

ESTUDIO DE CASO

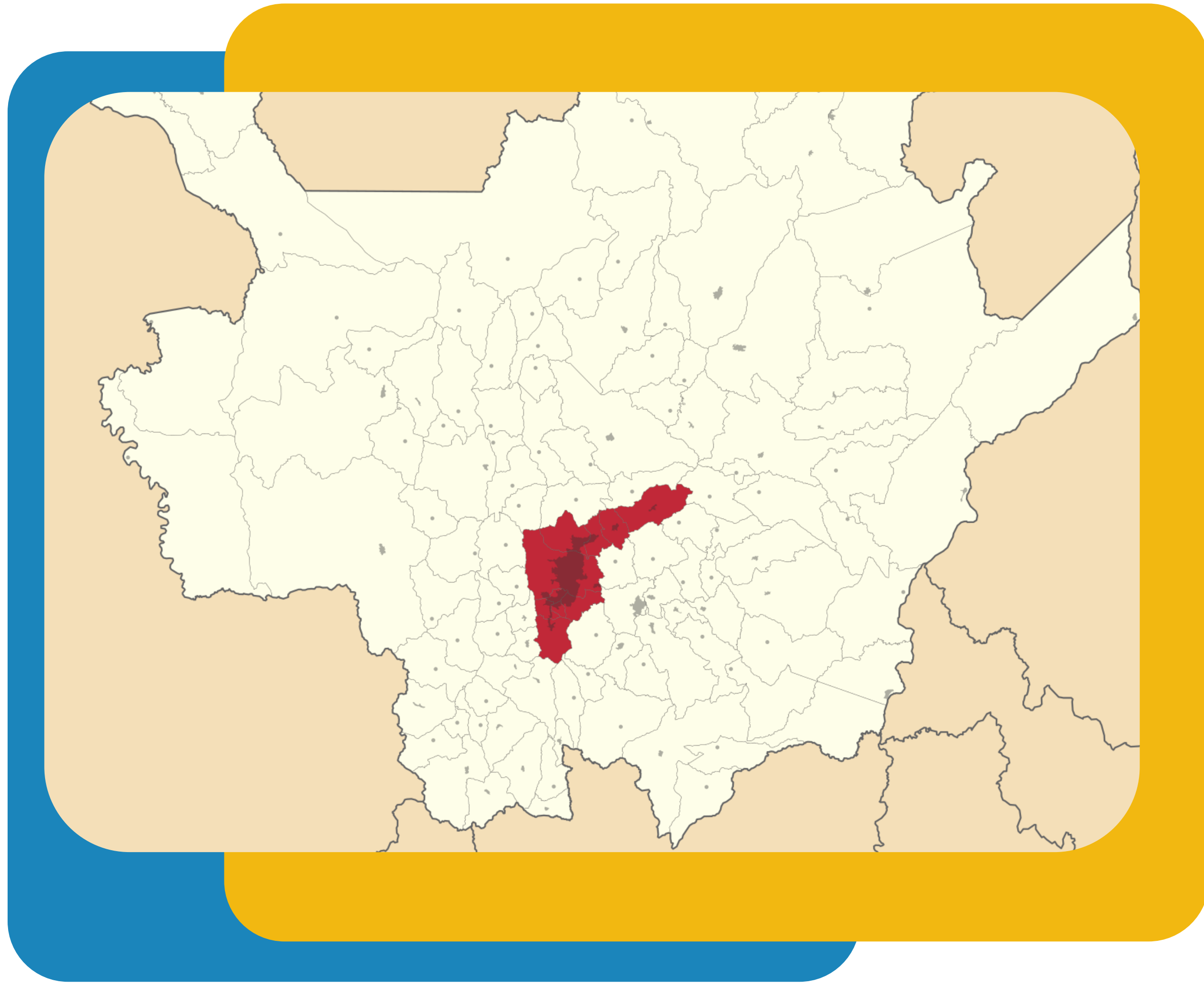
MEDELLÍN, COLOMBIA

Movilidad urbana y transición a los buses eléctricos



Perfil de la ciudad

Desde abril de 2023



Mapa de ubicación del departamento de Antioquia.
En rojo el Área Metropolitana del Valle de Aburrá,
y en rojo oscuro la ciudad de Medellín.
Fuente: Wikipedia

Nombre del gobierno local

Medellín

Nombre oficial

Medellín

Population

2.427.129 (2018)

Área total

385 km² (2018): Zona urbana y rural

Presupuesto municipal

2.427.129 million (2018)

Dirección web

<https://www.medellin.gov.co/>

Perfil de lo proyecto

Título

TUMI E-Bus Mission City Network

Fecha de inicio/finalización

2021/2023

Escala

Global

Socios Clave

- German Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ)
- German Society for International Cooperation (GIZ)
- C40 Cities
- The International Council on Clean Transportation (ICCT)
- The Institute for Transportation and Development Policy (ITDP)
- ICLEI – Local Governments for Sustainability
- The International Association of Public Transport (UITP)
- World Resources Institute (WRI)



Bus Eléctrico de Metroplus en Medellín.
Fuente: Metro de Medellín

Resumo

La adopción de buses eléctricos en el Distrito de Medellín ha tenido impulso desde el año 2015, con el primer vehículo introducido en la flota en 2019. Hoy existen 69 buses eléctricos en operación, 1 bus Eléctrico articulado, 4 buses alimentadores pertenecientes al TPC, 64 buses eléctricos del sistema BRT. El actual plan de desarrollo Medellín Futuro plantea llegar a 130 buses eléctricos al finalizar el 2023. En las próximas dos décadas la inversión deberá duplicarse para poder cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y mejorar la calidad del aire del Distrito de Medellín y su Área Metropolitana.

Aún siguen existiendo barreras en el transporte y retos asociados a la sustitución de vehículos diésel por

Introducción

Medellín es la capital del Departamento de Antioquia y es también el Distrito núcleo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). Medellín tiene alrededor de 2,42 millones de habitantes (censo 2018) y el AMVA con sus 10 municipios alberga una población de cerca 4 millones de habitantes (2018), convirtiéndose en la segunda gran aglomeración del país. El 94% de estos habitantes viven en la zona urbana. En cuanto a la distribución porcentual de emisiones por sector en el AMVA, el transporte es la principal fuente de emisión de GEI con un aporte promedio del 43%.¹

Para dar respuesta a los retos mencionados en materia de movilidad, el Distrito viene trabajando con actores clave en diferentes frentes como movilidad activa, seguridad vial, mejora de la

Eléctricos. Algunos retos son financiamiento, diseño adecuado de un vehículo para la geometría y pendientes, integración del sistema de transporte, información de costos operativos y carencia de espacios para la definición de patios, entre otros. Para avanzar en esta transición, en el 2022 Medellín se unió a la E-Bus Mission City Network, que es la red de aprendizaje de ciudades comprometidas con acelerar la transición hacia flotas de autobuses eléctricos dentro de los sistemas de transporte público.

Este estudio de caso describe los actores involucrados y los primeros pasos que ha llevado Medellín hasta ahora en ese recorrido hacia la adopción de buses eléctricos, los desafíos, las lecciones aprendidas.

infraestructura, movilidad eléctrica y en el Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburrá (SITVA), buscando un territorio metropolitano, integrado y sostenible.

Los Acuerdos Metropolitanos del SITVA² pretenden definir la política de transporte masivo y colectivo para mejorar la calidad del servicio, cuyos aspectos más visibles son:

- Define estructura del SITVA
- División del territorio en cuencas₃ geográficas para la operación de los servicios de alimentación del SITVA
- Define las condiciones de implementación de nuevos modos de transporte
- Define las condiciones de conectividad al modo férreo, incorporación de nuevas tecnologías de transporte para garantizar una movilidad integral eficiente, segura, accesible y ambientalmente sostenible a través de combustibles limpios.
- Define parámetros de operación del sistema BRT en Medellín y su Área Metropolitana.

¹ <https://www.upb.edu.co/es/central-blogs/divulgacion-cientifica/contaminacion-aire-medellin>

² <https://www.metropol.gov.co/acuerdosmetropolitanos/2017/Acuerdo%20Metropolitano%2005.pdf>

³ Source: <https://www.metropol.gov.co/acuerdosmetropolitanos/2017/Acuerdo%20Metropolitano%2005.pdf>

Conociendo el sistema de transporte de Medellín

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá cuenta con el SITVA, el cual está constituido por el Metro, Metroplús (BRT), un sistema de Cables urbanos, un sistema alimentador e integrado y un sistema de Bicicleta pública llamada EnCicla. El transporte público colectivo urbano y metropolitano son complemento del SITVA y operan de manera radial por las principales vías hacia el centro del Distrito.

En el Área Metropolitana y Medellín como Distrito núcleo, se realizan más de 6 millones de viajes diarios, el tiempo promedio de viaje es 44 min. El trabajo representa el 47% de los motivos de viaje, estudio el 15% y salud el 8%. La mayoría de los viajes se realizan utilizando modos de transporte sostenibles: caminar representa el 41% y los modos de transporte público masivo (metro, tranvía, BRT y autobuses tradicionales) representan el 23% del total.⁴ A pesar de esta tendencia, las tasas de motorización y uso de vehículos motorizados individuales continúan creciendo: entre 2008 y 2018, las matriculaciones anuales de automóviles y motocicletas aumentaron un 170% y un 340%, respectivamente.

Como resultado, los automóviles y motocicletas se han convertido en la principal fuente de emisiones de GEI (72%) y más del 90% de los contaminantes del aire, lo que genera contingencias ambientales más frecuentes durante todo el año.

Actualmente (2023) el número de buses urbanos asciende a 3.262 unidades, de los cuales 536 alimentan al Metro de Medellín y 2.726 hacen parte del transporte público colectivo. El 87% de los buses funcionan a diésel, el 10% a gas y solo el 2% son eléctricos.

Las líneas de acción para la transformación y mejora de la calidad en el transporte público son:

- Renovación de flota e imagen institucional por zona de operación
- Gestión y control de flota.
- Paraderos de buses con información de la ruta
- Carril preferencial.
- Recaudo electrónico.
- Cultura del Transporte Público (TPM).

Los buses eléctricos están operando dentro del SITVA y lo hacen a través del sistema de pago llamada Cívica⁵ cuyas tarifas de abordaje e integración son definidas por el Área Metropolitana como autoridad de transporte. Los modos que se integran física, tarifaria, institucional y operacionalmente son el Metro (público), Metroplús (público), las rutas alimentadoras (privadas) y Sistema de Bicicleta Pública "Encicla" (Pública).



Figura 1. Línea 1 de buses del Metro de Medellín.
Fuente: Juan Esteban Martínez consultores, 2023.

⁴ Encuesta de Movilidad Valle del Aburrá 2022.

⁵ <https://civica.metrodemedellin.gov.co/que-es-civica/tarifas>

Equipo de trabajo interdisciplinario y mapeo de actores

La planeación y preparación de la movilidad eléctrica viene gestándose desde el año 2015 en materia de buses eléctricos. Los problemas de transporte y ambientales, son los detonantes iniciales para la incorporación de los primeros y existentes 69 buses eléctricos, de los cuales 64 buses padrones de 80 pasajeros (autonomía hasta de 280 km) operan en la Troncal del Sistema BRT en sus Líneas O y 2 llamado Metroplús y 4 buses de 40 pasajeros (autonomía de 220 km) en el sistema alimentador al BRT en el Distrito de Medellín.

En el 2017 se aprobó el Plan Integral de Gestión de Gestión de Calidad del Aire (PIGECA)⁶, en donde se crea una mesa de trabajo interinstitucional para desarrollar

políticas y acciones que favorezcan el despliegue de tecnologías eléctricas. Los principales actores son las Autoridades ambientales, asociaciones de transporte público, fabricantes, Metro de Medellín, empresas de energía (como EPM) y otros actores de transporte.

Dentro del Plan de Desarrollo 2020-2023, se propuso crear una Unidad Interinstitucional de Gestión Integral para la Movilidad Sostenible, con un equipo de trabajo encargado de liderar la articulación de los actores, realizará la Política Pública de Renovación Vehicular, formulación del proyecto de renovación de los diferentes segmentos vehiculares, generación de modelos de negocio, gestión inmobiliaria para espacios de recarga y tecnología.



Figura 2. Flota de buses eléctricos de Medellín.
Fuente: Juan Esteban Martínez consultores, 2023.

⁵ <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Gestion-integral/PIGECA.aspx>

Metas hacia la transición de buses eléctricos

Las metas que la ciudad de Medellín se ha trazado, corresponden a:

Metas	Año	Plazo
Legar a 130 buses eléctricos adquiridos para el transporte. ⁷	2023	Corto
Acquire only zero emission buses from 2025, signed agreement via C40 ⁸	2025	Mediano

Pruebas piloto

En el año 2015 llegó a el Distrito de Medellín el primer bus eléctrico padrón de 80 pasajeros, a través de un contrato entre Clean Air Institute y el Área Metropolitana. Se hicieron pruebas sobre la Línea 1 de Metroplús y sobre corredores viales de transporte público colectivo.

A principios de 2023, con apoyo de C40 Cities y ICCT a través del Programa Zero Emission Bus Rapid-deployment Accelerator (ZEBRA), hicieron un piloto de un bus eléctrico articulado, que operó en las rutas de Avenida 33, San Juan y San Antonio. También se está realizando un piloto con un bus eléctrico del TPC para operar en rutas del TPC tradicional, específicamente en dos empresas Flota Nueva Villa y Transportes Aranjuez Santa Cruz.

Ajuste diseño operacional e infraestructura de carga

Considerando el incremento de demanda en el transporte masivo de Medellín, se decidió incorporar a la operación de los buses eléctricos sobre el corredor de BRT, permitiendo mejorar las condiciones operacionales de capacidad y tiempos de servicio.

La infraestructura de carga para alimentar los 64 buses padrones de Metroplús está instalada en el patio ubicado en la estación final Universidad de Medellín

sobre las Líneas 1 y 2; para los 4 buses alimentadores se encuentra instalada en el patio propio del concesionario; y se cuenta también con el patio Fátima, donde hay infraestructura de recarga para los buses existentes. En total 4 cargadores en UdeM y 6 en Patio Fatima.

En términos de equipos ITS,⁹ las flotas tienen instalados equipos para control de flota, sistema de recaudo, restricciones de velocidad a 60 km/h, control de puertas, sensores de peso, WIFI, puertos USB y cámaras de seguridad.

Estructuración normativa, financiera y modelo de negocio:

Los modelos de negocio que se han establecido en Medellín son dos:

1) Iniciativa pública (provisión de flota y operación):

El modelo de negocio, de esta adopción de 64 buses padrones eléctricos, consistió en que el Municipio de Medellín le entregó recursos al Ente Gestor (Metroplús S.A) para que a través de una contratación adquiriera la flota eléctrica. Una vez se adjudicaron los buses y su infraestructura de carga, Metroplús S.A a través de otro contrato interadministrativo le entregó los buses al Metro de Medellín para que esta entidad realice la operación y mantenimiento bajo el corredor seleccionado por el Municipio.

⁷ <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Gestion-integral/PIGECA.aspx>

⁸ <https://www.c40.org/news/world-cities-summit-medellin/>

⁹ Intelligent Transport Systems

Los cargadores fueron adquiridos con el mismo proveedor de flota y la infraestructura de energía para garantizar la carga, fue realizada por EPM.

2) Integración vertical (provisión de flota y operación):

En el 2013, a través de una licitación pública que adelantó el Metro por autorización del Municipio de Medellín para la provisión, operación y mantenimiento de los buses y la infraestructura de carga de las rutas que alimentan la Línea 1 y 2 de Metroplús (BRT) por un periodo de 15 años. Este operador gestionó la necesidad de contar con

flota adicional para atender la necesidad creciente de demanda con flota eléctrica. Es remunerado a través de pagos por kilómetros recorridos y pasajeros

Para ambos casos, en el momento en que los ingresos por tarifa al usuario no cubran los costos de operación, el déficit deberá ser cubierto por el Municipio de Medellín. A la fecha, no se tienen definidas fuentes de financiación alternativas para cubrir el diferencial tarifario.

Desde el punto de vista de normatividad, se tienen los siguientes elementos para el impulso y transición de la movilidad eléctrica en la ciudad de Medellín:

Desde el punto de vista de normatividad, se tienen los siguientes elementos para el impulso y transición de la movilidad eléctrica en Medellín:

Marco normativo nacional y local hacia la transición de buses eléctricos	
Norma y año	Contexto
Plan Bio 2011-2030	Sistemas estructurantes de la ocupación del territorio: Sistema estructurante movilidad y transporte: Proponer una oferta de alternativas que reduzcan las emisiones de gases de efecto de invernadero y de contaminantes atmosféricos
POT Medellín, acuerdo 48 de 2014	Artículo 167. Movilidad motorizada Parágrafo 5. En el Plan Integral de Movilidad Sostenible se analizará un sistema de transporte colectivo eléctrico exclusivo para la movilidad de pasajeros en el centro de Distrito
Acuerdo Metropolitano N°6 de 2014	Políticas de Movilidad regional establecidas por la Autoridad de Transporte Masivo para la Implementación del SITVA
Acuerdo Municipal 44 de 2015	Se aprobó la estrategia para la promoción y masificación de la movilidad eléctrica en el municipio de Medellín
Resolución N° 2504 /2016	Promueve la renovación hacia tecnologías más limpias, entre esas la tecnología eléctrica
Acuerdo Metropolitano N°5 de 2017	Modifica el Acuerdo Metropolitano N°6 de 2014
Acuerdo Metropolitano N°16 de 2017	Plan Integral de Gestión de Calidad del Aire (PIGECA) 2017-2030. Transformación hacia un sistema de movilidad de bajas y cero emisiones.
Acuerdo del concejo 021 de 2020	Reducción de emisiones: se avanzará en migrar de combustibles fósiles (como diésel, gasolina y gas) a medios de cero y ultra bajas emisiones, como la movilidad eléctrica y movilidad activa.

<p>Plan Maestro Metropolitano 2020-2030</p>	<p>Tiene como estrategia implementar medidas progresivas para la renovación de la flota de transporte público hacia vehículos de bajas o cero emisiones, y generar incentivos financieros para renovar los vehículos de carga y transporte público intermunicipal hacia vehículos de bajas o cero emisiones.</p>
<p>Plan de Desarrollo Municipio de Medellín 2020-2023</p>	<p>Programa de Ejecución y compromisos POT (Acuerdo 48 de 2014) para desarrollo y modernización del Sistema de Transporte Público, a través de espacios para almacenamiento y recarga de vehículos con sistemas de movilidad sostenible implementado, y flota de buses de transporte público renovada con buses eléctricos</p>

Fuente: Elaboración propia

Resultados

Se presentan algunos resultados que son claves en los primeros pasos del Distrito de Medellín en la transición de buses eléctricos:

- Desde el 2015, a través del Clean Air Institute y el Área Metropolitana, se trajo el primer bus eléctrico padrón del Distrito, el cual vino por carretera desde Bogotá.
- En el 2017, la empresa de energía (EPM) adquirió un bus eléctrico de 8 metros, que se utilizó para realizar pruebas de operación, estabilidad, confiabilidad y funcionamiento.
- En el 2018, la Secretaría de Movilidad de Medellín, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y EPM adquirieron un bus articulado 100% eléctrico, con capacidad para 180 pasajeros para ser operado en la Línea 1 de BRT.
- En el 2019 se adquirieron 64 buses eléctricos para operar la Línea 1 y Línea 2 del BRT.
- En el 2020 Inició operación de 4 buses eléctricos de 40 pasajeros del concesionario alimentador a BRT sobre la Línea 1 y 2.
- En el 2022 y principios de 2023 Realización de pruebas piloto con un bus eléctrico de 50 pasajeros en las ruta de Transporte que conecta Medellín con el Aeropuerto José María Córdoba y las rutas de la empresa Flota Nueva Villa en la zona urbana de Medellín.
- En el 2023, se realizó un piloto de un bus eléctrico articulado, que operó en las rutas de Avenida 33, San Juan y San Antonio. También se está realizando un piloto con un bus eléctrico del TPC para operar en rutas del TPC tradicional, específicamente en dos empresas Flota Nueva Villa y Transportes Aranjuez Santa Cruz.



Figura 3. Línea de buses en Medellín.

Fuente: diariodotransporte

Lecciones aprendidas

Voluntad política e involucramiento de actores:

para la adquisición de la flota eléctrica existente se requirió de voluntad política y realización de pruebas piloto para obtener datos y referencias y experiencias externas nacionales e internacionales que complementarán la información y se tomará la decisión fundamentada en análisis técnicos.

Marco normativo:

Existe carencia de normatividad y esquemas de financiación que permita impulsar la electrificación del transporte en el transporte público colectivo e intermunicipal que opera bajo permisos de operación regulados por la Secretaría de Movilidad y/o Ministerio de Transporte. Es necesario reglamentar el fondo de estabilización de la tarifa (FET) y tener todo el sistema de transporte integrado através de un sistema electrónico de recaudo. En el futuro se podrán volver a realizar procesos de licitación para concesionar la operación de otras rutas de transporte.

Capacitación

Se identifica que existen muchos mitos y desconocimiento de la movilidad eléctrica. Se requiere capacitación constante a funcionarios públicos y actores de la industria del transporte.

Vehicle typology

A partir de las pruebas piloto realizadas, se identifica la necesidad de que el mercado de fábrica diseñe y ofrezca vehículos que se ajusten a las necesidades del mercado, geometría y topografía de Medellín.

Financiera

Falta de información en materia de costos de operación e inversión en infraestructura de acuerdo con las condiciones topográficas, costos elevados de los vehículos y sus baterías y disponibilidad de repuestos, sumado a la carencia de terrenos o espacios para la definición de patios, entre otros.



Autores

Carolina Mesa Muñoz, Coordinadora Regional de Bajo Carbono, ICLEI América del Sur.

Leticia Borges, Regional de Bajo Carbono, ICLEI América del Sur.

Juan Esteban Martínez, Experto en movilidad y Consultor de ICLEI América del Sur.

Leta Vieira, Gerente Técnica Regional de ICLEI América del Sur.

Rodrigo Perpetuo, Secretario Ejecutivo de ICLEI América del Sur.

Rodrigo Corradi, Secretario Ejecutivo Adjunto de ICLEI América del Sur.

Braulio Díaz, Gerente de Relaciones Institucionales y Advocacy de ICLEI América del Sur.

Alejandro González, Director Ejecutivo de ICLEI Colombia.

Juliana Vélez, Coordinadora de Proyectos de ICLEI Colombia.

Luz Camacho, Asesora de Relaciones Institucionales y Advocacy de ICLEI Colombia.

Contribuyente(s):

Jeicy Juliet Pabón Roldan, Líder de la Unidad de Proyectos de Innovación del Distrito de Medellín.

Hernan Stives Builes Tobón, Líder de la Unidad de Transporte, Distrito de Medellín.

Enith Yurlady Sánchez Román, Profesional Ambiental del Distrito de Medellín.

Alejandro Fernandez Cadavid, Roads and Transportation Professional of Medellín District.

Luis Alejandro Tamayo Uribe, Profesional de Vialidad y Transporte del Distrito de Medellín.

Referencias

Área Metropolitana Valle de Aburrá. 2017. Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire del Valle de Aburrá.

Publicado en: [enlace para acceder](#)

Alcaldía de Medellín. 2023. Plan de Desarrollo de Medellín – Futuro 2020–2023.

Publicado en: [enlace para acceder](#)

Metro de Medellín. Tarifas.

Publicado en: [enlace para acceder](#)

Área Metropolitana Valle de Aburrá. 2017. Acuerdo Metropolitano No 5.

Publicado en: [enlace para acceder](#)

Universidad Pontificia Bolivariana. 2019. 5 datos que no sabías sobre la contaminación del aire en Medellín.

Publicado en: [enlace para acceder](#)

C40 Cities. 2019. Mayor of Medellín Federico Gutiérrez calls for Latin American cities to embrace zero emission transport and lead the world on climate action.

Publicado en: [enlace para acceder](#)



On behalf of



Design

Cibele Carneiro, Coordinadora de Comunicación de ICLEI América del Sur

Gustavo Barboza, Communication Asistente de Comunicación de ICLEI América del Sur

COPYRIGHT

© 2023 ICLEI – Gobiernos Locales por la Sostenibilidad e.V. Todos los derechos reservados. ICLEI América del Sur posee los derechos de autor de esta publicación, incluyendo textos, análisis, logotipos y diseños de diagramación. Las solicitudes para reproducir o citar el material en parte o en su totalidad deben ser enviadas a comunica-sams@iclei.org. ICLEI fomenta el uso y la difusión de este estudio de caso, y el permiso para reproducir este material sin modificaciones será normalmente permitido sin cargo para uso no comercial.



On behalf of

