

# EAFIT y el Metro crean laboratorio para cables aéreos urbanos



El Gemi trabajó por primera vez con el Metro en 2003, en un proyecto sobre las vibraciones mecánicas en la interfaz rueda-riel de los vehículos ferroviarios

📷 Róbinson Henao

Gracias a un convenio entre el Metro de Medellín y el Grupo de Investigación Estudios de Mantenimiento Industrial (Gemi) de la Universidad EAFIT, la ciudad cuenta con un laboratorio taller para cables aéreos urbanos, el primero de su tipo en el mundo para la capacitación de los responsables de la operación y para la apropiación de conocimiento.

Jessica Serna Sierra

Colaboradora

Tres horas en la madrugada para practicar las tareas de mantenimiento y operación del sistema, antes de reiniciar el servicio comercial a las 4:00 a.m., era la rutina de entrenamiento de los empleados que ingresaban al área de Cables Aéreos del Metro de Medellín.

Sin embargo, gracias al laboratorio taller desarrollado en conjunto con el Grupo de Investigación en Estudios de Mantenimiento Industrial (Gemi) de la Universidad EAFIT, desde el 16 de octubre de 2018 esta dificultad logística quedó en el pasado.

108 personas trabajan en la operación y mantenimiento de los 12,02 kilómetros de Metrocable.

En un área de 64 metros cuadrados de la estación Aurora (línea J) del Metrocable, en el extremo occidental de Medellín, está ubicado el espacio donde se simula a escala real el funcionamiento del sistema de transporte por cable, icono de innovación de la ciudad.

El laboratorio taller tiene dos objetivos centrales: el primero es formativo porque sirve para entrenar al personal desde cero o para perfeccionar sus prácticas de manera planificada y sin la presión del tiempo, y el segundo es de innovación porque es el sitio para mejorar materiales con miras a no depender exclusivamente del fabricante extranjero, expresa Jorge Ramos López, jefe de Cables Aéreos del Metro.

El funcionario destaca que "no existe otro laboratorio taller en el mundo con estas características, es decir, que un operador de sistemas de cable tenga un sitio en el cual se puedan realizar esas prácticas". El lugar, además, toma relevancia ahora que buscan fortalecer el arranque de la línea M (en el Trece de Noviembre) y se preparan para la llegada de su sexta línea en El Picacho.

El proyecto comenzó en junio de 2017 cuando el Metro le propuso al Gemi una investigación que resolviera su necesidad. No era la primera vez que ambas entidades trabajaban juntas, pero sí en una iniciativa de este tipo. Así suscribieron un convenio de ciencia y tecnología, cuya entrega de resultados se hizo entre marzo y junio de 2018.

José Fernando Osorio Brand, ingeniero mecánico encargado de la coordinación técnica de los proyectos en el Gemi, explica que el trabajo se dividió en tres ejes: el civil, relacionado con las adecuaciones de infraestructura para el espacio; el mecánico, donde se diseñaron los sistemas que partieron de elemen-



El Metro y los eafitenses también trabajaron en una investigación para ampliar la capacidad de la línea K (Santo Domingo).

© Robinson Henao

tos cedidos por el Metro como motores, poleas y sensores; y la parte eléctrica, con la que se conectaron todos los elementos del laboratorio taller.

## Fuente de conocimiento

El laboratorio taller ahora es un activo del Metro y como proyecto dejó conocimiento valioso para ambas entidades. De hecho, los comités de propiedad intelectual analizan qué se puede patentar. "De esto salió una serie de documentación, hicimos los manuales, planimetría eléctrica, mecánica y todo el proceso constructivo. Todo le quedó al Metro y a la Universidad", puntualiza el coordinador de proyectos del Gemi.

En el proyecto participaron como monitores tres estudiantes del pregrado en Ingeniería Mecánica y alumnos de la maestría en Ingeniería de EAFIT.

La inversión fue de 2.400 millones de pesos y se espera que también tenga impacto en los cerca de 85.000 viajeros que a diario se movilizan en los metrocables. Para Jorge Ramos "esto va a redundar en que los viajeros tengan un sistema más seguro y confiable". Por otra parte, el funcionario precisa que la palabra taller da cuenta del objetivo de innovación

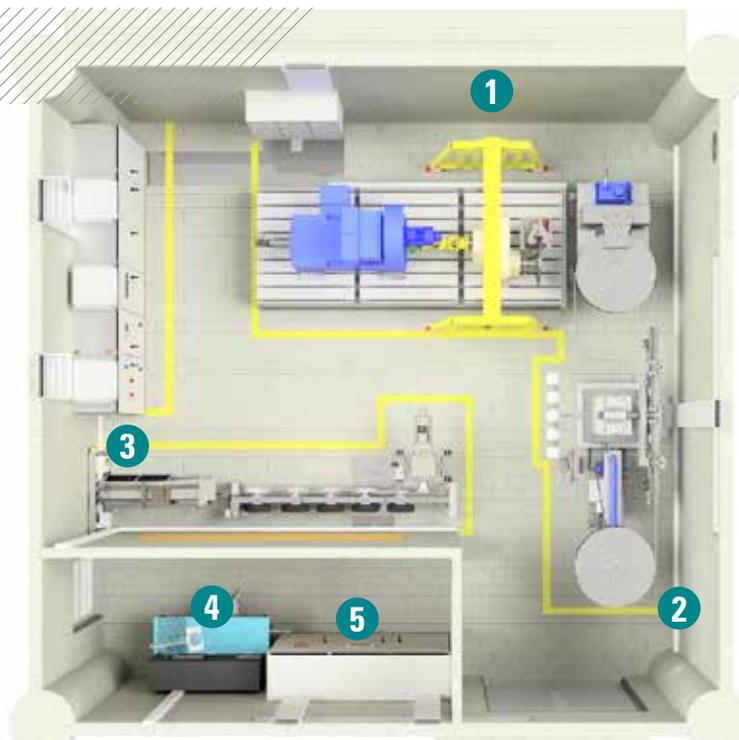
que se ha planteado la empresa con la homologación de elementos del sistema.

"Desde que arrancó la tecnología férrea hemos tenido la necesidad de desarrollar materiales en el ámbito local, es decir, no depender de fabricantes internacionales que son demorados y un poco costosos, sino desarrollarlos nosotros aquí, en la industria nacional", explica el jefe de Cables Aéreos del Metro.

## Escuela Pilona

Luego de la entrega de este espacio, el Metro extendió el convenio por seis meses más con el fin de complementarlo con una Escuela Pilona, que sería un modelo de las torres que también estaría ubicado en la estación Aurora y se entregaría en junio de 2019. La

# Así se divide el laboratorio



### 1. Banco de la cadena cinemática

Es el mecanismo que hace mover el sistema de cables aéreos y parte de un motor de 630 kilovatios, acoplado a un reductor que, explica el investigador José Fernando Osorio, aumenta la fuerza del motor. Luego pasa por el sistema de frenado, que comprende un disco de freno accionado por un electroimán y es el de servicio, porque está más cercano al eje del motor. Este banco también contiene la polea motriz y de retorno, que es la que tensiona el cable. Sobre la primera está el freno de emergencia y otro hidráulico, que se acciona manualmente en caso de que se corte la energía eléctrica.

### 2. Simulador de líneas de seguridad

Comprende un balancín y un conjunto de poleas que simulan lo que se encuentra en las pilonas (torres donde se sostiene y tracciona el cable). En caso de que el cable se salga, este cae en un dispositivo llamado recoge cables y activa los sensores que dan la alerta para detener el sistema. Allí también se encuentran cinco cajas eléctricas, que representan cinco pilonas con los sistemas de seguridad de cada una, con un par de botones: uno de los interruptores alerta sobre el descarrilamiento del cable y, el otro, sobre fallas eléctricas. "Algo muy chévere que hicimos en la capacitación con el Metro, a la que asistieron 38 funcionarios, fue que disparamos todos los sensores y movimos palancas. Cuando ellos prendían el sistema de control y aparecían un montón de errores, tenían que buscar qué hacer para poner a punto el sistema", recuerda José Fernando Osorio.

iniciativa parte de la misma problemática del laboratorio taller y es que las 95 pilonas con las que cuenta el sistema tienen una tasa de desgaste contemplada en las rutinas de mantenimiento del Metro y las capacitaciones dependen de ese cronograma.

Por otro lado, Leonel Castañeda Heredia, coordinador del Gemi, destaca que esta investigación fortalece la masa crítica especializada en tecnología y la generación de productos de nuevo conocimiento. "La relación universidad, empresa y Estado es el vehículo que mueve de manera natural los procesos de inspiración, creación y transformación en las sociedades de conocimiento, es decir, crea las realidades de soluciones tecnológicas que favorecen el bienestar de todos los actores de la economía nacional", expresa.

Por su parte, el jefe de Cables Aéreos del Metro resalta que el laboratorio taller tiene un potencial para ser usado por otros operadores o mantenedores de sistemas de cable que quieran venir a formarse, a realizar sus prácticas o programas de formación.



© Robinson Heredia

Leonel Castañeda.

## Investigadores

### Leonel Francisco Castañeda Heredia

Ingeniero mecánico y doctor en Ciencias Técnicas. Profesor titular de la Universidad EAFIT desde 2012. Investigador Sénior de Colciencias. Coordinador del Grupo de Investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi). Área de interés: diagnóstico técnico de sistemas complejos de ingeniería que operan en los diferentes sectores de la economía.

### José Fernando Osorio Brand

Ingeniero mecatrónico, Universidad EIA. Magíster en Ingeniería Mecánica, Universidad EAFIT. Miembro del Grupo de Investigación Estudios en Mantenimiento Industrial (Gemi). Áreas de interés: automatización, control y monitoreo de sistemas de ingeniería.

### 3. Simuladores de cadencia y pesaje de pinzas

Lo que se quería simular en este punto, indica el investigador eafitense, es la entrada de las cabinas a la estación cuando reducen velocidad para el embarque y desembarque de pasajeros. Estas tienen una pinza que agarra el cable mientras está transportando, pero al llegar a la rampa de cada estación se desembraga y la cabina comienza a moverse por los rieles ubicados en la parte superior, mientras una polea desvía el cable. Los operadores del Metrocable monitorean si las pinzas hacen el agarre indicado y es un sensor ubicado en la rampa de entrada el que envía esta información al sistema de monitoreo y control. Allí también llegan los datos sobre la cadencia, que es la distancia entre una cabina y otra, y debe ser constante para evitar una colisión. "Por debajo tenemos una central y un actuador hidráulicos, con los que simulamos el paso de una pinza y cada cuánto pasa una cabina", señala el ingeniero José Fernando Osorio.

### 4. Banco de pruebas eléctricas y electrónicas

Tiene una serie de equipos con implementos como una estación de soldadura y voltímetros, para que los empleados puedan sentarse a analizar señales o a reparar tarjetas.

### 5. Sistema de mando y control

Allí está la pantalla táctil con la interfaz desde la cual los operadores manejan el sistema y dentro del armario está "el cerebro", que es un equipo industrial llamado PLC, donde está almacenado el software que desarrollaron los eafitenses y hace que todos los dispositivos del laboratorio "conversen". "Aunque el fabricante tiene su propio software nosotros partimos desde cero y nos adaptamos a lo que hay en el laboratorio porque en el sistema real hay muchas más cosas. Pero funciona igual, los operadores tienen que digitar los mismos comandos y se simulan todas las fallas y errores, tal cual con el nombre que ellos las ven allá, para que se enfrenten a las mismas situaciones. Este sería como las clases de conducción que uno paga y las otras ya son en el carro de uno", ejemplifica el investigador del Gemi. Precisamente, su metodología tuvo mucho que ver con la observación y la experiencia. "Estuvimos con los operadores preparando el sistema real, levantamos los procedimientos que hacen para el arranque y para frenar de emergencia. También partimos de las normativas porque esto se rige por las normas europeas de Seguridad en Sistemas de Transporte por Cable, que dan unas pautas de cómo debería operar", acota José Fernando Osorio.