maximizar la producción de biomasa microalgal.

**PALABRAS CLAVE:** Cultivo de microalgas, Captura de CO<sub>2</sub>, Distribución de gases de combustión, análisis y diseño de tuberías, Pérdidas de energía, Dinámica de Fluidos Computacional (CFD)

**TEMÁTICA:** Gestión energética



# PONENCIAS NAVEGADOR



## EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES TRIBOLÓGICAS SOBRE LA GENERACIÓN DE ÓXIDOS EN ACEROS PERLÍTICOS

Jesús Salas<sup>1</sup>, Sebastián Rudas<sup>2</sup> y Manuel Valdés<sup>3</sup>  
Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Antioquia, 050001, Colombia

1. [jesus.salas243@pascualbravo.edu.co](mailto:jesus.salas243@pascualbravo.edu.co)

2. [ju.rudas@pascualbravo.edu.co](mailto:ju.rudas@pascualbravo.edu.co)

3. [m.valdes188@pascualbravo.edu.co](mailto:m.valdes188@pascualbravo.edu.co)

4.

### RESUMEN

Los en este trabajo se evalúa la generación de óxidos formados en aceros ferroviarios sometidos a deslizamiento en seco. Los óxidos son generados al alcanzar su energía de formación. La energía es proporcionada por la temperatura flash que puede aumentar considerablemente en cortos periodos de tiempo. La temperatura flash describe la temperatura alcanzada en la zona de contacto (asperezas) entre dos superficies en movimiento relativo. La formación de óxidos en el sistema tribológico es causada por la interacción molecular del oxígeno del ambiente con los átomos en la superficie de los materiales en contacto deslizante. Se consideraron tres tipos de óxidos: Hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) y Wustita ( $\text{FeO}$ ). La dureza de los óxidos normalmente es mayor a la de los metales que conforman el sistema tribológico y estos afectan la interacción entre los dos materiales y la vida útil de las piezas.

Para imitar las condiciones de desgaste se utilizó un tribómetro block on ring. Los metales usados en el par mecánico fueron los aceros de riel R350HT y R220. La carga y la velocidad fueron tomadas como los factores de entrada en el ensayo. Se desarrolló un diseño de experimentos (DOE) factorial  $2^n$  con puntos al centro; Cargas, de 20 (Carga baja) y 40N (Carga alta); Velocidades lineal, de 1.5 (Velocidad Baja) y 2.5 m/s (Velocidad

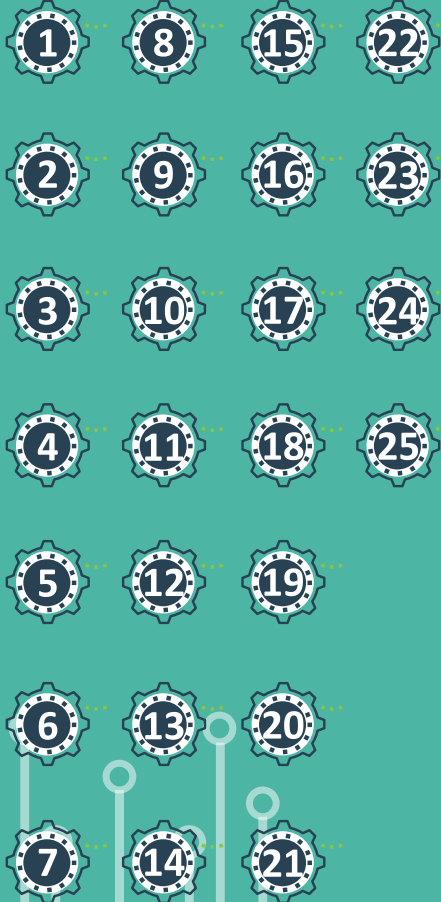
Alta) dando un total de 15 corridas experimentales. Los óxidos resultantes se caracterizaron mediante espectroscopia Raman. Se encontró que seleccionados factores afectan significativamente el desgaste del par tribológico, la formación y tipo de óxidos; los resultados obtenidos mostraron la presencia de Hematita, poco desgaste y baja formación de Magnetita en condiciones de 1.5m/s de velocidad y 20N de carga. En condiciones más altas, 40N de carga y 2.5m/s de velocidad, se presenta la formación de Magnetita, alto desgaste, además, de poca formación de Hematita Debido a lo similar de los espectros Raman de la magnetita y la wustita no se identificó esta última en los espectros. Otro factor que se consideró es la degradación de la Wustita debido a la intensidad del láser al momento de realizar la espectroscopia Raman.

El análisis estadístico mostró que las condiciones de operación donde aumento el desgaste pueden estar relacionadas con el aumento de la formación de Magnetita .

**Temática: Materiales en Ingeniería.**

**PALABRAS CLAVE: Hematita, Magnetita, temperatura flash, contacto deslizante, desgaste, velocidad de deslizamiento.**

# PONENCIAS NAVEGADOR



## EVALUACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE BATERÍAS EN LA SEGURIDAD DE MOTOCICLETAS ELÉCTRICAS BASADA EN LA DINÁMICA LAGRANGIANA DESDE EL ESTUDIO DE LA VELOCIDAD

David Vanegas Metaute (1), Gloria Cruz Riaño (2), Álvaro Delgado Mejía (3), Andrés Delgado Mejía (4), Feliciano López Blanco (5)  
1. Estudiante Ingeniería Mecánica, Colombia, david.vanegas790@pascualbravo.edu.co2. Docente ocasional, Colombia, gloria.cruz@pascualbravo.edu.co3. Docente ocasional, Colombia, alvaro.delgado@pascualbravo.edu.co4. Estudiante Ingeniería Mecánica, Colombia, andres.delgado137@pascualbravo.edu.co5. Estudiante Ingeniería Mecánica, Colombia, j.lopez1529@pascualbravo.edu.co

### RESUMEN

El presente estudio examina la dinámica longitudinal de una motocicleta convencional convertida a funcionamiento 100% eléctrico, con el propósito de evaluar dos configuraciones posibles para la ubicación del banco de baterías. La meta, es identificar la configuración que ofrezca mayores ventajas para el desempeño en velocidad bajo diversas condiciones de terreno, empleando el módulo "Body Longitudinal Dynamics In-Plane" de Simulink en Matlab [Giner, 2016]. Este análisis se considera crucial, ya que la ubicación del banco de baterías influye en parámetros esenciales como la aceleración, el frenado, la estabilidad y la seguridad del piloto. Adicionalmente, la variación del centro de gravedad asociada con la posición del banco de baterías, es un factor determinante en el diseño de motocicletas eléctricas, ya que afecta significativamente el comportamiento dinámico del vehículo y aspectos como el efecto giroscópico y el principio de contraviraje, fundamentales para una conducción segura y eficiente.

**PALABRAS CLAVE:** Dinámica longitudinal, centro de gravedad, motocicleta, manejabilidad.

**TEMÁTICA:** Análisis y diseño de sistemas dinámicos

# PONENCIAS NAVEGADOR

16

## FABRICACIÓN DE ROTORES DE BAJO COSTO PARA TURBINAS TIPO MICHELL – BANKI UTILIZANDO MANUFACTURA ADITIVA

Camilo A. Torres-Palencia (1), Oscar F. Acosta-Fuentes (1), Steven Galvis-Holguín(1), Diego Penagos-Vásquez (1), Cristian Cardona-Mancilla (2).  
Universidad ECCI Medellín (1)  
Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín (2)  
camiloa.torresp@ecci.edu.co

### RESUMEN

Las turbinas hidráulicas son ahora unas de las mayores fuentes de generación de energía renovables, con las cuales se puede pensar en implementar (PSH's), llevando energía eléctrica amigable con el medio ambiente a las comunidades que se encuentran fuera del sistema interconectado nacional (ZNI).

A partir de la generación descentralizada, la cual consiste en generar la energía eléctrica lo más cerca al lugar del consumo, sin estar conectado al sistema interconectado nacional. Es por esto, que se pueden implementar - Banki. Por lo tanto, este estudio se centra en la creación de un rotor de bajo costo para la turbina Michell-Banki, elaborado mediante manufactura por adición de material.

La turbina de flujo cruzado tipo Michell-Banki permite convertir la energía cinética del agua a la entrada del rotor en energía mecánica rotacional, la cual posteriormente se convierte en energía eléctrica a partir de un generador eléctrico entregándonos una eficiencia constante a diferentes porcentajes de flujo.

El objetivo de este trabajo se enfoca en explorar cómo esta tecnología puede ser implementada de manera rentable utilizando tecnologías de manufactura aditiva, con el fin de aumentar la viabilidad financiera en entornos donde el

acceso a recursos financieros es limitado. La turbina Michell Banki ofrece una serie de beneficios, entre los que se incluyen: Costo reducido, aprovechamiento de recursos locales, impacto ambiental reducido, aplicaciones descentralizadas, potencial para energía autónoma y poca variación de la eficiencia ante cambios en las condiciones de sitio (cabeza y caudal).

**PALABRAS CLAVES:** Turbinas Michell-Banki, Energías renovables, rotores de bajo costo, eficiencia energética.

**TEMÁTICA:** Gestión energética.

# PONENCIAS NAVEGADOR



## METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE ENTORNOS DE CAPACITACIÓN EN REALIDAD VIRTUAL PARA MANEJO DE CENTROS DE MECANIZADO CNC DE 5 EJES

Abnel E. Sanchez-Sierra (1), Steven Galvis-Holguin (1), Cristian Cardona-Mancilla (2).

Universidad ECCI, Medellín (1)

Instituto Tecnológico Metropolitano – Medellín (2)

1. abnele.sanchezs@ecc.edu.co 2. sgalvish@ecc.edu.co 3. cristiancardona@itm.edu.co

### RESUMEN

La Industria 4.0 es una idea que se utiliza para describir un conjunto de cambios en la producción y en las instituciones. Este concepto se centra en la organización de los procesos productivos, los cuales se sustentan en tecnologías de la información y en dispositivos que se comunican de manera autónoma a lo largo de toda la cadena de valor. La Industria 4.0 está conformada por 9 grandes pilares que la sustentan:

Internet de las cosas (IoT), Big Data, Computación en la Nube, Simulación, Realidad Aumentada (AR), Robots Autónomos, Fabricación o Manufactura Aditiva, Ciber-Seguridad e Integración de los Sistemas de Información.

La Realidad Virtual (VR) es un desarrollo tecnológico con un potencial beneficioso cuando se utiliza como herramienta de formación basada en la simulación para la anestesia regional. Además, la rápida evolución de las tecnologías de VR, impulsada sobre todo por la industria del videojuego, ha facilitado el acceso a herramientas de VR y AR aumentada (AVR) a un coste razonable [4]. Permitiendo implementar Realidad Virtual en entornos simulados para enseñanza y aprendizaje de maquinaria industrial como lo es un centro de mecanizado CNC.

El objetivo central del presente proyecto es presentar una

metodología para el desarrollo y ofrecer una herramienta que permita al usuario integrarse en la virtualidad, de tal manera que este tenga la libertad de operar las funciones básicas de una CNC de 5 ejes Leadwell V40-iT sin riesgo alguno, fomentando una manera diferente de educación con el uso de nuevas tecnologías y el desarrollo de estas, agrupando todo en un entorno virtual con el uso de tecnologías como Sombras Digitales y Realidad Virtual.

**PALABRAS CLAVE:** Sombra Digital, Industria 4.0, Realidad Virtual, Simulación, Unity®, Blender®, Inventor®.

**TEMÁTICA:** Análisis y Diseño de Sistemas Dinámicos

# PONENCIAS NAVEGADOR

18

## EVALUACION NUMERICA EN DOS DIMENSIONES DE UNA TURBINA HIDROCINETICA TIPO H-DARRIEUS

(1) Isabella Carvajal Samboní, (2) Jhohan F. Osorio, (3) Angie J. Guevara, (4) Diego A. Hincapié  
Facultad de ingeniería mecatrónica Institución universitaria ITM Medellín, Colombia

.isabellacarvajal298514@correo.itm.edu.co; 2. jhohanosorio319744@correo.itm.edu.co; 3. [angieguevara@itm.edu.co](mailto:angieguevara@itm.edu.co);  
4. [diegohincapie@itm.edu.co](mailto:diegohincapie@itm.edu.co)

### RESUMEN

Cada día, la Humanidad requiere de más y más energía para suplir sus necesidades, motivando así la exploración de fuentes no convencionales de energía[1]. Entre las antes mencionadas se encuentran las turbinas de eje vertical(-VA WT- por sus siglas en inglés), en donde una de las populares de este tipo son las denominadas 'H-Darrieus'.

El estudio de estas turbinas suele hacerse empleando de modelos de CFD bidimensionales, pues son de gran ayuda para cuantificar la influencia de fenómenos diferentes aerodinámicos que afectan el rendimiento y la eficiencia de las mismas[4]. Además, Los modelos CFD en 2D pueden producir buenos resultados con cierto grado de sobre-estimación, producto de que no se toma cuenta fenómenos como el arrastre inducido o los vórtices de punta de ala [5]. El objetivo del presente documento es obtener datos numéricos mediante simulación bidimensional utilizando el software ANSYS®2024, que han de servir para comparar las mejoras en cuanto la potencia producida, al agregar elementos de control del flujo tales como alas auxiliares, flaps, generadores de vórtice, entre otros.

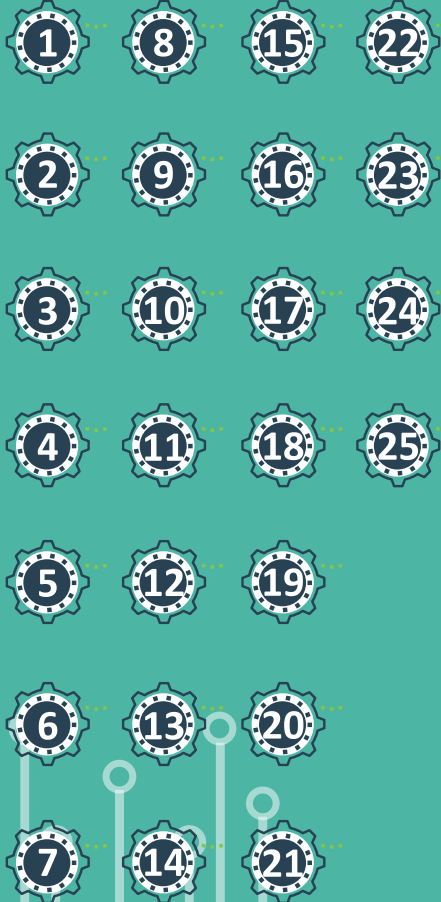
**PALABRAS CLAVE:** ANSYS Fluent®, H-Darrieus, Diseño, Turbina hidrocínética, CFD.

**TEMÁTICA:** Análisis y Diseño de Sistemas Dinámicos

# PONENCIAS NAVEGADOR



## MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOLDES DE SOPLADO



Kevin Castaño Castaño<sup>1</sup>  
, Fredy Adalber Castro Celis<sup>1</sup>  
, Luis Fernando Cardona Sepúlveda<sup>1</sup>, Fausto Javier Zapa Pérez<sup>1</sup>  
.1

Institución Universitaria ITME-mail: kevincastano257576@correo.itm.edu.co, fredycastroc@itm.edu.co,  
luiscardona@itm.edu.co, fausto.zapa471@pascualbravo.edu.co

### RESUMEN

Los moldes de soplado son esenciales en diversas aplicaciones industriales para elaborar productos de consumo masivo. Estos moldes se fabrican con maquinaria y herramienta especializada, por lo que un error durante su manufactura se convierte en un costoso reproceso para las empresas. El presente estudio se centró en el análisis de una falla generada en la fabricación de moldes de soplado, la cual no permitía su correcto ensamble. A través de una investigación detallada, se identificó un paso clave en la metodología del proceso de manufactura que contribuyó a la falla, el cual es la fabricación y ajuste de los bujes del molde. Por lo tanto, en este trabajo se propuso una estrategia de fabricación alternativa para mitigar dicho problema. La metodología propuesta en este trabajo incluyó prácticas mejoradas en la manipulación, programación y ejecución de los moldes, en particular los bujes y guías. Este enfoque no solo resuelve el problema identificado, sino que también establece un estándar para futuras fabricaciones de moldes, mejorando la eficiencia del proceso general. Este trabajo subraya la importancia de una adecuada estrategia de fabricación para alcanzar resultados consistentes y de calidad del producto final.

Temática: Análisis de Sistemas Dinámicos

**PALABRAS CLAVE:** Molde de soplado, Manufactura, CNC, Estrategia de mecanizado, Calidad.

# PONENCIAS NAVEGADOR



## DESARROLLO DE UN ENTORNO DE CAPACITACIÓN EN REALIDAD VIRTUAL PARA EL CONTROL DE COMPONENTES EN PROCESOS DE PICK AND PLACE

David A. Misnaza-Bastidas (1), Oscar F. Acosta-Fuentes (1), Steven Galvis-Holguin (1) y  
Cristian Cardona-Mancilla (2)  
Universidad ECCI Medellín (1)

Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín (2)

1. davidamisnaza@eccimedellin.edu.co 2. oscarf.acostafu@eccimedellin.edu.co 3. sgalvish@eccimedellin.edu.co  
4. cristiancardona@itm.edu.co

### RESUMEN

En la actualidad, el uso de tecnologías emergentes como la realidad virtual (VR) viene en aumento, siendo mayormente implementada en el área del entretenimiento a través de videojuegos. Sin embargo, estas herramientas digitales se han venido expandiendo a diferentes campos como la educación, la salud y la medicina, el diseño y la arquitectura, el entrenamiento militar, los procesos industriales, entre otros. Donde áreas como el sector industrial han adquirido un foco especial de atención, dado a que el aprovechamiento de la realidad virtual ha permitido mejorar la productividad de sus empleados, el control de operaciones, y los procesos de formación y capacitación, a través de entornos simulados, controlados y seguros. Permitiendo incluso recrear los ambientes reales del trabajo a desempeñar, disminuyendo o eliminando los riesgos asociados, y contribuyendo a la transformación digital de los procesos industriales.

En relación con lo anterior, este proyecto está enfocado en el desarrollo de un entorno de realidad virtual por medio del motor gráfico de Unity<sup>®</sup>, que permita la manipulación de componentes automatizados dentro de un proceso de Pick and Place, integrado por dos (2) brazos robóticos y dos (2) bandas transportadoras. En esta interfaz se hará uso de gafas de

realidad virtual Oculus Quest 2 permitiendo que el usuario tenga una experiencia inmersiva donde debe completar diferentes tareas como: colocación y conexión de sensores y herramientas del robot, programación de sensores, brazos robóticos y bandas transportadoras por medio de un panel de control.

**PALABRAS CLAVE:** Industria 4.0, Revolución industrial, Tecnologías emergentes, Gemelos digitales.

**TEMÁTICA:** Desarrollo sostenible.

# PONENCIAS NAVEGADOR

21

## IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLADORES PID PARA LA REGULACIÓN DE VELOCIDAD EN UNA PLATAFORMA ROBÓTICA OMNIDIRECCIONAL

Jakeline Ríos Acevedo (1), Mateo Herrera Hernández (2), Juan Esteban González Hincapié (3), Julián Alberto Patiño Murillo (4), Juan Camilo Herrera (5)

1. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [jakeline.rios445@pascualbravo.edu.co](mailto:jakeline.rios445@pascualbravo.edu.co); 2. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [mateo.herrera930@pascualbravo.edu.co](mailto:mateo.herrera930@pascualbravo.edu.co); 3. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [juan.gonzalez830@pascualbravo.edu.co](mailto:juan.gonzalez830@pascualbravo.edu.co); 4. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [julian.patino@pascualbravo.edu.co](mailto:julian.patino@pascualbravo.edu.co); 5. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [juan.herrerap@pascualbravo.edu.co](mailto:juan.herrerap@pascualbravo.edu.co)

### RESUMEN

En este trabajo, se da respuesta a la necesidad que plantea la industria ante el uso de las plataformas robóticas omnidireccionales puesto que la movilidad de estos sistemas les permite desplazarse en cualquier dirección sin la necesidad de girar sobre su propio eje para cambiar la dirección de su trayectoria en diferentes entornos. Para atender esta problemática se construyó una plataforma robótica de prueba, y se realizó la investigación, diseño e implementación para un controlador PID (proporcional-integral-derivativo) a través de las funciones de transferencia de cada motor.

**Temática:** Análisis de Sistemas Dinámicos

**PALABRAS CLAVE:** Control PID, Sintonización de controladores, Robótica móvil, .



# PONENCIAS NAVEGADOR



## ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROTOTIPOS DE PICOCENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE BAJO COSTO

Juan Camilo Mazo Arenas (1), Juan Camilo Cárdenas Muñoz (2), Julián Alberto Patiño Murillo (3), Sergio Danilo Saldarriaga Zuluaga (4)

1. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [juan.mazo265@pascualbravo.edu.co](mailto:juan.mazo265@pascualbravo.edu.co);

2. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia,

[juan.cardenas739@pascualbravo.edu.co](mailto:juan.cardenas739@pascualbravo.edu.co); 3. Institución Universitaria Pascual Bravo,

Colombia, [julian.patino@pascualbravo.edu.co](mailto:julian.patino@pascualbravo.edu.co); 4. Institución Universitaria Pascual Bravo,

Colombia, [s.saldarriagazu@pascualbravo.edu.co](mailto:s.saldarriagazu@pascualbravo.edu.co)

### RESUMEN

El acceso a la energía es un factor crucial para el desarrollo económico y social, especialmente en comunidades rurales y aisladas donde la infraestructura energética tradicional no llega o es ineficiente. Las picocentrales hidroeléctricas, que aprovechan fuentes hídricas de bajo caudal para generar electricidad, son una solución potencialmente viable para proveer energía limpia, económica y accesible en estas regiones. Sin embargo, el desempeño de las picocentrales en términos de eficiencia energética, costos de implementación y sostenibilidad ambiental es variable y depende de factores como el diseño de las turbinas, las condiciones del recurso hídrico disponible, y el mantenimiento de los sistemas. En el presente trabajo se hace una investigación sobre diferentes tipos de turbinas para generación hidroeléctrica de pequeña escala, de las cuales se seleccionaron dos modelos de turbinas para su prototipado basándose en tres criterios clave:

facilidad de construcción, bajo costo de los materiales y dificultad de mantenimiento. Estos criterios son fundamentales para asegurar que las turbinas puedan ser replicadas fácilmente en lugares aislados y de bajos recursos.

Temática: Gestión energética

**PALABRAS CLAVE:** Control PID, Sintonización de controladores, Robótica móvil, .

# PONENCIAS NAVEGADOR



## DESARROLLO DE UN MARCO DE TRABAJO DE PROTOTIPADO DE PRODUCTOS CON TECNOLOGÍAS DE INDUSTRIA 4.0 EN LA EMPRESA TELEMETRY AND SECURITY SYSTEMS

- Julián Alberto Patiño Murillo (1), Edwin Muñoz (2), William Galvis (3), Javier Diossa (4)
1. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [julian.patino@pascualbravo.edu.co](mailto:julian.patino@pascualbravo.edu.co);
  2. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [e.munoz@pascualbravo.edu.co](mailto:e.munoz@pascualbravo.edu.co);
  3. Telemetry and Security Systems, Colombia, [william.galvis@tass.com.co](mailto:william.galvis@tass.com.co);
  4. Telemetry and Security Systems, Colombia, [javier.diossa@tass.com.co](mailto:javier.diossa@tass.com.co)

### RESUMEN

La empresa Telemetry and Security Systems -TASS es una empresa de servicios de localización, telemetría y desarrollo de productos de alta tecnología, comprometida con brindar soluciones en logística y distribución, con énfasis en esquemas de seguridad a nivel local y regional, utilizando elementos de Internet de las Cosas e Industria 4.0 en sus productos de desarrollo tecnológico. Para ingresar a mercados internacionales, la empresa enfrenta exigencias de cumplimiento de características técnicas y operacionales para que sus productos lleguen a otros países, que podrían ser solucionadas mediante procesos de certificación por terceros, pero que usualmente presentan altos costos económicos, y generalmente no ofrecen una realimentación o generan un proceso de transferencia de conocimiento para enriquecer los procesos de desarrollo de las empresas, ni tienen en cuenta las etapas de prototipado, al certificar solamente productos terminados. Por tanto, este proyecto desarrolló un marco de trabajo para el prototipado de sistemas de seguridad con tecnologías de industria 4.0 y cumplimiento de estándares de certificación internacional orientado a la apertura de nuevos mercados para la empresa TASS. Dicho marco de trabajo se constituye en una estrategia para que la empresa, que aspira a

operar internacionalmente, cumpla con las normas técnicas y operativas del mercado objetivo, incrementando la proactividad en la incorporación de medidas de control en sus actividades de prototipado y desarrollo.

**Temática: Desarrollo Sostenible**

**PALABRAS CLAVE: Marco de trabajo, prototipado, industria 4.0.**

# PONENCIAS NAVEGADOR



## DE LA RURALIDAD A LA INNOVACIÓN: UN MODELO COLABORATIVO PARA MACEO.

Rosalba Ríos Galvis (1), Catalina Sierra Salazar (2) Oscar Julián Galeano Echeverri, (3) Julián Alberto Patiño (4),  
Alexandra Guerrero Bocanegra (5).

1. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [ro.rios@pascualbravo.edu.co](mailto:ro.rios@pascualbravo.edu.co) ; 2 . Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [c.sierra@pascualbravo.edu.co](mailto:c.sierra@pascualbravo.edu.co); 3. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [julian.galeano@pascualbravo.edu.co](mailto:julian.galeano@pascualbravo.edu.co) 4. Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, [julian.patino@pascualbravo.edu.co](mailto:julian.patino@pascualbravo.edu.co) 5. Tecnológico Metropolitano (ITM), Institución universitaria , olombia, [alexandraguerrero@itm.edu.co](mailto:alexandraguerrero@itm.edu.co)

### RESUMEN

Elos estudiantes de Maceo, Antioquia, enfrentan desafíos en la ruralidad colombiana, como la falta de oportunidades para expresarse y participar en la transformación de su comunidad. La desconexión entre sus prioridades y las iniciativas de desarrollo local puede generar un sentimiento de exclusión y debilitar la identidad cultural. Esta situación se agrava por la dificultad de articular sus necesidades con los procesos de toma de decisiones, limitando su capacidad para mejorar sus condiciones de vida. Es fundamental mejorar la cobertura y calidad educativa en las áreas rurales para abordar estos retos y fomentar el desarrollo social y cultural [1,2]. La creación de un atlas subjetivo permitirá reflejar las realidades locales e identificar problemáticas específicas y dinámicas sociales y culturales que las rodean [3]. El proyecto busca llenar estos vacíos mediante un modelo colaborativo que integre el arte y la ciencia, fortaleciendo la participación y preservando la riqueza cultural de la región.

**PALABRAS CLAVE:** modelo colaborativo, obra expansible, atlas.

**TEMÁTICA:** Desarrollo Sostenible

# PONENCIAS

## NAVEGADOR



### GENERAL CHAIR

M.Sc. Luis C. Olmos Villalba



### PROGRAM CHAIR

Rosalba Ríos Galvis



### SYMPOSIUM CHAIR

M.Sc. Ramiro A. Lopera Sánchez  
Sc. Carlos Alberto Valencia Hernández  
Esp. Jesús Ignacio Calle Pérez  
PhD Gustavo Suárez Guerrero



### VICE- CHAIR POSTER SESSION

M. Sc. Oscar Julián Galeano Echeverri



### PUBLICATIONS CHAIR

PhD. Julián Alberto Patiño Murillo  
Revista CINTEX,  
FONDO EDITORIAL PASCUAL



### COPILOTION

PhD. Rosalba Ríos Galvis



### COMITÉ CIENTÍFICO

PhD Rosalba Ríos Galvis  
PhD Gustavo Suárez Guerrero  
PhD Julián Alberto Patiño Murillo  
MSc Oscar Julián Galeano Echeverri  
MSc Ramiro A. Lopera Sánchez  
M Sc Carlos Alberto Valencia Hernández  
Esp Jesús Ignacio Calle Pérez

# MIL GRACIAS

# Análisis del impacto de vehículos eléctricos en la ciudad de Medellín dentro del contexto de la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica

**Autores:** Saúl Emilio Rivero Mejía, Estefanya Marín Tabares, Diego Andrés Correa Londoño, Salomé Vanegas Moreno  
**Ponente:** Estefanya Marín Tabares

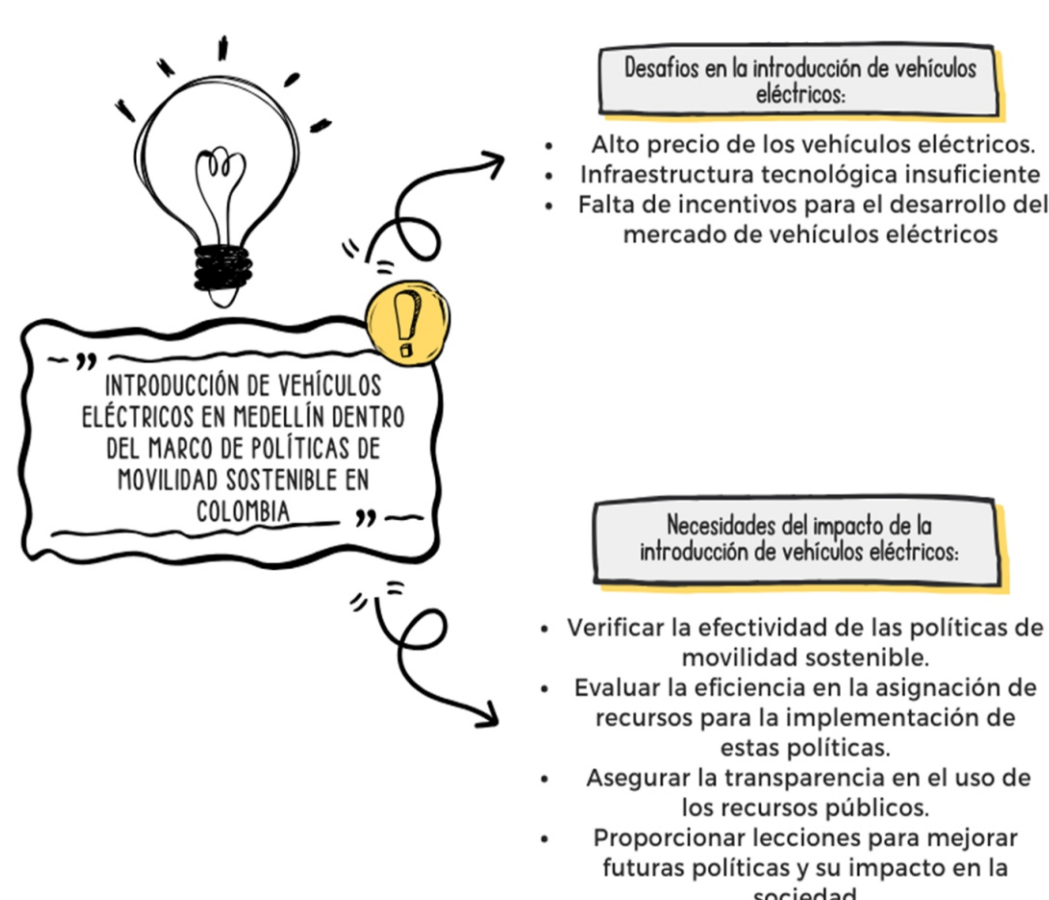
## INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto aborda el impacto de la introducción de vehículos eléctricos en Medellín en el contexto de la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica. Colombia adoptó esta estrategia para promover vehículos de cero emisiones, con el objetivo de incorporar 600,000 vehículos eléctricos para el año 2030, con el fin de reducir la contaminación y mejorar la calidad del aire.

Por tanto, se lleva a cabo una evaluación del impacto que ha tenido la venta y uso de vehículos eléctricos en la ciudad del Distrito de Medellín, en el marco de las metas establecidas en la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica y Sostenible. Dicha evaluación se llevará a cabo considerando las dimensiones ambientales, económicas y de distribución del parque automotor.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este problema presenta los desafíos asociados con la introducción de vehículos eléctricos en Medellín, además destaca la necesidad de evaluar el impacto de estas políticas para garantizar su efectividad, eficiencia y transparencia, y para aprender y mejorar continuamente.



## OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

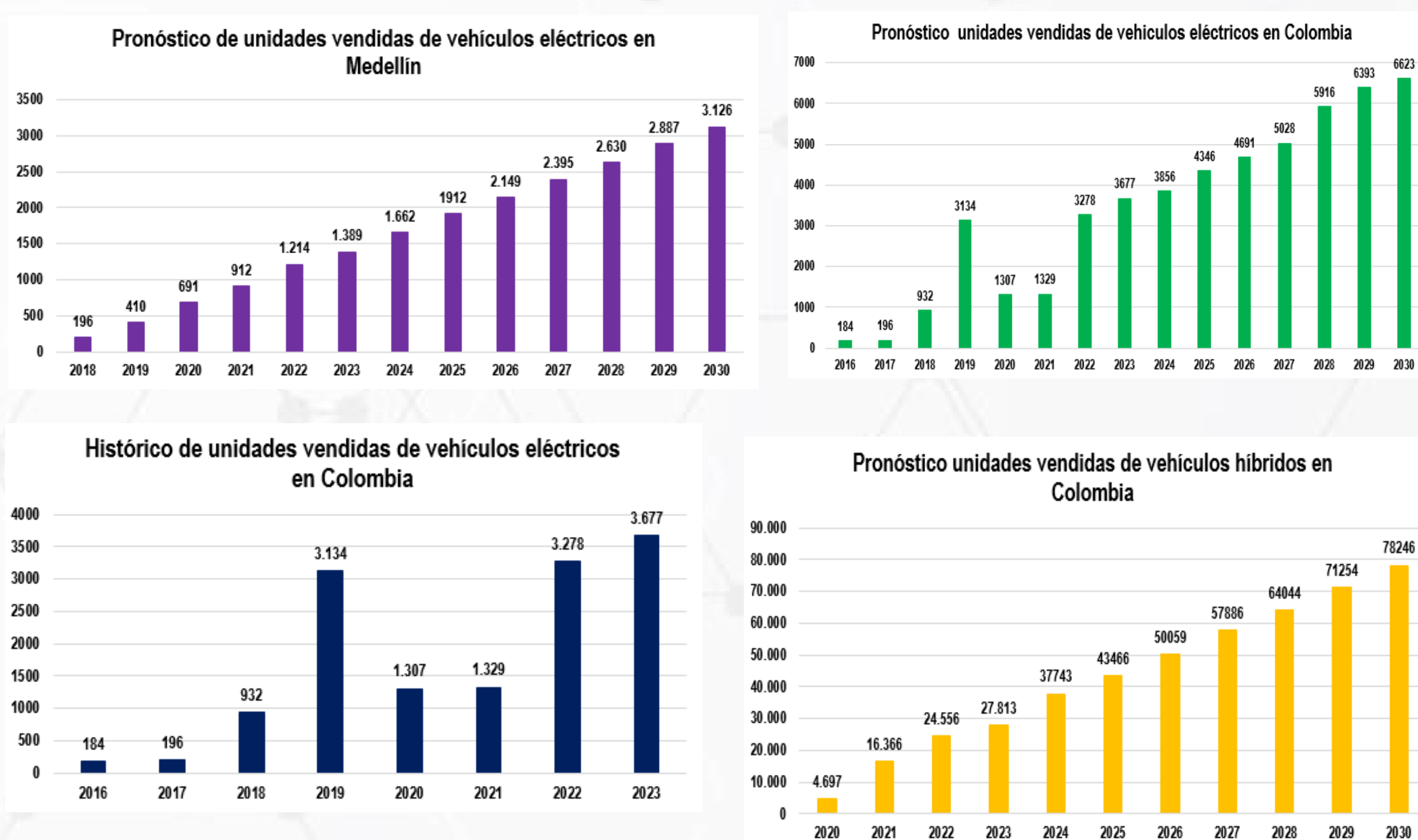


## METODOLOGÍA



## RESULTADOS

- En Medellín, el servicio especializado de mantenimiento para carros eléctricos ha crecido con el aumento de la adopción de vehículos eléctricos (VE). Empresas como BYD y otros talleres certificados comenzaron a ofrecer estos servicios en los últimos años, a medida que más personas optaron por estos automóviles. La red de talleres especializados en la ciudad, como los de BYD y Motorysa, se ha expandido para cubrir la demanda de mantenimiento de sistemas eléctricos y baterías, además de los componentes tradicionales.
- En cuanto al uso promedio de un carro en Medellín, este varía, pero un conductor urbano puede recorrer entre 30 y 50 km diarios. Los vehículos de combustión interna emiten, en promedio, 120-150 g de CO<sub>2</sub> por kilómetro recorrido, lo que significa que en un día pueden emitir entre 3.6 y 7.5 kg de CO<sub>2</sub>. En cambio, un carro eléctrico, que no genera emisiones directas, podría reducir esas emisiones significativamente, especialmente si la energía utilizada proviene de fuentes renovables.
- Al comparar ambos tipos de vehículos, la ventaja ambiental de los eléctricos es clara. Aunque aún dependen de las emisiones de la fuente de electricidad, su impacto es considerablemente menor al de los de combustión, tanto en términos de emisiones directas como en el ahorro de energía.



## BIBLIOGRAFÍA

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2020). Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Recuperado el 21 de Febrero de 2024, de Plan Maestro de Movilidad para el Valle de Aburrá: <https://www.metropol.gov.co/movilidad/PlanMaestro/Plan%20Maestro%20de%20Movilidad.pdf>

Gobierno de Colombia. (2019). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado el 22 de Febrero de 2024, de Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/estrategia-nacional-de-movilidad-electrica-en-me>

Marín Tabares, E., Rodríguez Toro, C. A., Correa Londoño, D. A., & Rivero Mejía, S. E. (septiembre de 2021). 2021: Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2021 . Recuperado el 12 de marzo de 2024, de Análisis prospectivo del mercado de vehículos eléctricos en Colombia: <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/1970>

# ANÁLISIS TEÓRICO - EXPERIMENTAL DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES DE UNA MOTOCICLETA OPERANDO BAJO CICLOS DE CONDUCCIÓN

Julián Gómez Rueda (1), Bayron Álvarez Arboleda (2), David Vanegas Metaute (3)  
Andrés Delgado Mejía (4), Álvaro Delgado Mejía (5)

1. Estudiante Tecnología en Mecánica Automotriz, Colombia, julian.gomez220@pascualbravo.edu.co
2. Docente Asistente, Colombia, balvarez@pascualbravo.edu.co
3. Estudiante Ingeniería Mecánica, Colombia, david.vanegas790@pascualbravo.edu.co
4. Estudiante Ingeniería Mecánica, Colombia, andres.delgado137@pascualbravo.edu.co
5. Docente ocasional, Colombia, alvaro.delgado@pascualbravo.edu.co

## RESUMEN

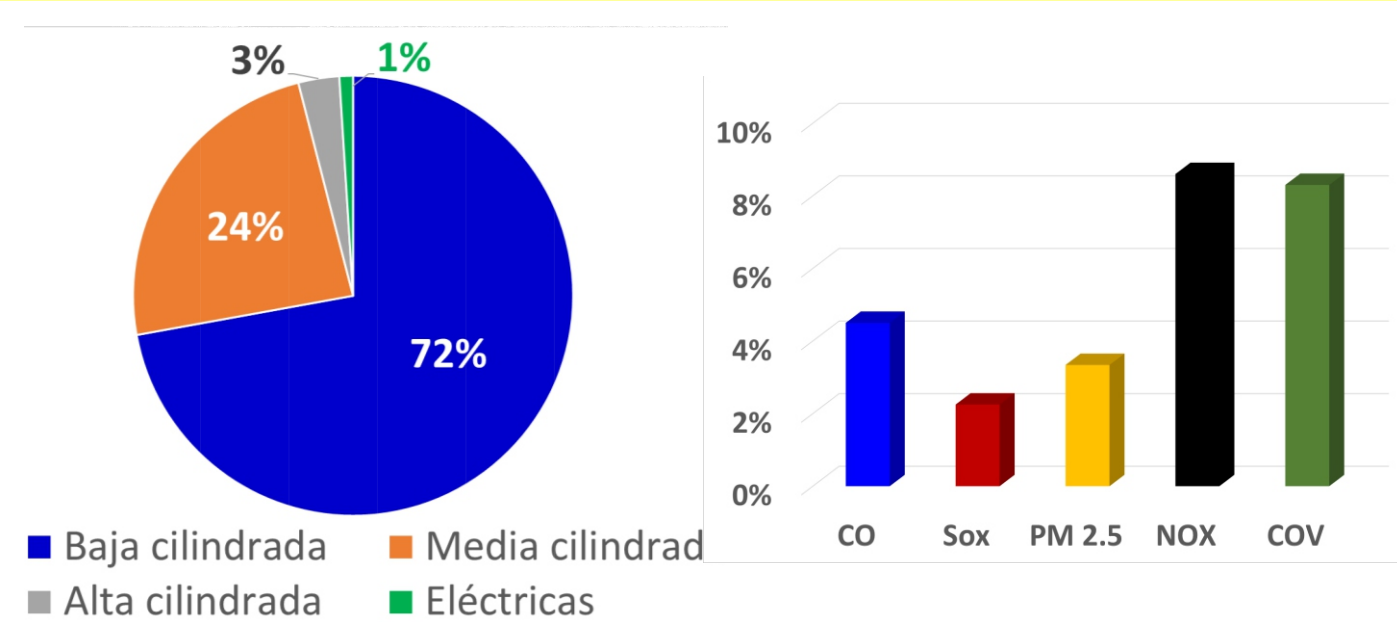


Figura 1. Caracterización del Parque automotor de motocicletas en Medellín y su grado de contaminación

Mediante el modelo IVE (International Vehicle Emissions Model) se estimaron las emisiones generadas por las motocicletas del área metropolitana del Valle del Aburrá, operando bajo un ciclo de conducción nativo y para las condiciones y características propias de Medellín. Los resultados indican que el uso de sistemas automotrices eléctricos podrían disminuir dicho problema

## RESULTADOS

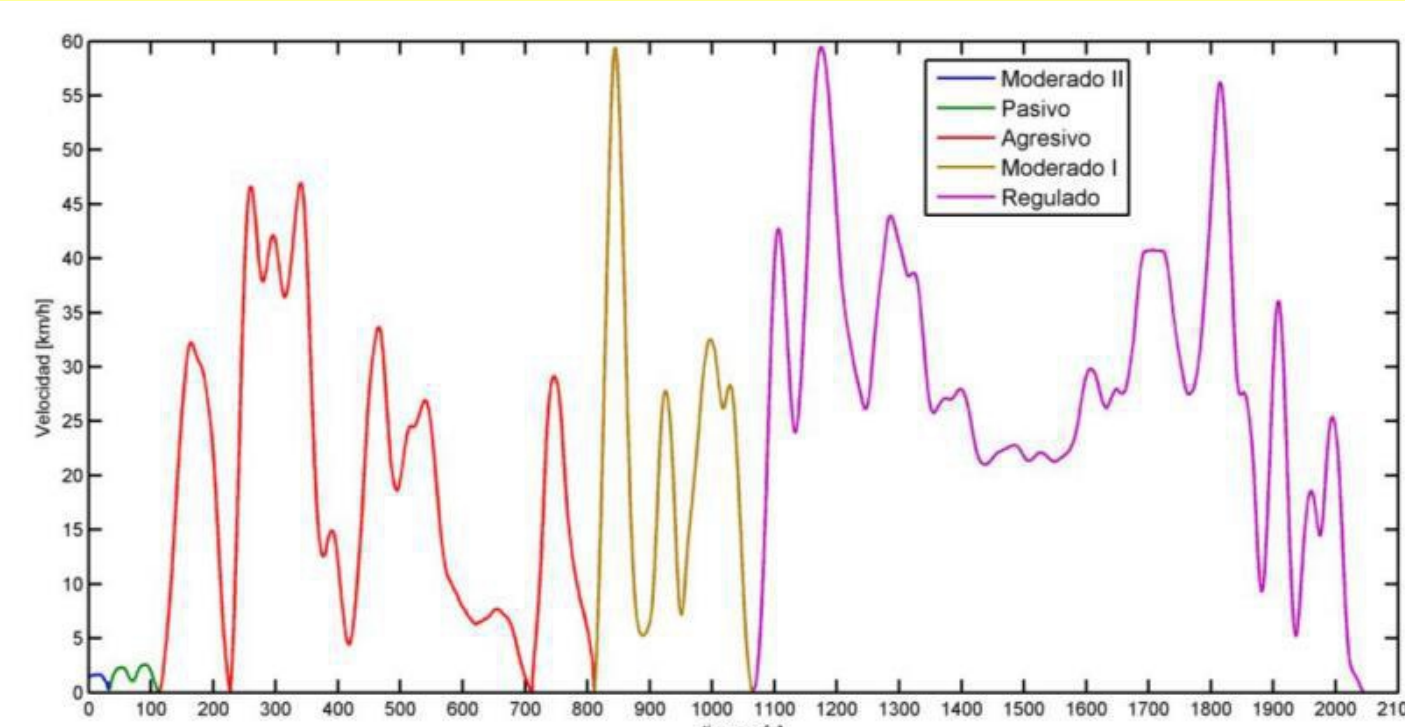


Figura 3. Ciclo de Conducción para Motocicletas correspondiente a Medellín y el AMVA

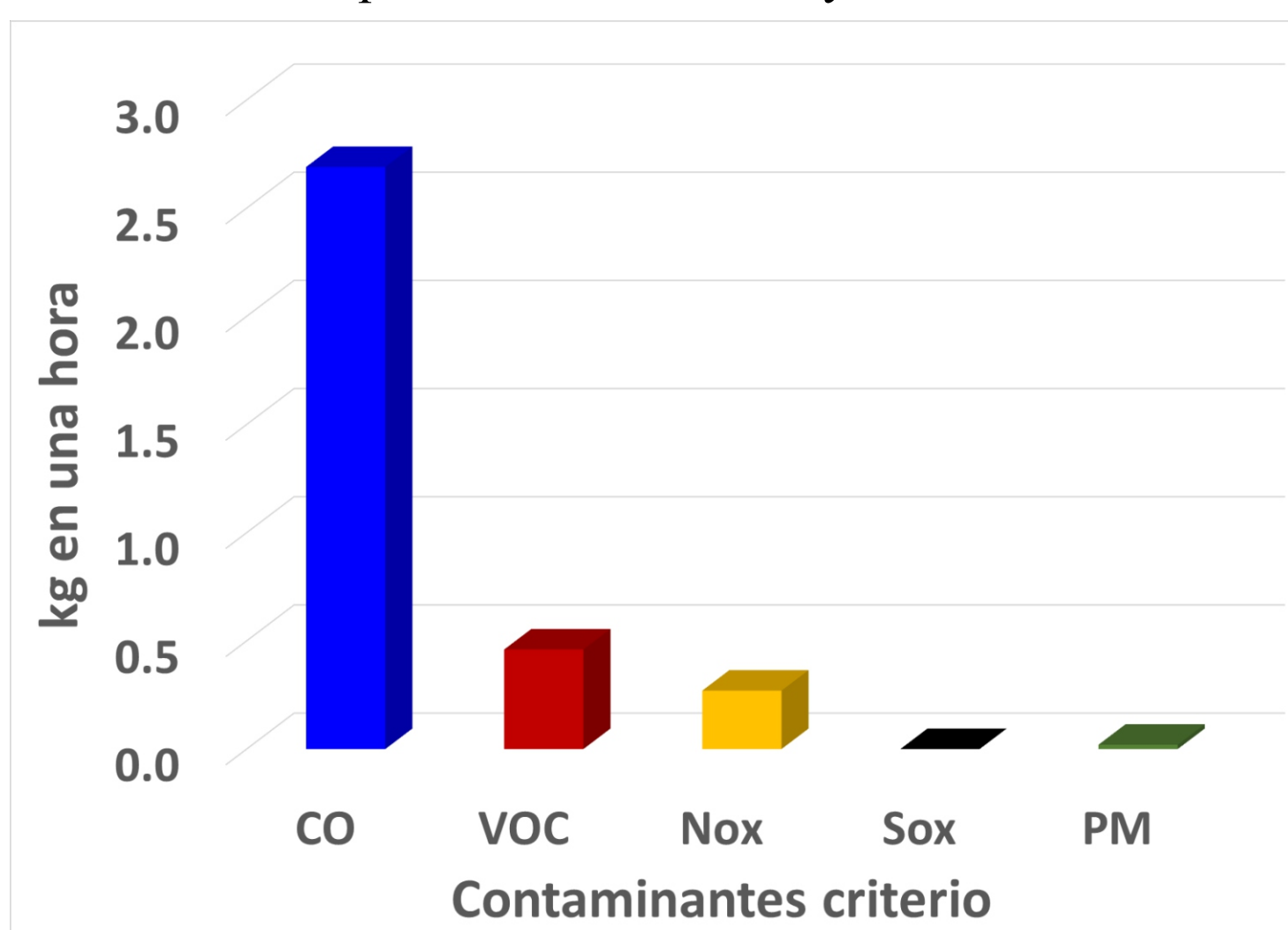


Figura 4. Valores estimados de emisión con el Modelo IVE

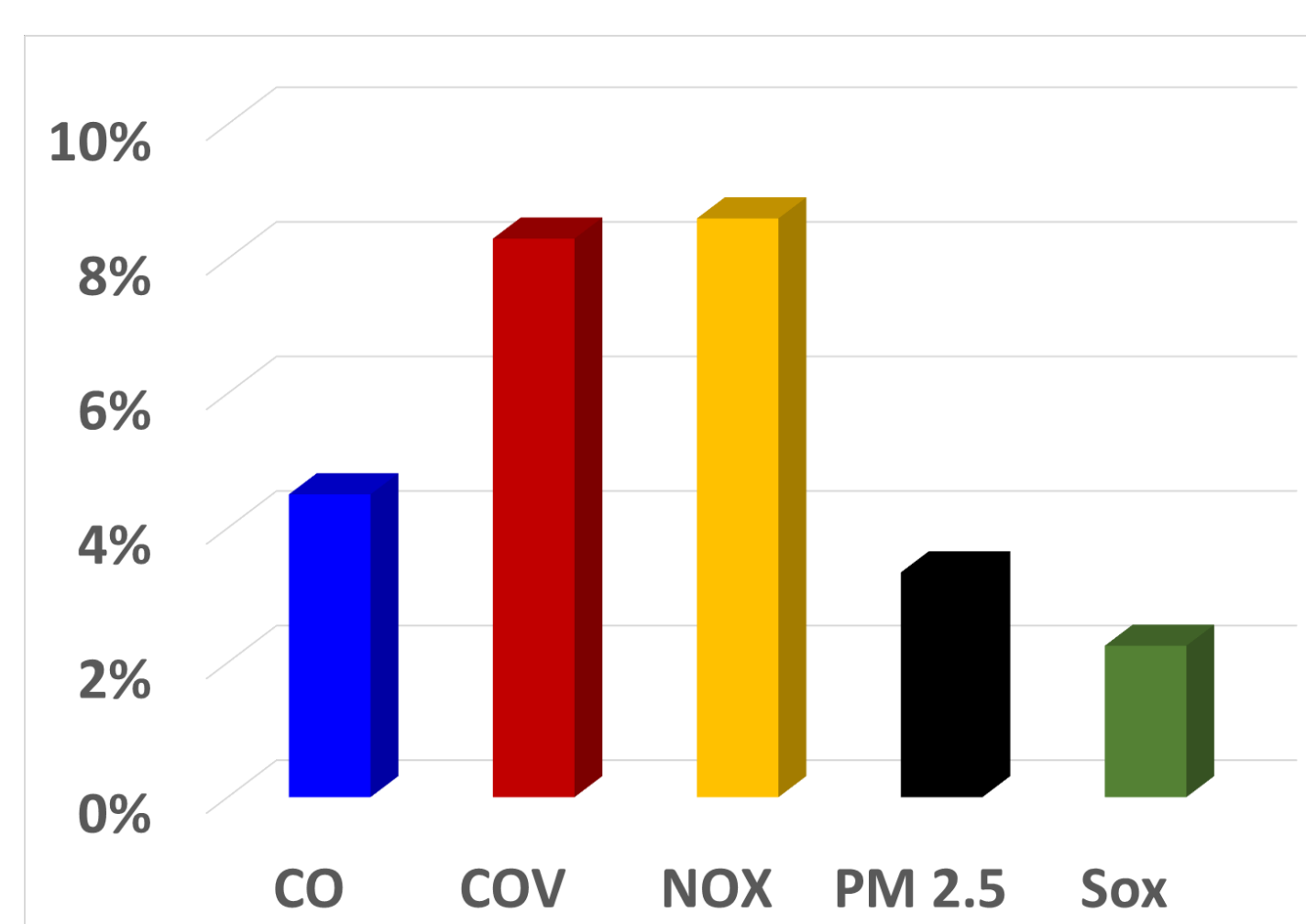


Figura 5. Contribución porcentual de las emisiones generadas por el Parque automotor de motocicletas en el AMVA

## CONCLUSIONES

Se estimaron las emisiones contaminantes generadas por el parque automotor de las motocicletas del Área Metropolitana del Valle del Aburrá, utilizando el modelo IVE, desarrollado para tal fin.

Teniendo en cuenta que a nivel nacional y local circulan más motocicletas (61%) que automóviles (40%), la contribución al problema de la contaminación ambiental se hace evidente.

Los resultados del modelo indican que las emisiones de CO fueron las mayores, seguidas por las de VOC y NOX, para un recorrido típico a nivel urbano en la ciudad de Medellín.

A partir de los resultados obtenidos, se pueden formular algunas estrategias e iniciativas para mitigar el problema de la contaminación, como:

- mejorar la calidad de la gasolina.
- Implementar programas de inspección y mantenimiento más rigurosos.
- Fomentar el uso de sistemas de transporte públicos masivos (Metro, Metroplus, Cables, Tranvía e integradores).
- Fomentar el uso de movilidad eléctrica, particularmente los unipersonales (patinetas eléctricas, bicicletas eléctricas y motocicletas eléctricas)

Como trabajos futuros se propone llevar a cabo estudios adicionales que complementen los resultados obtenidos y que además sirvan a las autoridades ambientales a replantear políticas de movilidad, procurando la sostenibilidad ambiental.

## METODOLOGÍA

Etapas seguidas en la estimación de emisiones

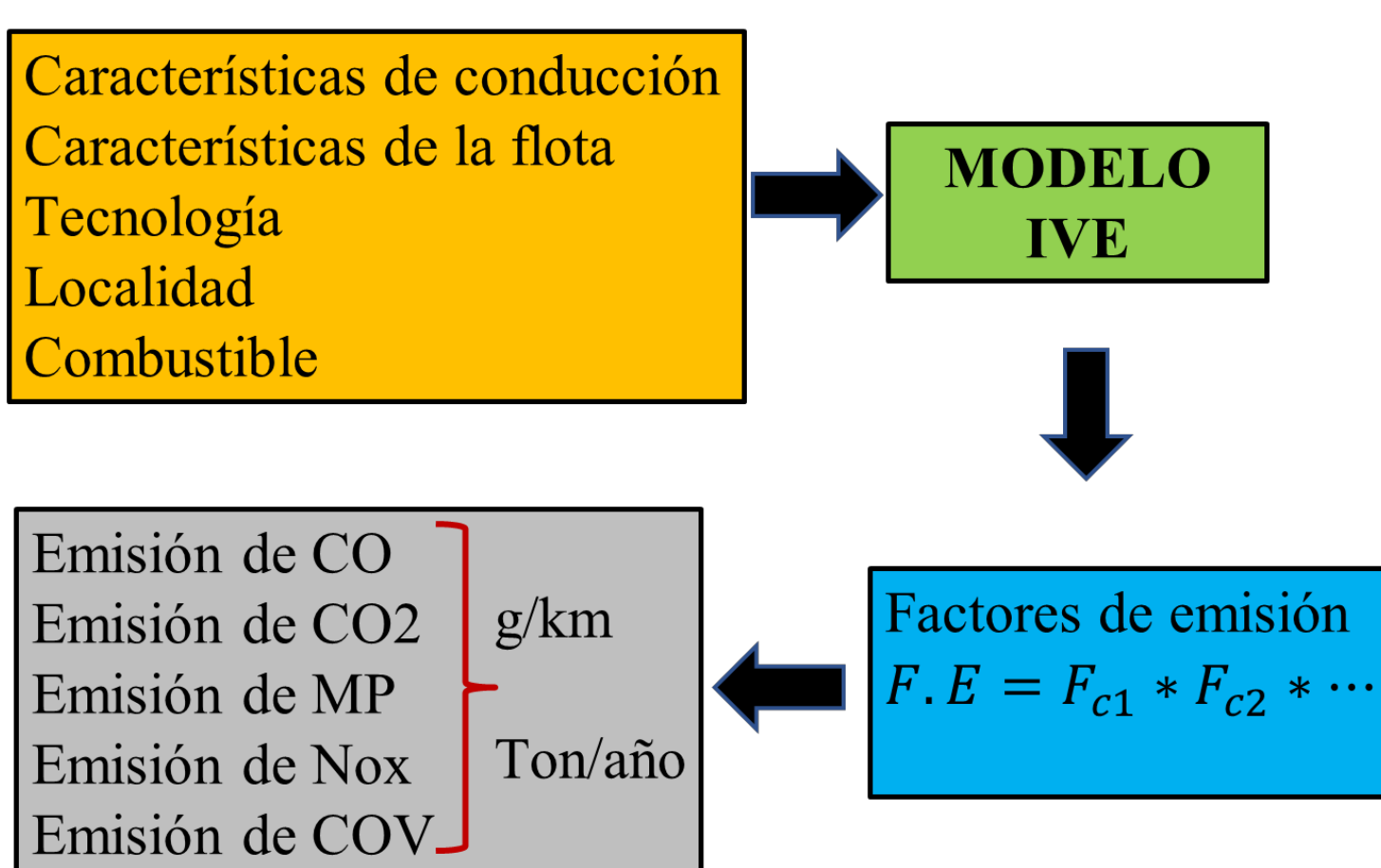


Figura 2. Proceso metodológico para la estimación de emisiones contaminantes

## REFERENCIAS

1. Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). inventario de emisiones atmosféricas del valle de aburrá - fuentes móviles, año 2022.
2. Giraldo, William & TORO, María V. (2008). Estimación de la emisión de contaminantes por motocicletas en el Valle de Aburra. Revista DYNA, 75(156), 241-250.
3. Caballero Morales, M. (2011). Análisis de Emisiones de Vehículos Livianos Según Ciclos de Conducción Específicos para la Región Metropolitana.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos expresar nuestro agradecimiento a la Institución Universitaria Pascual Bravo por apoyar y financiar el Proyecto de investigación del cual se deriva este trabajo

## TRABAJOS FUTUROS

- Ampliar el estudio a vehículos de 4 ruedas, tanto particulares como de servicio público y de carga.
- Considerar otras localidades en el estudio

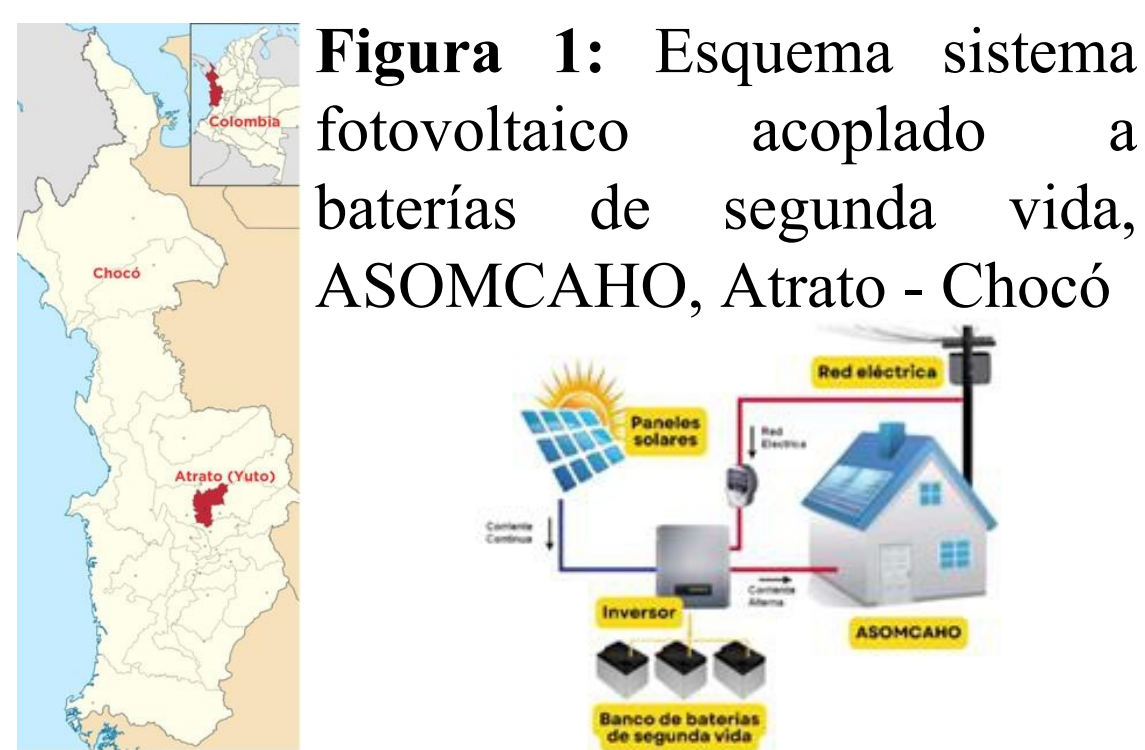
# INTEGRACIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE COMO VECTOR DE TRANSFORMACIÓN SOCIAL: DEL RE-USO A SEGUNDA VIDA

Nerly Mosquera, Yiris Murillo, Ferley Vásquez, Jorge Calderón

Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de Materiales – CIDEMAT, Centro de Diagnostico de baterías-CDB, Universidad de Antioquia, nerly.mosquera@udea.edu.

## Resumen / Introducción

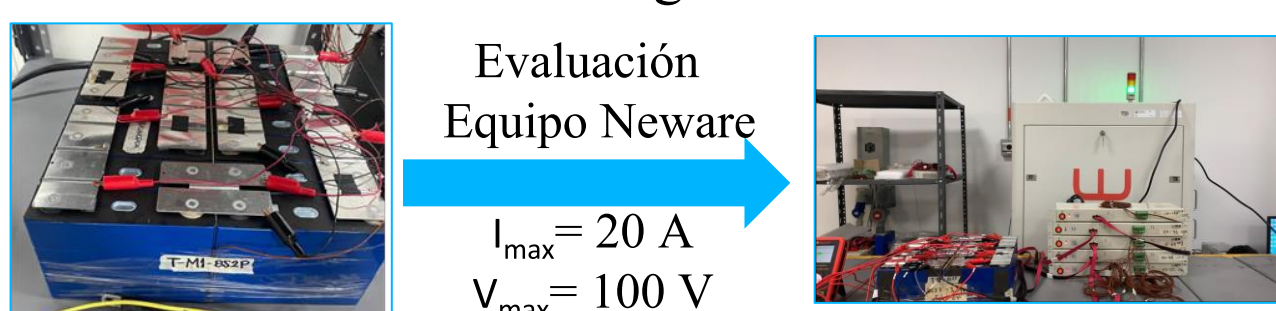
Es indispensable la diversificación de nuevas fuentes energéticas en zonas interconectadas y no interconectadas del país. En la investigación se busca ampliar la viabilidad de expansión y cobertura energética de la asociación ASOMCAHO en Atrato – Chocó, mediante la instalación de sistemas de generación de energía fotovoltaica acoplados con baterías de ion-Li de segunda vida.



**Figura 1:** Esquema sistema fotovoltaico acoplado a baterías de segunda vida, ASOMCAHO, Atrato - Chocó

## Materiales y métodos

**Figura 2:** Evaluación electroquímica de modulo de batería de segunda vida



**Tabla 1:** Características de modulo de batería de segunda vida

Química	LiFePO <sub>4</sub>
Configuración	8S2P
Capacidad nominal	200 Ah

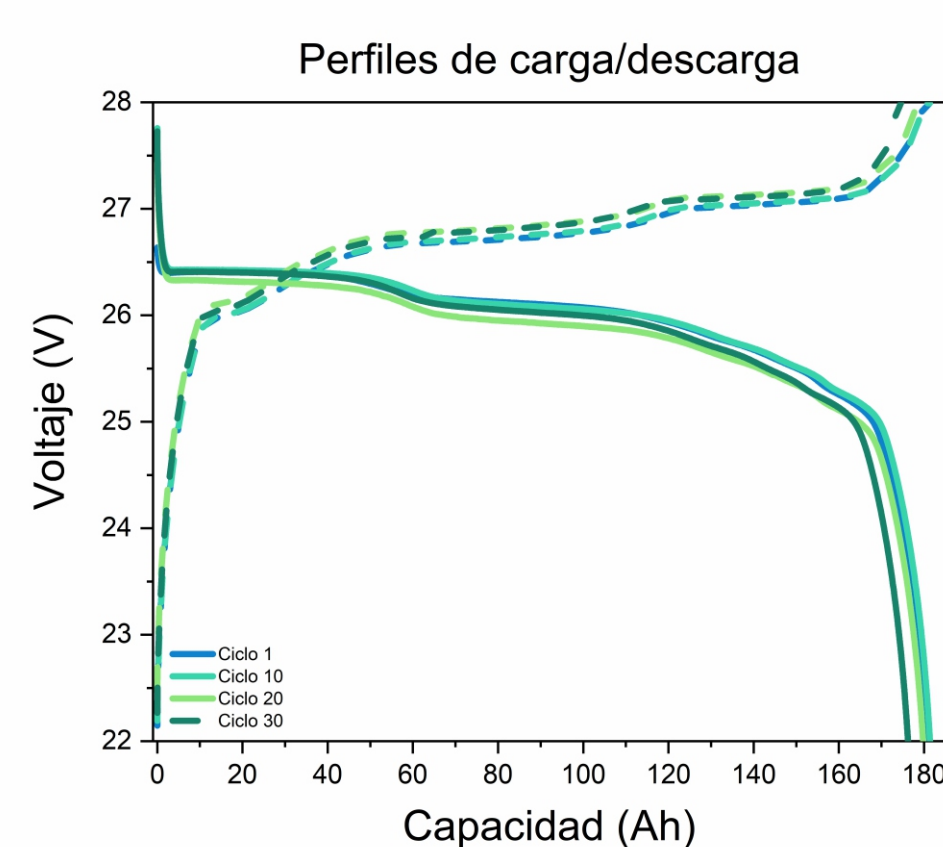
**Figura 3:** Ensayos de diagnósticos de módulo de batería de segunda vida.

Desempeño

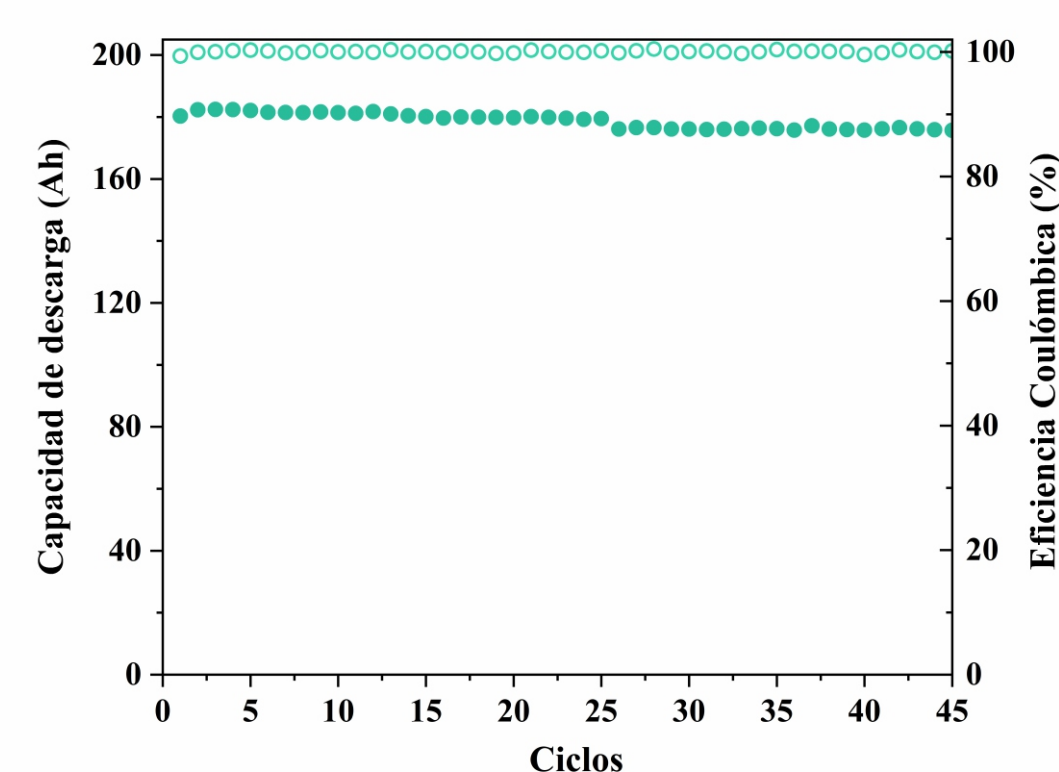
- Capacidad
- Balanceo
- Vida en ciclado (RUL)
- Eficiencia Coulombica
- Estado de salud (SOH)

## Resultados

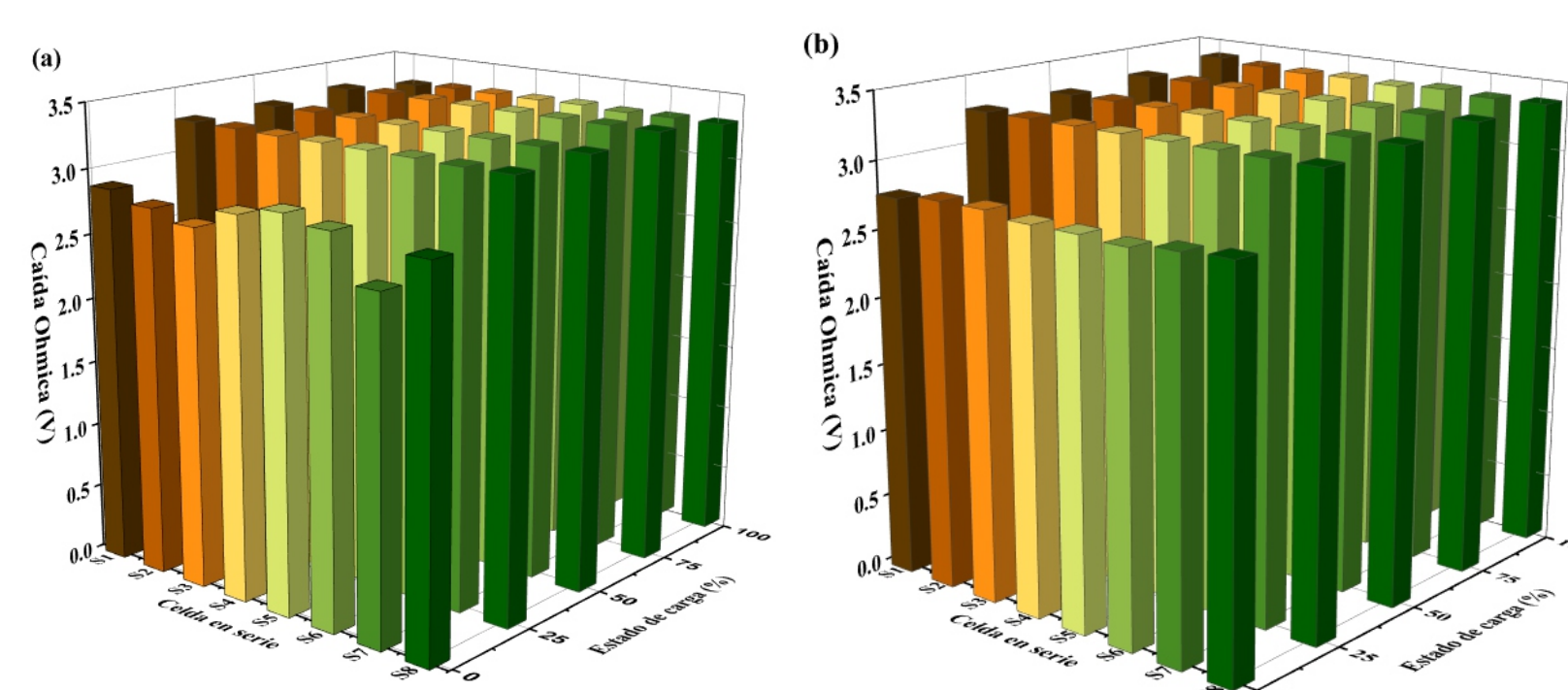
Ensayos de desempeño para el diagnostico de módulos de batería de segunda vida.



**Figura 4:** Perfiles de carga/descarga módulo de batería de segunda vida ciclado entre 22 – 28 V a 20 A.



**Figura 5:** Ciclado prolongado, módulo de batería de segunda vida, rango de trabajo de E= 22 – 28 V a 20 A.



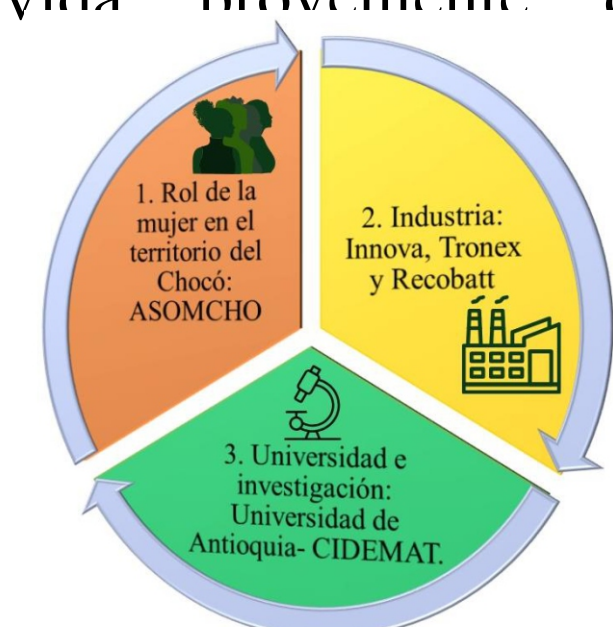
**Figura 6:** Efecto de la caída óhmica a diferentes estados de carga; (a) antes y (b) después del balanceo del módulo.

## Conclusiones

- Los módulos de baterías de segunda vida provenientes de movilidad eléctrica y otras fuentes, pueden ser acoplados para sistemas de almacenamiento de energía en aplicaciones estacionarias.



- El módulo de batería de segunda vida presentó una capacidad inicial de 180.2 Ah y mantuvo una retención de la capacidad superior al 97% al ciclo 30.
- El módulo de batería de ion – litio diagnosticado electroquímicamente para uso en aplicaciones estacionarias de segunda vida, presenta una vida útil del 91% frente a la capacidad nominal (200 Ah).
- El balanceo electroquímico en el módulo permita minimizar la caída óhmica en las celdas S1 a S8 en los estados de carga 25, 50 y 100%.
- La integración de la ciencia y el sector industrial puede contribuir en dar soluciones de diversificación energética en zonas interconectadas y no interconectadas del país. Mediante la instalación de sistemas fotovoltaicos acoplado a baterías ion-litio de segunda vida proveniente de vehículos eléctrico.



## Literatura citada

1. Unidad de Planeación Minero-Energética [UPME]. Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica 2013-2017. En UPME, Colombia. Recuperado [http://www1.upme.gov.co/Documents/Libro\\_PIEC.pdf](http://www1.upme.gov.co/Documents/Libro_PIEC.pdf).
2. S. Tong, T. Fung, et al. Journal of Energy Storage 11: 200–210, 2017.
3. Q. Zhang, X. Li, et al. Journal of Energy Storage 40: 102743, 2021.
4. Norma Técnica Colombiana, NTC-IEC-62660-1:2021, 2021.

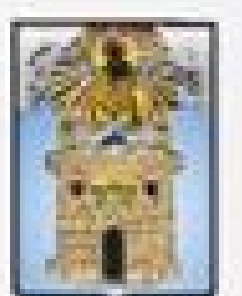
## Agradecimientos



Minciencias, Convocatoria 935 Orquídeas Mujeres en la Ciencia: Agentes para la Paz, proyecto 101668, CT 223-2023, CIDEMAT, Universidad de Antioquia, Recobatt, Tronex, Innova y ASOMCAHO.

## Trabajos futuros

- Determinación del estado de salud (SOH) en ciclados prolongados  $\geq 100$  ciclos.
- Diagnostico in situ en baterías de segunda vida.



# Diseño de una turbina de flujo cruzado en materiales reciclados para la generación de energía renovable en viviendas rurales de Antioquia

Edwin Muñoz Mejía (Autor 1), Carlos Roberto Arango Gutierrez (Autor 2)

Institución Universitaria Pascual Bravo, Colombia, e.munoz@pascualbravo.edu.co / Institución Universitaria ITM, Colombia, carlosarango@itm.edu.co.

## Abstract / Introduction / Resumen /

Introducción

La energía es fundamental para el desarrollo económico, pero su suministro enfrenta desafíos por la explotación de recursos finitos y el impacto ambiental. En zonas rurales de Colombia, especialmente en áreas apartadas, el acceso limitado a electricidad afecta la calidad de vida y las oportunidades de desarrollo económico. Las opciones de electrificación en estas regiones suelen ser costosas y poco sostenibles, lo que hace necesario explorar fuentes de energía renovable accesibles y de bajo impacto ambiental. Las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) ofrecen una solución viable al aprovechar los abundantes recursos hídricos del país, especialmente en zonas montañosas. Sin embargo, su implementación enfrenta barreras tecnológicas y económicas, como los altos costos de infraestructura y la dificultad de transportar materiales a regiones remotas. Además, las comunidades rurales a menudo carecen de los recursos financieros y técnicos para operar y mantener estas instalaciones. En este proyecto se propone una turbina de flujo cruzado fabricada con polímero reciclado para generar energía en viviendas rurales. El uso de materiales reciclados reduce los costos de producción y facilita el transporte e instalación en áreas de difícil acceso. El diseño de la PCH se adapta a las condiciones hidrológicas locales y ofrece una alternativa energética sostenible.

## Materials and methods / Materiales y métodos

Se realizó un análisis de las condiciones hídricas en una quebrada de La Ceja, Antioquia, utilizando mediciones de campo y un informe con gráficos y tablas. Posteriormente, se dimensionó la turbina de flujo cruzado mediante cálculos de la potencia requerida y el diseño del sistema hidráulico.

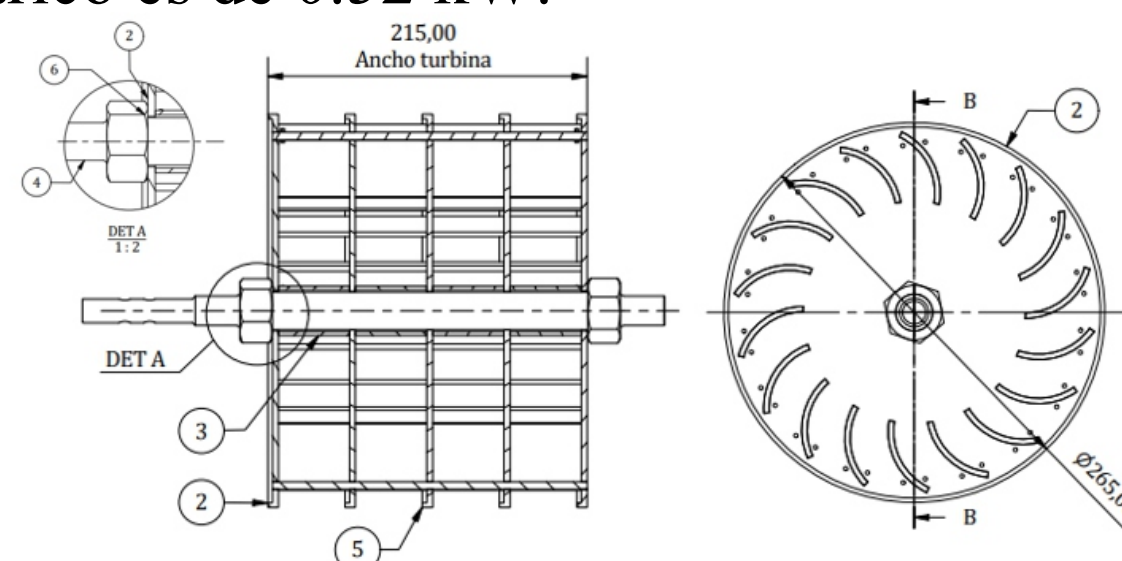
Se creó un modelo digital en CAD para garantizar precisión. Finalmente, se evaluó la resistencia estructural del diseño, seleccionando un material reciclado para el prototipo.

**Tabla 1.** Requerimientos y ficha técnica de la Turbina de flujo cruzado

RPM	Q(m <sup>3</sup> /S)	H(m)	P(kW)	E(%)
40 a 200	0,05 a 5	10 a 250	1 a 2000	65 a 84

## Results / Resultados

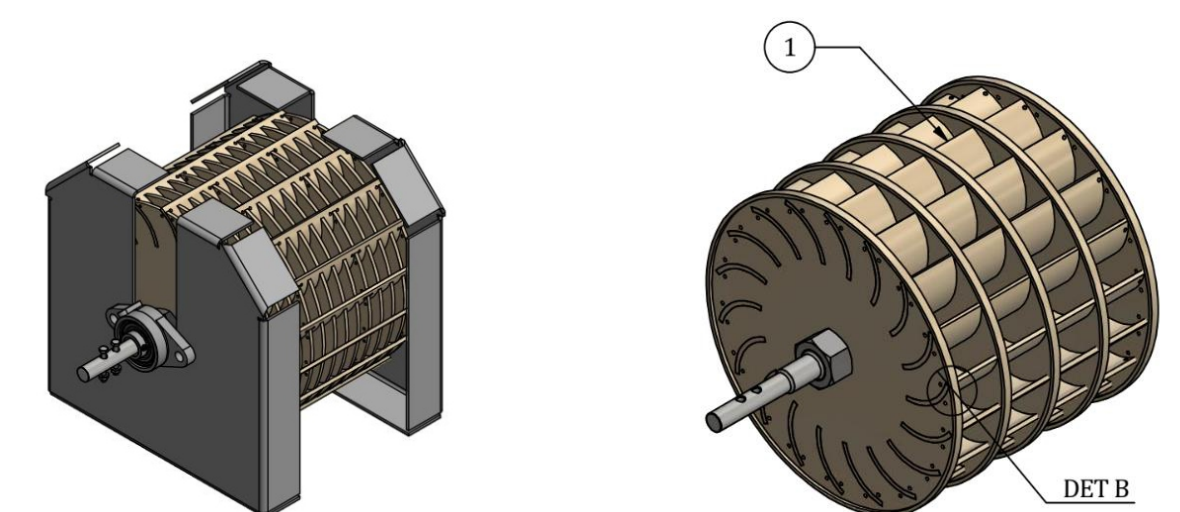
Con un caudal de 0.0065 m<sup>3</sup>/s y una cabeza de agua de 20 m, se determinó que la potencia máxima que la turbina puede entregar al sistema eléctrico es de 0.52 kW.



**Figura 1:** Planos turbina de flujo cruzado

El análisis de variables técnicas reveló que el diámetro exterior del rodete debe ser de 265 mm, y se estableció una eficiencia hidráulica del 88%.

Además, los cálculos indicaron que la turbina operará a una velocidad óptima de 601.51 RPM. Se evaluaron diferentes coeficientes de velocidad, logrando un ángulo promedio de orientación del agua de 16° en el rodete.



**Figura 1:** Conjunto de diseño en CAD

Estos resultados respaldan el diseño del modelo CAD, que se fabricará en HDPA reciclado, asegurando su viabilidad técnica y sostenibilidad.

## Conclusions / Conclusiones

El diseño de una Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) ha demostrado ser una alternativa viable para mejorar el acceso a la electricidad en comunidades rurales. Los cálculos de diseño revelaron que con un caudal de 0.0065 m<sup>3</sup>/s y una cabeza de agua de 20 m, es posible generar una potencia máxima de 0.52 kW, suficiente para iluminar viviendas cercanas.

Además, se desarrolló un modelo CAD de la turbina, utilizando HDPA reciclado, que no solo reduce costos, sino que también minimiza el impacto ambiental.

Este proyecto representa un paso significativo hacia la implementación de soluciones energéticas sostenibles y accesibles, contribuyendo al desarrollo económico y social de la región, al tiempo que se promueve la conservación del medio ambiente.

## Literature cited / Literatura citada

1. G. Arabatzis y D. Myronidis, "Contribution of SHP stations to the development of an area and their social acceptance," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, pp. 3909-3917, 2011.
2. J. Hu, Y. Z., L. Guo, y H. Xie, "Optimization of power factor for operation of small hydro stations," en *International Conference on Power System Technology*, Chongqing, China, 2006, pp. 1-5.
3. F. Manzano-Agugliaro, M. Taher, A. Zapata-Sierra, A. Juaidi, y F. G. Montoya, "An overview of research and energy evolution for small hydropower in Europe," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 75, pp. 476-489, 2017.
4. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), *Manual de diseño, estandarización y fabricación de equipos para pequeñas centrales hidroeléctricas. Volumen I: Diseño, estandarización y fabricación de turbinas Michell - Banki*. OLADE, 1982.
5. E. Quaranta, J. P. Perrier, y R. Revelli, "Optimal design process of crossflow Banki turbines: Literature review and novel expeditious equations," *Ocean Engineering*, vol. 257, p. 111582, 2022.

## Acknowledgments /

Agradecimientos

Agradecimiento a los miembros de la comunidad de San Rafael, municipio de La Ceja, Antioquia por su colaboración y disposición para participar en la investigación. Su contribución ha sido fundamental para avanzar en la implementación de soluciones energéticas sostenibles

## Further works / Trabajos futuros

Realizar pruebas de campo, evaluando rendimiento real en condiciones operativas. Integración de tecnologías de almacenamiento de energía y sistemas híbridos, para optimizar la eficiencia y la disponibilidad de la energía generada.

