

# IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS VERDES PARA PROMOVER LA AGENDA 2030



## CASO 1: TRANSPORTE PÚBLICO ELÉCTRICO Bogotá (Colombia)





## CASO 1: TRANSPORTE PÚBLICO ELÉCTRICO

Implantación de autobuses eléctricos de batería en el sistema Transmilenio de Bogotá (Colombia)

La ciudad de Bogotá ha implantado el sistema de transporte público por autobús Transmilenio, uno de los sistemas BRT más importantes del mundo, tanto por su cobertura como por el tamaño de la flota de autobuses urbanos. Las características de este caso se evalúan según las 9 dimensiones siguientes en esta publicación:



TECNOLOGÍA



UBICACIÓN



CONTEXTO  
MOTIVACIÓN



DISEÑO Y  
MODELO DE  
NEGOCIOS



PARTICIPANTES  
Y ARTICULACIÓN



RETOS Y  
TRADE-OFFS



MARCO  
NORMATIVO



OPORTUNIDADES Y  
RAZONES DEL ÉXITO



IMPACTOS DE LA  
TECNOLOGÍA DE LA  
AGENDA 2030



### TECNOLOGÍA

**Grupo tecnológico:** movilidad eléctrica y transporte público

**Tecnología:** autobús eléctrico urbano

**Características principales:** Autobús de batería, tipo Padrón (12-15 metros) con una autonomía de 260 km.



### UBICACIÓN

**Ciudad:** Bogotá (capital de Colombia)

**Población:** 7,2 millones de habitantes

**PIB:** equivalente al 25,5% del PIB del país (DANE, 2021)



### ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN

A partir de 2013 se inició la incorporación de buses urbanos de bajas emisiones al sistema de transporte de Bogotá, motivado por...

1

**El crecimiento de la flota circulante** en la ciudad genera graves problemas de tráfico urbano y contaminación atmosférica.

2

Según la clasificación de empresas INRIX, **los conductores de Bogotá perdieron 94 horas** en tráfico en el año 2021...

3

Esto sitúa a la ciudad de Bogotá en la 8ª posición del *ranking* mundial y 1ª en Latinoamérica (INRIX, 2022).

4

Según el Informe Mundial sobre la Calidad del Aire 2021 de IQ Air, los niveles de MP<sub>2,5</sub> eran de 2 a 3 veces superiores a los límites de la OMS.



### DISEÑO Y MODELO DE NEGOCIO

**Costes y financiación:** Esta información no se ha recogido hasta la fecha.

**Proceso de aplicación:** ha tenido lugar a través de licitaciones públicas en el sistema zonal Transmilenio.



2019

4 licitaciones: contratación de 379 autobuses eléctricos de batería y 794 autobuses Euro VI.

2 procesos de negociación con los operadores: contratación de 104 autobuses eléctricos de batería más.

2020

Licitación de 406 autobuses eléctricos de batería más.

2021

Licitación de 596 autobuses eléctricos más

2022

En agosto de 2022, ya circulan por la ciudad 1.290 autobuses eléctricos.



## PARTES INTERESADAS Y ARTICULACIÓN

NOMBRE DEL ACTOR	RESPONSABILIDAD
<b>Gobierno nacional</b>	Apoya la implantación de flotas eléctricas en los sistemas de transporte público de las ciudades colombianas mediante el establecimiento de objetivos y beneficios fiscales.
<b>Ayuntamiento de Bogotá</b>	Define las políticas de movilidad urbana y financia parte del servicio de transporte público de la ciudad.
<b>Transmilenio S.A.</b>	Gestiona, organiza y planifica el servicio de transporte público de la ciudad de Bogotá. Se encarga de definir los contratos y licitaciones para la prestación del servicio de transporte público de la ciudad.
<b>Compañías eléctricas</b>	Las empresas de distribución de electricidad, como Codensa-ENEL X, Terpel y Celsia, tienen la responsabilidad de construir la infraestructura de recarga, financiar los autobuses eléctricos y suministrar energía para cargar los autobuses eléctricos.
<b>Empresas de autobuses eléctricos de batería</b>	La empresa china BYD tiene la responsabilidad de proporcionar la flota de los 1.485 autobuses eléctricos de batería que ya están contratados para el funcionamiento de la ciudad.
<b>Empresas de carrocerías de autobuses eléctricos de batería</b>	Las empresas Marcopolo y Busscar son las encargadas de fabricar la carrocería nacional para los chasis eléctricos importados de la empresa BYD.
<b>Fondos de inversión</b>	Fondos de inversión internacionales como Transdev y VG Mobility participan como financiadores de la compra de autobuses eléctricos de batería y la construcción de la infraestructura de recarga.
<b>Operadores de flota</b>	Diferentes empresas de operación de flotas como Green Móvil, E-Somos Fontibón, entre otras, son las encargadas de operar los buses eléctricos en el sistema zonal de la ciudad.
<b>Proveedores de infraestructuras de recarga y conectividad</b>	En esta iniciativa han participado diferentes empresas proveedoras de infraestructura de recarga y conectividad, como Siemens (cargadores), WEG (infraestructura de recarga), Ci2 (conectividad), Freeway (software), y la empresa Pavimentos Colombia (construcción de cocheras para buses eléctricos), entre otras.
<b>Centros de formación</b>	SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), tiene la responsabilidad de crear programas de formación en movilidad eléctrica.

Fonte: Elaboración propia a partir de las entrevistas realizadas.



## MARCO NORMATIVO

**Ley 1.064 para la promoción del uso de vehículos eléctricos en Colombia y la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (2019)<sup>2</sup>:** A través de estos documentos se estableció la meta de que para el año 2035 todos los autobuses que operen en los sistemas BRT de las principales ciudades del país deberán ser eléctricos o cero emisiones y se determinaron reducciones fiscales y de impuestos a la importación para favorecer la compra y adquisición de estas tecnologías.

**Declaración de Emergencia Climática en la ciudad de Bogotá (2020):** objetivo de adoptar medidas urgentes para sustituir el uso de combustibles fósiles en los sistemas de transporte público de la ciudad y disminuir las emisiones de GEI en un 50% para 2030, impulsando la movilidad eléctrica en el sistema Transmilenio. A partir del 1 de enero de 2022, la Alcaldía de Bogotá sólo podrá licitar autobuses eléctricos de batería, salvo que el autobús supere el presupuesto disponible o se declare desierta la licitación. En este caso, sólo se admitirán tecnologías Euro VI o superiores.



## OPORTUNIDADES y RAZONES DE ÉXITO

**Creación de modelos empresariales innovadores:** ha permitido la participación de nuevos actores que tradicionalmente no tenían interés en el transporte público, pero que ahora ven en la movilidad eléctrica una nueva línea de negocio con gran potencial de futuro.

**Vinculación de distintos agentes:** fue crucial para el éxito de esta iniciativa, como empresas eléctricas, fondos de inversión, operadores de flotas, empresas extranjeras de autobuses eléctricos y empresas nacionales de carrocerías, entre otros.



## RETOS Y CONTRAPARTIDAS

**Baterías de autobús:** Inicialmente, la responsabilidad de la eliminación final de las baterías recae en el fabricante del autobús. Sin embargo, aún existen muchas incertidumbres sobre su destino final y las posibilidades de reciclaje y/o segunda vida. Se calcula que la batería original se sustituye tras 8 años de uso.

**Alto coste de adquisición:** aproximadamente tres veces superior a la de los modelos diésel. Las empresas operadoras de flotas tienen dificultades para encontrar fondos de inversión (nacionales e internacionales) que financien la compra de autobuses eléctricos. En el caso de Bogotá, para superar esta barrera inicial, se creó un nuevo modelo de negocio cuyo objetivo es dividir el CAPEX (gasto de capital o coste de adquisición) del OPEX (gasto operativo o coste de explotación) de los autobuses eléctricos.

**Infraestructura de recarga:** Fue necesario crear la infraestructura de recarga de los autobuses completamente desde cero. Además, había dificultades para encontrar terrenos disponibles en la ciudad con las características necesarias para construir garajes. Actualmente, el Sistema Transmilenio cuenta con ocho (8) garajes dedicados exclusivamente a la infraestructura de carga de los buses eléctricos.

Ilustración 1:

Garaje para autobuses eléctricos de batería de la Empresa Green Móvil, Bogotá



## IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN LA AGENDA 2030 | TRANSPORTE PÚBLICO



Clasificación del impacto de las tecnologías en los ODS  
Fuente: Adaptado del Informe IPPC<sup>2</sup>.

**ODS 3** reducción de los contaminantes locales, principalmente las partículas, lo que tendrá un impacto positivo en la calidad del aire y la salud pública. Según la Alcaldía de Bogotá, la incorporación de la flota de buses eléctricos en el sistema Transmilenio permitirá el ahorro de 37 mil millones de pesos colombianos (cerca de 8 millones de dólares), evitando costos con morbilidad y mortalidad (ALCALDÍA DE BOGOTÁ, 2022c).<sup>∞</sup>

**ODS 4** Demanda de nuevos perfiles formativos para atender el funcionamiento y mantenimiento de esta tecnología, así como formación en conducción eficiente para los conductores de estos autobuses eléctricos. El Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia (SENA) ofrece algunos programas de formación técnica y tecnológica, como conducción ecoeficiente y mantenimiento de sistemas de autopropulsión eléctrica.

**ODS 5** la empresa Green Móvil (operador de autobuses eléctricos en Bogotá) formó a sus empleados en aspectos técnicos relacionados con la movilidad eléctrica, incorporando a mujeres como conductoras. El programa "Más mujeres en el sector transporte" liderado por la Secretaría de Movilidad, la Secretaría Distrital de la Mujer y Transmilenio hace parte de la Estrategia Integral para la capacitación y formación de mujeres en oficios no convencionales en el transporte urbano de Bogotá (ALCALDÍA DE BOGOTÁ, 2022a).<sup>∞</sup>

**ODS 8** **ODS 9** creación de asociaciones con empresas nacionales de carrocerías de autobuses para el montaje de autobuses eléctricos. Así, de los 1.485 autobuses eléctricos contratados a BYD, 1.002 tendrán carrocerías de las empresas Marcopolo y Busscar (de origen brasileño, pero con sede en Colombia). Estas asociaciones buscan reactivar la economía, la industria automotriz nacional y la generación de empleos especializados.

**ODS 13** Se espera que, una vez incorporados los 1.485 autobuses eléctricos ya contratados, se produzca una reducción de 94.300 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Esto equivale a sacar de circulación 42.000 vehículos individuales con MCI<sup>2</sup> en Bogotá (ALCALDÍA DE BOGOTÁ, 2022b).<sup>∞</sup>

Organización y contenido  
Natália Gonçalves de Moraes  
Elaboración y diseño  
Flávio Raposo de Almeida  
Traducción  
Fiorella Espinoza Vásquez

A lo largo de este documento se puede acceder directamente a las referencias bibliográficas cuando se mencionan en el texto. Para ello, basta con fijarse en el símbolo <sup>∞</sup> que aparece junto a cada una, pasar el ratón por encima y hacer clic para acceder directamente a la referencia.

