



El Laboratorio de ensayo de productos de EAFIT es el primer lugar en Colombia donde se desarrollaron las pruebas de volcamiento exigidas, desde 2016, por el Ministerio de Transporte para certificar carrocerías de materiales compuestos de vehículos de servicio público terrestre de pasajeros.

📷 Robinson Henao

EAFIT e Icolfibra trabajan por un transporte urbano sostenible

Con la caracterización y evaluación de carrocerías de vehículos de transporte de pasajeros, la Universidad avanza en el diseño de un vehículo eléctrico según las características físicas del Valle de Aburrá.



Carlos Mario Cano Restrepo

Colaborador

Entre los cerca de 19.900 buses que circulan por el Valle de Aburrá viaja una posible solución para enfrentar la problemática ambiental que en la actualidad vive el área metropolitana.

Las carrocerías de Icolfibra, que son más livianas –pesan entre 700 y 1.000 kilogramos menos– que las de los microbuses y buses de su mismo tipo en Colombia, representan no solo menos consumo de combustible, sino un posible avance para el diseño de un microbús eléctrico acorde con las condiciones de la región.

Precisamente, para aportar a la movilidad sostenible, durante año y medio la Universidad EAFIT, Icolfibra y Colciencias desarrollaron el proyecto *Caracterización de condiciones de seguridad, accesibilidad y comodidad de una carrocería fabricada con materiales compuestos para transporte terrestre de pasajeros*.

En palabras de Darío Pastor Restrepo Rojas, gerente de Icolfibra, empresa carrocería colombiana con más de 20 años en el sector, con esta investigación lo que buscan es transformar el paradigma de que solo lo metálico cumple con estándares de seguridad.

El proyecto, que fue más allá de aplicar unas pruebas, permitió identificar las necesidades más grandes de Icolfibra, trabajaron en estas y de ahí la importancia que tienen las pruebas de volcamiento y de estabilidad, señala Juan Pablo Puentes Cortés, director ejecutivo de la Asociación Nacional de Industriales Carroceros (Asonicar).

“Con esta investigación demostramos que el material compuesto, como las fibras con que trabajamos, tiene unas características de resistencia significativas”: Marcela Escobar.

La prueba de volcamiento realizada es pionera en el país en una carrocería de materiales compuestos –matriz polimérica, fibra de vidrio, poliéster y poliuretano–, y cumple con las resoluciones del Ministerio de Transporte: 3753 de 2015 (Reglamento Técnico para vehículos de servicio público de pasajeros y se dictan otras disposiciones) y 4200 de 2016 (que modifica y adiciona la Resolución 3753 de 2015 y se dictan otras disposiciones). (Ver ‘Así fue la primera prueba de volcamiento de carrocerías de materiales compuestos en Colombia’).

Leonel Castañeda Heredia, director del Grupo de Investigación Estudios de Mantenimiento Industrial (Gemi) de EAFIT, asegura que con esta investigación pudieron reconocer las carrocerías de materiales compuestos y, con criterio técnico, evidenciaron las bondades y desventajas que tienen. Un trabajo que además le permitió al Gemi completar experiencias investigativas en todos los modos de transporte presentes en el Valle de Aburrá.

Con los resultados del proyecto, Icolfibra acudió al Ministerio de Transporte y obtuvo cinco homologaciones de sus carrocerías –el aval técnico para producir y comercializar–, con lo que les demuestra a los transportadores del país que sus microbuses cumplen con los criterios técnicos necesarios para contribuir con una movilidad sostenible.

Pruebas que garantizan seguridad

La prueba de volcamiento consiste en izar un microbús (completamente monitoreado) en una plataforma a 80

Así fue la primera prueba de volcamiento de carrocerías de materiales compuestos en Colombia

La Universidad EAFIT es pionera en el país en la realización de la prueba de volcamiento en una carrocería de materiales compuestos. Para José Fernando Osorio Brand, coordinador de la línea de diagnóstico técnico e

investigador junior del Grupo de Investigación Estudios de Mantenimiento Industrial (Gemi), la experiencia previa en pruebas experimentales de trenes y cables fue crucial para los resultados de investigación obtenidos.

Cumplir con el reglamento técnico exigido por el Ministerio de Transporte –resoluciones 3753 de 2015 y 4200 de 2016, siguiendo los lineamientos del Reglamento 66 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE)– implicó hacer una lectura en profundidad de las normas y definir 67 protocolos de medición. A la vez, requirió estudiar los vehículos para definir las características de la plataforma.



La plataforma de volcamiento se diseñó de manera modular para que futuras carrocerías también puedan ser evaluadas con esta. Además, para la primera prueba construyeron un fragmento del microbús con condiciones idénticas a las de todo el vehículo (sección transversal).



1
Revisión de la normatividad y de las características de los vehículos

2
Diseño y producción del prototipo de plataforma, y producción de una sección transversal



3
Volcamiento de la sección transversal



4
Producción del vehículo, la plataforma y volcamiento



La prueba definitiva tuvo una duración aproximada de ocho minutos. Para hacerla, se ubicaron sensores (galgas extensiométricas y acelerómetros) que permitieron monitorear los desplazamientos, rupturas y esfuerzos que hizo la estructura de la carrocería.

Tanto el prototipo de plataforma como la sección transversal se probaron con el primer volcamiento. Con esta prueba también se afinaron los puntos de monitoreo del microbús. El resultado positivo dio paso a la construcción del vehículo y la plataforma definitivas.

5
Pruebas de estabilidad y accesibilidad



El vehículo también se sometió a pruebas para identificar su estabilidad y accesibilidad para cualquier tipo de pasajeros.

centímetros de la superficie, inclinarlo a la velocidad angular de un grado por segundo hasta que pierda su estabilidad y dejarlo que impacte contra el piso. En este proceso, la zona interior del microbús demarcada como el espacio de supervivencia de los pasajeros no puede ser invadida por ningún elemento: esa es la referencia que da la norma de que los pasajeros salgan con vida en caso de accidente.

Antes de hacer la prueba fabricaron un módulo (fragmento o anillo) del microbús y lo volcaron, explica Marcela Escobar García, ingeniera en Icolfibra. Además, desarrollaron pruebas de estabilidad, de metrología y dimensionales, complementa esta estudiante de la maestría en Ingeniería de EAFIT, quien hizo el puente investigativo entre la empresa y la Universidad.

“Este proyecto me cambió la concepción de la investigación: pasar de los libros a ver las realidades en el campo industrial es muy importante y sí es posible”: Sebastián Duque.

Para evaluar el vehículo los investigadores establecieron 67 protocolos y diseñaron la plataforma en la que ubicaron el vehículo para el volcamiento. Sebastián Duque Sánchez, estudiante de maestría en Ingeniería de EAFIT y quien hizo su trabajo de posgrado con esta investigación, afirma que uno de los retos era conocer en detalle las características físicas del microbús y la medición de los espacios geométricos. Además, aplicaron un diseño modular para que la plataforma fuera útil para las diferentes empresas que fabrican carrocerías en el país.

Por su parte, Juan Pablo Puentes, director ejecutivo de Asonicar, subraya que desde hace 10 años comenzaron los acercamientos con EAFIT y que este proyecto es muy importante para el sector carrocerero del país porque evidencia que está a un nivel igual, o incluso mejor, que muchas de la región y el mundo.

En 2008, luego de acudir a varias universidades del país para que les apoyaran en el desarrollo de estas pruebas inéditas en Colombia y que estaban próximas a ser reglamentadas por el Gobierno nacional, “el único lugar donde nos abrieron la puerta fue en EAFIT, una sorpresa porque parecía un tema que solo le podía interesar a una universidad pública. Pero aquí encontramos a una universidad privada interesada en apoyar a la industria nacional”, recuerda Ramiro Serna Jaramillo, exdirector ejecutivo de Asonicar.

La ingeniera Marcela Escobar, por su parte, reconoce que aprendieron de la academia que los protocolos son esenciales para mejorar la productividad de la organización.



Esta investigación materializó las bondades de la alianza Universidad-Empresa-Estado, unión que les permitió a las entidades avanzar en su propósito común de hacer investigación aplicada en beneficio de la industria colombiana.



Las carrocerías de Icolfibra, las más livianas de su tipo en Colombia, evidenciaron con estas pruebas que son una opción de transporte público sostenible para el país.

📷 Róbinson Henao

Por una movilidad sostenible

Esta investigación es solo el primer tramo de un camino inédito en Medellín. El objetivo que tiene el Gemi es ayudar a brindar soluciones que mejoren la calidad del aire por medio de la conversión a electricidad de los microbuses que en la actualidad funcionan con ACPM o gasolina. Una transformación que sea económicamente competitiva para el mercado nacional y esté acorde con los retos de la topografía del Valle de Aburrá.

De lograrse, se impactaría directamente el aporte contaminante de los buses en el Valle de Aburrá, que arrojan al ambiente el 9,68 por ciento de las emisiones de partículas PM 2.5 (las más perjudiciales para la salud) y el 23,29 por ciento de óxidos de nitrógeno (NOx) del total que emiten las fuentes mó-

viles (motos y vehículos de todo tipo impulsados por combustibles fósiles) en el área metropolitana, según la *Actualización del Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá 2015*, publicado en marzo de 2017. (Para más información sobre los episodios de crisis ambiental, ver la edición 170 de la REVISTA UNIVERSIDAD EAFIT-PERIODISMO CIENTÍFICO).

Para complementar el conocimiento adquirido en el proyecto con Icolfibra, el Gemi junto con el Grupo de Investigación en Mecatrónica y Diseño de Máquinas y el apoyo de Colciencias, comienzan la investigación *Patrones de operación de un módulo motor eléctrico para un vehículo de transporte público en rutas del Valle de Aburrá*.

Por estos días, en el laboratorio del Gemi observan cómo desarmar un chasis de microbús, vehículo que se eligió para su estudio por hacer parte del 57

Investigadores

Leonel Francisco Castañeda Heredia

Ingeniero mecánico y magíster en Ciencias con especialización en Maquinaria y equipos de perforación para la Minería y Geología, AGH University of Science and Technology (Polonia); doctor en Ciencias Técnicas, University of Technology and Life Sciences (Polonia). Profesor titular del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad EAFIT, donde es investigador sénior de Colciencias y coordinador del Grupo de Investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi). Es coinventor de siete patentes en tecnologías para la operación y mantenimiento de sistemas de transporte público.

José Fernando Osorio Brand

Ingeniero mecatrónico, Universidad EIA, y magíster en Ingeniería Mecánica, Universidad EAFIT. Es integrante del Grupo de Investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi). Es coinventor de una patente en tecnologías para la operación y mantenimiento de sistemas de transporte público.

Marcela Escobar García

Ingeniera de materiales, Universidad de Antioquia, y estudiante de la maestría en Ingeniería (con énfasis en dirección de operaciones y logística), Universidad EAFIT. Como estudiante de maestría y empleada de Icolfibra se encargó de establecer el vínculo investigativo entre la empresa y la Universidad.

Sebastián Duque Sánchez

Ingeniero mecánico, Universidad de Antioquia, y estudiante de la maestría en Ingeniería (con énfasis en diseño mecánico), Universidad EAFIT. Desarrolló su trabajo de posgrado con esta investigación.

Asesor:

Juan Pablo Puentes Cortés

Director ejecutivo de la Asociación Nacional de Industriales Carroceros. Es ingeniero industrial de la Universidad Libre, con 20 años de experiencia en el sector transportador, 15 de estos en el área de carrocerías. Asesoró el proyecto por su experiencia en la aplicación de normas técnicas en producto (especialmente vehículos de transporte de pasajeros).

por ciento de la flota actual en la ciudad y del 89 por ciento de vehículos que se están comprando.

Para lograr este objetivo, uno de los retos que enfrentan es la topografía y las características de las vías de los barrios del Valle de Aburrá. En la actualidad, los investigadores mapean también una zona de la ciudad con sus pendientes, vías y externalidades para modelar el posible motor eléctrico que aplique para este contexto.

**“Desde el Gemi buscamos dar soluciones, implementando varios caminos o alternativas, pero siempre tratando de llegar a un producto final”:
José Fernando Osorio.**

El Valle de Aburrá siempre ha sido un reto para los transportadores del país –asegura Juan Pablo Puentes, de Asonicar– y será aún mayor el reto de tener vehículos eléctricos, no solo por las pendientes, sino por las características de estos que son más pesados y tendrán una menor capacidad de carga de pasajeros.

Sin embargo, la disminución en peso (hasta 1.000 kilogramos) de las carrocerías de Icolfibra significan un posible avance para los futuros desarrollos. “Colombia es un buen comprador de tecnologías de transporte a Estados Unidos y países europeos que, por lo general, no consideran a la industria local para la fabricación de estos vehículos. No obstante, la Universidad EAFIT acompaña e impulsa a esas pequeñas industrias colombianas de carrocerías con experiencia y un camino recorrido. Por eso, si se estimula, se avanzará en la creación de industria nacional enfocada a la conversión eléctrica de microbuses y busetas”, concluye el investigador Leonel Castañeda.