



WRI COLOMBIA

# Transporte público en las ciudades sostenibles: Aspectos técnicos y financieros para la implementación de buses eléctricos en ciudades colombianas

Taller online

15 de Marzo de 2024

Zoom



# Contenido del taller

## 1. Bienvenida del Ministerio de Transporte

Luis Eduardo Acosta – UMUS – Min. Transporte

## 2. WRI Colombia –

### la promoción de ciudades sostenibles

Daniel Cano – WRI Colombia

## 3. Planeación de flota y operación eléctrica

Rafael Muñoz – WRI Colombia

## 4. Herramientas de evaluación financiera

Alejandra Achury – WRI Colombia

## 5. Sesión de preguntas y respuestas

## 6. Sigüientes espacios de discusión



# Nuestros oradores del día



**Luis Acosta**

Coordinador de la  
Unidad de Movilidad  
Urbana Sostenible  
(UMUS)

Ministerio de  
Transporte



**Daniel Cano**

Coordinador de  
proyectos  
WRI Colombia



**Rafael Muñoz**

Especialista en  
transporte  
WRI Colombia



**Alejandra Achury**

Analista técnica  
financiera  
WRI Colombia



**Sandra Meneses**

Coordinadora de calidad  
del Aire  
(Moderadora)  
WRI Colombia



## Bienvenida del Ministerio de Transporte

Luis Eduardo Acosta

Coordinador de la Unidad de  
Movilidad Urbana Sostenible  
(UMUS)



# WRI Colombia – la promoción de ciudades sostenibles

Daniel Cano

Coordinador de proyectos

WRI Colombia



# WRI y nuestro enfoque

Nuestra estrategia pone tres objetivos interconectados en todo lo que hacemos:

## Las personas, la naturaleza y el clima.

**Clima:** Limitar el calentamiento global a 1,5 grados C y apoyar a las comunidades en la adaptación al cambio climático.



**Personas:** Asegurar que las personas vivan en una sociedad equitativa donde puedan satisfacer sus necesidades esenciales.

**Naturaleza:** Proteger y restaurar la salud del ecosistema.

Alineado con el alcance de internacionales existentes:

- Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas
- Marco de Biodiversidad Kunming-Montreal
- Acuerdo de París sobre el cambio climático

# WRI Colombia

## Nuestro enfoque

- WRI Colombia se centra en apoyar la implementación de estos compromisos, trabajando con los gobiernos, el sector privado y en alianza con otras organizaciones para:



Impulsar la acción climática a nivel nacional y subnacional



Actuar con urgencia en la Amazonia Colombiana



Apoyar a las ciudades hacia un desarrollo urbano integral para su sostenibilidad

# Nuestro programa de ciudades

Nuestro enfoque para la construcción de ciudades sostenibles



Barrios  
Habitables



Resiliencia  
Climática



Movilidad  
integrada

Genero e inclusión social



# TUMI E-bus mission

Es una cooperación del ministro alemán de cooperación económica y desarrollo (BMZ), y con la participación de organizaciones como C40 cities, GIZ, ICCT, ITDP, ICLEI, UITP y WRI.

Es una cooperación que busca llevar a las ciudades hacia la implementación de 100.000 buses eléctricos para el 2025. Para alcanzar este objetivo trabajamos con 20 ciudades Deep Dive y aspiramos a crear una red de más de 100 ciudades.

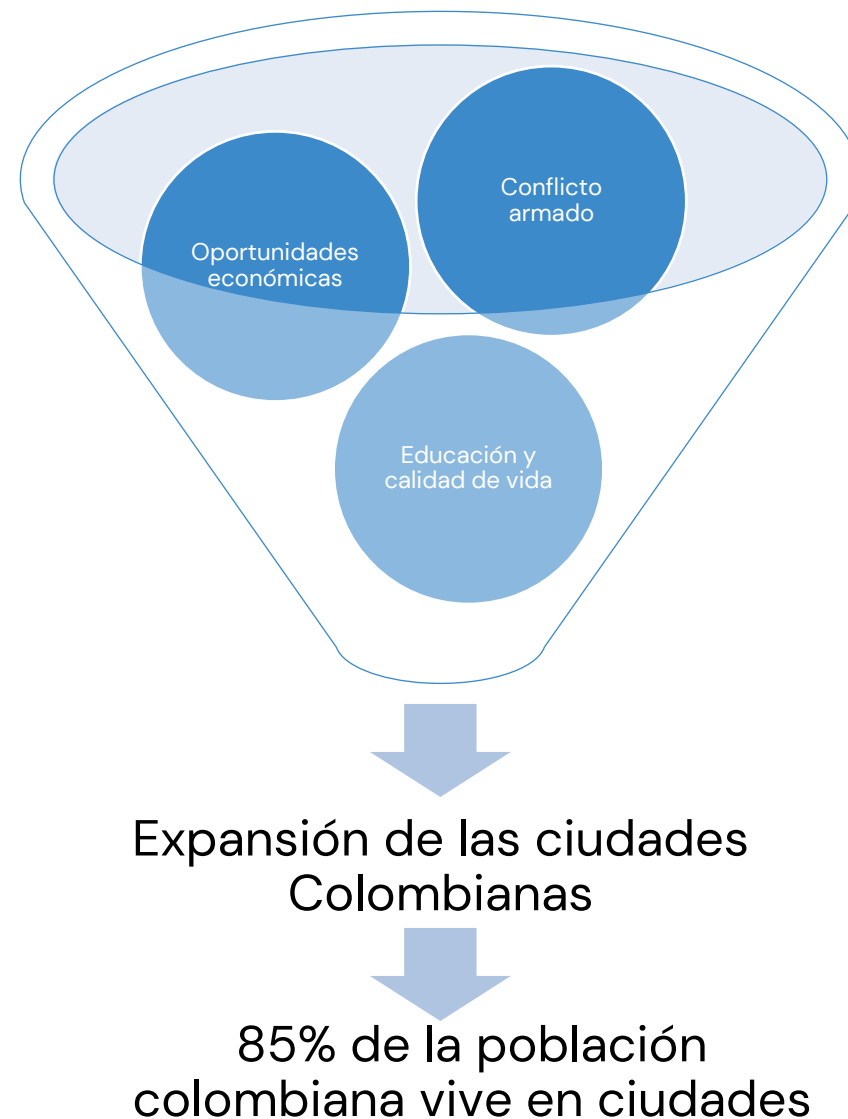
## Red de ciudades Deep Dive



# El fenómeno de la acelerada urbanización en Colombia

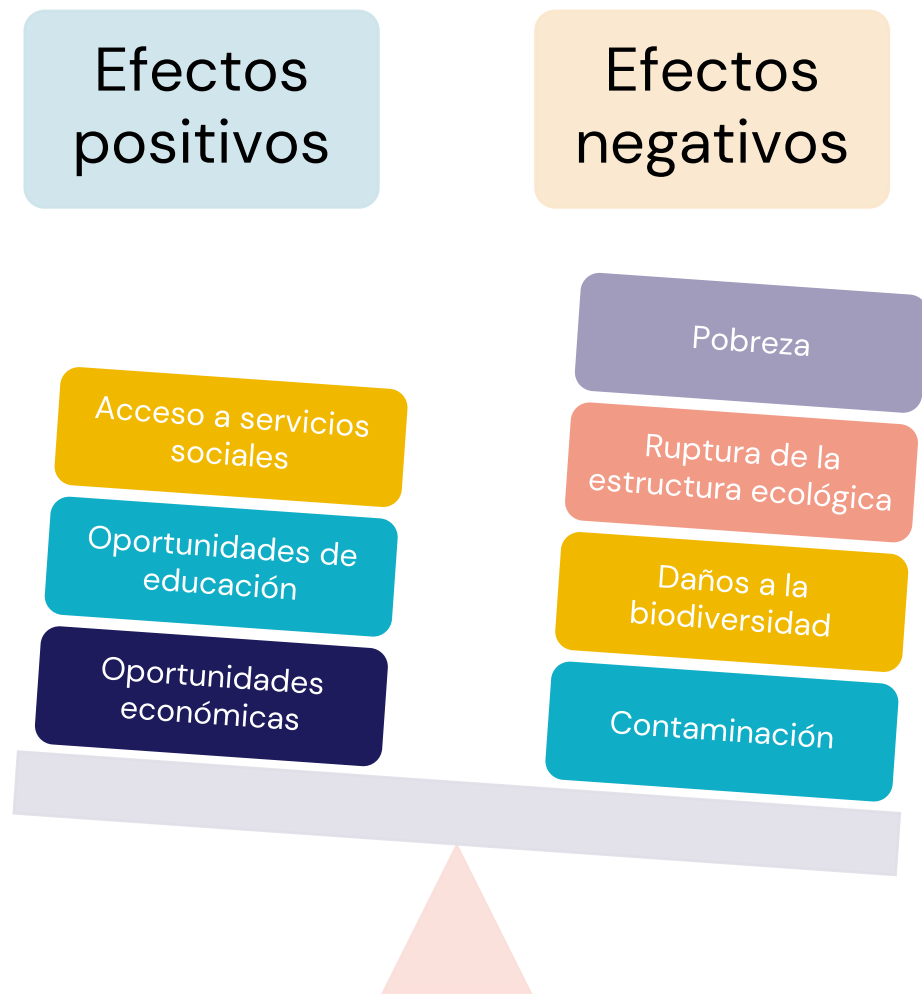


La tendencia de migración hacia las ciudades sigue en aumento. De seguir así, habrán más de 2.5 mil millones de personas en las ciudades (63%) al 2050.



# El fenómeno de la acelerada urbanización en Colombia

## Efectos positivos y negativos de la urbanización





# El fenómeno de la urbanización

## Externalidades ambientales

**“8,7 MILLONES de personas a nivel global mueren como consecuencia de la exposición a la contaminación atmosférica”<sup>1</sup>.**

- 1 de cada 5 muertes en el año es causada por la contaminación
- Las personas más afectadas son usuarias de transporte público y transeúntes.
- El transporte es el segundo sector que más contribuye a las emisiones GEI a nivel mundial.
- En Colombia anualmente fallecen cerca de 15.000 personas cuyo deceso se le atribuye a la contaminación del aire (INS)<sup>2</sup>







¡Siempre hay oportunidades de cambio!  
Desde la Movilidad Podemos aportar

Valledupar, Colombia



# Ciudades con movilidad sostenible

## Movilidad triple cero



0 muertes o enfermedades

Visión cero y sistema seguro



0 exclusión

Acceso equitativo para todos a los servicios básicos en las ciudades



0 emisiones

Cambiar a modos más sustentables para reducir y evitar emisiones

# Ciudades con movilidad sostenible

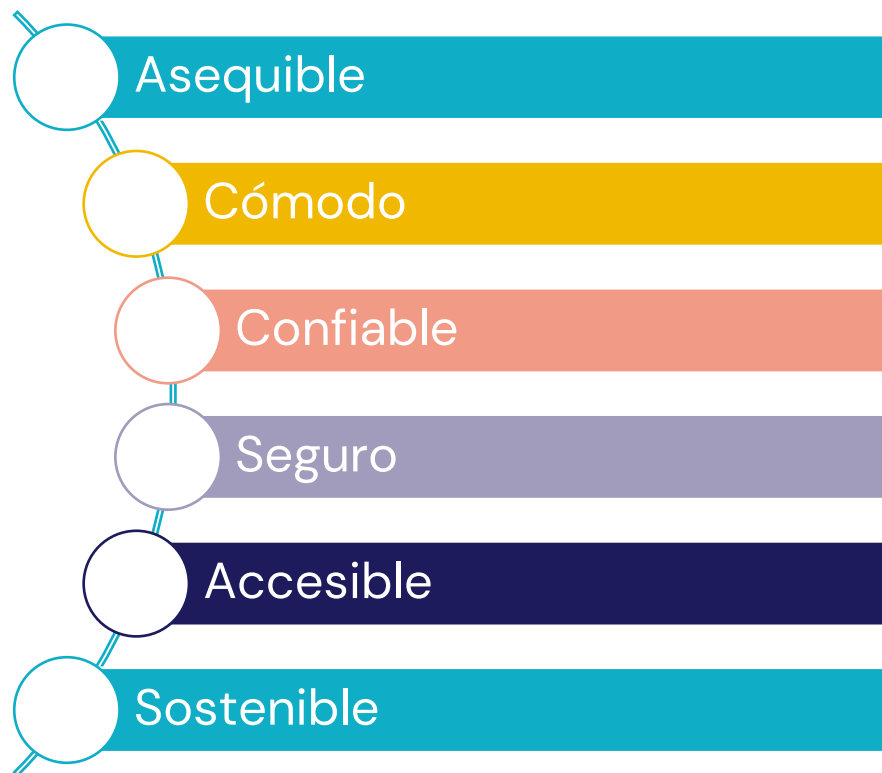
Enfoque Evitar – Cambiar – Mejorar



# Cambiar a modos sostenibles



Promover el transporte público de calidad





# Mejorar la eficiencia energética

## Electrificar el transporte



Created by Becri

- Los **vehículos eléctricos** son una de las **alternativas tecnológicas** disponibles para **reducir las emisiones contaminantes** y contribuir a una **movilidad urbana sostenible**.
- La electrificación de la flota debe ser parte de un esquema enfocado en mejorar la prestación del servicio generando un sistema de transporte **equitativo, seguro y sostenible**



# Movilidad eléctrica

Mejorar – ¿Cuáles son las ventajas de implementar buses eléctricos?



Created by Becrs



## Son más cómodos:

Los viajes son más silenciosos y suaves, los buses ofrecen sistemas de accesibilidad y pueden operar con aire acondicionado.



## Incentivan proyectos de energía renovable:

Los patios pueden integrarse con proyectos de energía solar, y la electrolinera puede atraer inversiones en la infraestructura de energía de la ciudad.



## Reducen la contaminación ambiental y combaten el cambio climático:

Al no generar emisiones directas, se disminuye la contaminación del aire del aire en entornos urbanos y reduce la exposición de los ciudadanos al aire contaminado.



## Mejoran la imagen de la ciudad y la administración:

El 50% de los colombianos percibe que el principal problema ambiental es la contaminación del aire<sup>2</sup>. La adopción de tecnologías cero emisiones mejoran la percepción pública de la ciudad, la gestión y los compromisos con el medio ambiente.



## Mejora del entorno con menos ruido:

Los buses eléctricos son más silenciosos que los buses convencionales, por lo que los entornos por los que circulan serán más silenciosos y atractivos para los ciudadanos.



## Disminuye el riesgo de enfermedades respiratorias:

Anualmente en Colombia se atribuyen 15.000 muertes a la contaminación del aire<sup>1</sup>, los buses eléctricos disminuirán la exposición de los ciudadanos a contaminantes atmosféricos, lo que reduce el riesgo de sufrir enfermedades respiratorias producto de la contaminación.



## Los costos operativos son menores:

El costo por kilómetro recorrido es aproximadamente la mitad que el de un bus a Diesel o gas debido a su eficiencia energética y a su mantenimiento sustancialmente más económico.

*La electromovilidad, y los buses eléctricos son una de las herramientas para avanzar hacia tener ciudades sostenibles, resilientes y limpias, y de contribuir a una movilidad triple cero*





# Planeación de flota y operación con buses eléctricos

Rafael Muñoz

Especialista en movilidad

WRI Colombia



# ¿Qué es la electromovilidad?

La “Electromovilidad” o **movilidad eléctrica** se refiere a los sistemas de transporte que incorporan vehículos cuya **principal fuente de propulsión es eléctrica**<sup>1</sup>



Transporte público



Transporte escolar



Transporte individual



Logística de carga

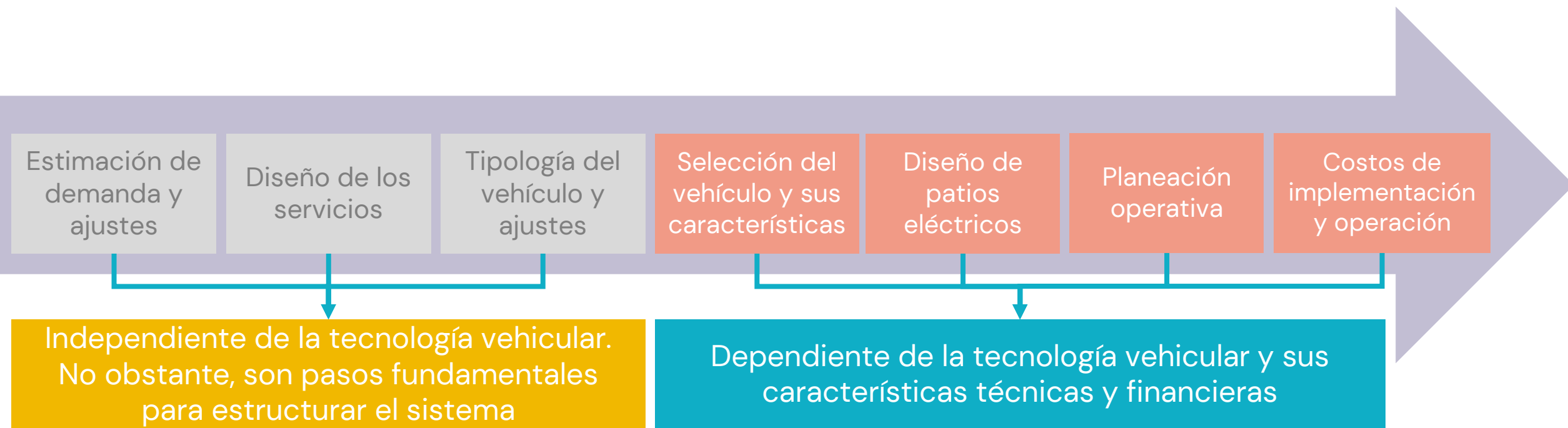


Soluciones de última milla

Hoy nos enfocaremos en sistemas de transporte público urbano

# Sistemas de buses eléctricos

Elementos involucrados en la planeación del transporte público



# Sistemas de buses eléctricos

Entonces, ¿qué elementos se deben considerar en la planeación del Sistema de transporte con buses eléctricos?

Área de operación  
(Clima/topografía)

Buses

Baterías

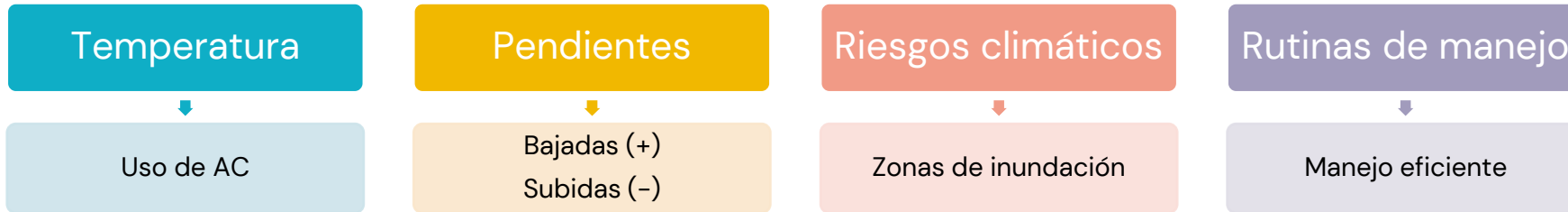
Cargadores

Patios

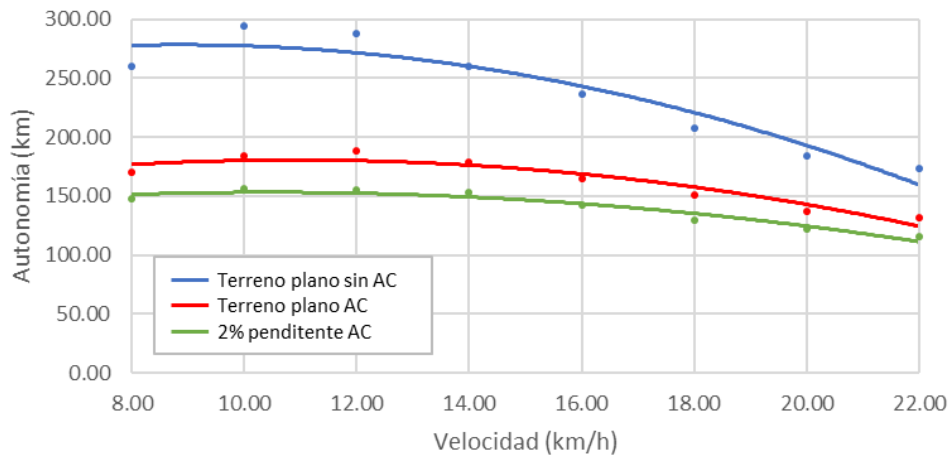
Operación e  
inclusión social

# Sistemas de buses eléctricos

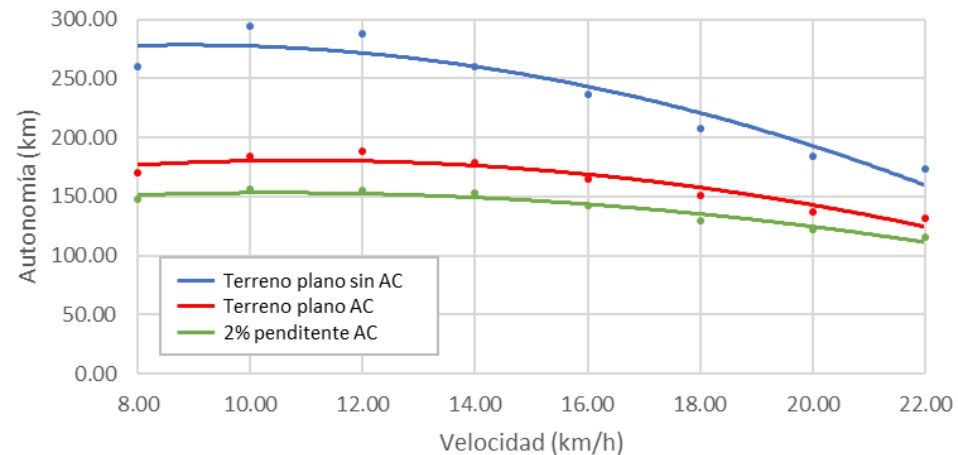
## Área de operación (Clima/topografía)



### Autonomía vs velocidad (AC)



### Autonomía vs velocidad (pendiente)



### ***Importante:***

De ser posible, realizar pruebas piloto in-situ para documentar rendimientos en condiciones locales



# Tipos de buses eléctricos

Buses

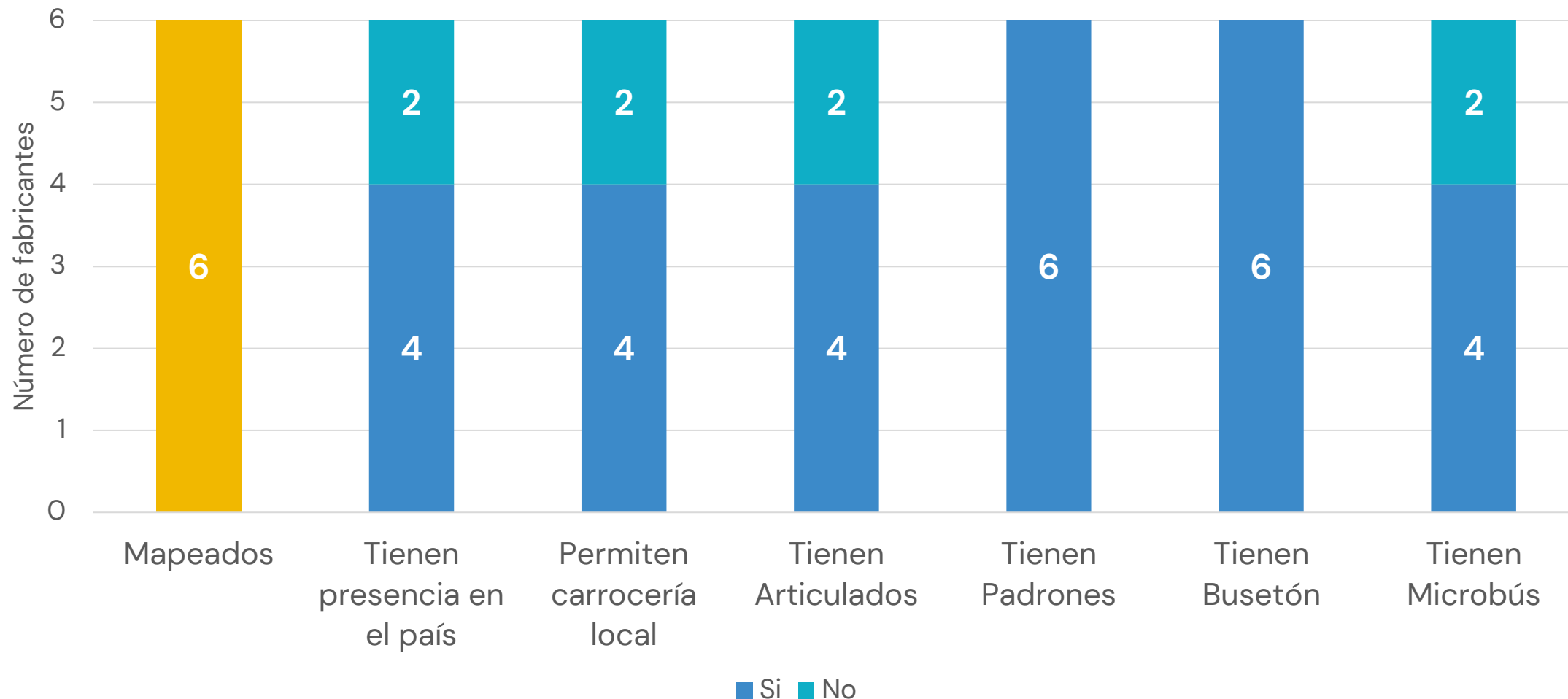
## Tecnologías de buses eléctricos



# Sistemas de buses eléctricos

Buses

Estudio de mercado a nivel local de buses eléctricos de Batería



# Sistemas de buses eléctricos

Buses

Mercado que se mueve rápidamente

## Marcopolo Superpolo presentan buses eléctricos y de hidrógeno, hechos en Colombia

Con una autonomía de hasta 260 km y tiempos de carga de 2 horas para los eléctricos, y 450 km con una carga de 15 minutos para los de hidrógeno.



POR: CÉSAR GIRALDO

Fuente: [Portafolio](#)





# Sistemas de buses eléctricos

## Buses

## Características técnicas de referencia



Movilidad Mx



Rafael Muñoz



Rafael Muñoz



Rafael Muñoz



BYD Colombia

### Microbús (6 – 7m)

Batería<sup>1</sup> ~90 kWh

Autonomía<sup>2</sup> ~200 Km

Consumo<sup>3</sup> ~ 0.5 kWh/Km

**Autonomía limitada, debido a su tamaño**

### Busetón (8 – 10m)

~250 kWh

~300 Km

~ 0.8 kWh/Km

### Padrón (12m)

~350 kWh

~308 Km

~ 1kWh/Km

### Articulado (18m)

~500 kWh

~304 Km

~ 1.5kWh/Km

**Pocas unidades homologadas**

### Biarticulado (27m)

~ Nd kWh

~304 Km

~ Nd kWh/Km

**Aún no homologado en el país por su peso**

# Componentes del sistema

## Baterías

### Composición

- Principalmente Litio – hierro – fosfato (LiFePo)
- Nuevas tecnologías en camino (baterías de estado sólido, baterías de sodio)

### Vida útil

- Hasta 4.000 ciclos (degradación del 80%)
- 4.000 ciclos = Cerca de 11 años si se carga una vez al día.
- El estándar de diseño es de 7.5 años

### Rango de operación recomendado

- (100% - 20%)
- Situación crítica de diseño (Degradada)
- Una correcta gestión del rango de operación permitirá alargar la vida de la batería

¿Cómo garantizo que las baterías no me van a generar problemas en el tiempo por su degradación? (distribución el riesgo)

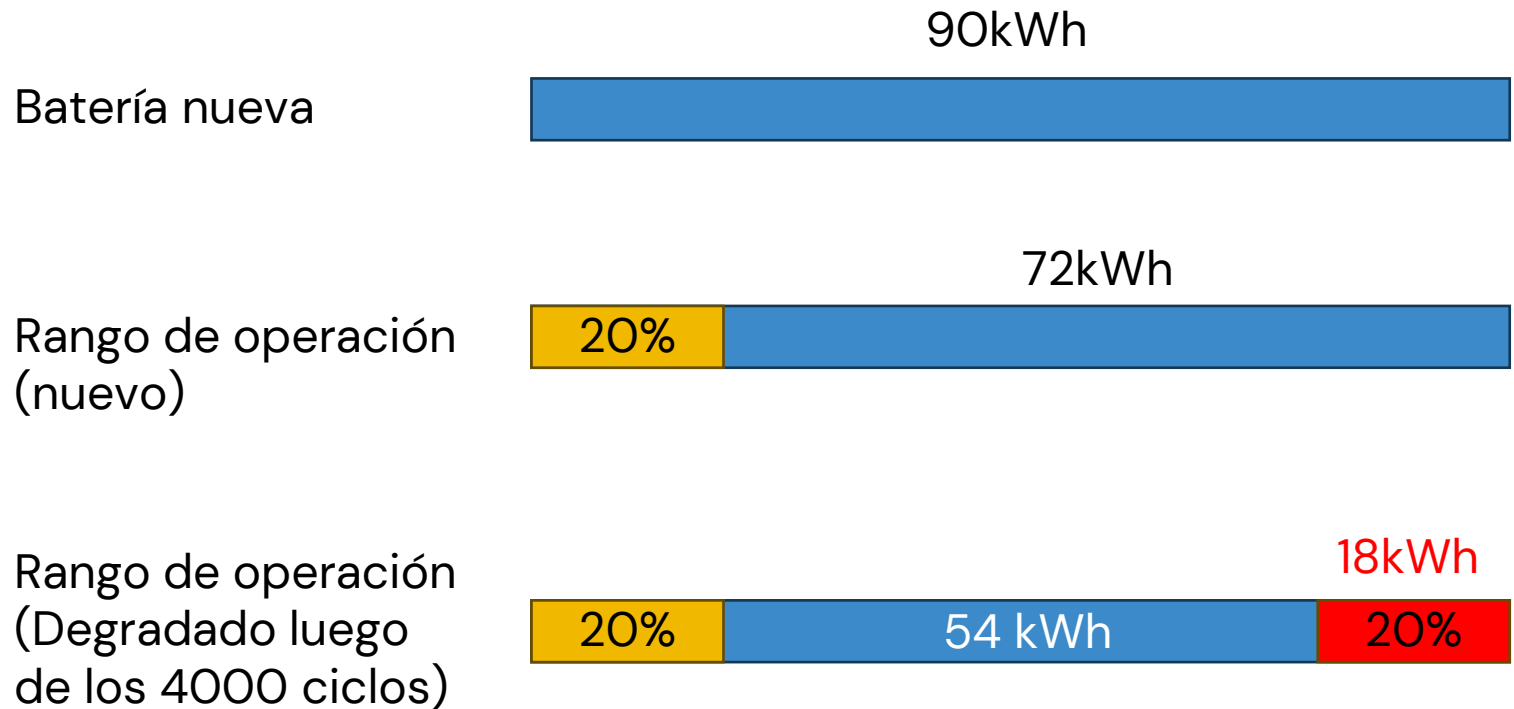
- Monitoreo de consumos y rangos
- Garantía de kilometraje mínimo
- Leasing de baterías
- Batería como servicio
- Fijación de precios de las baterías de reemplazo desde la licitación inicial



# Datos de entrada – insumos para la planeación

Baterías

Capacidad efectiva de las baterías (LiFePo)



# Datos de entrada – insumos para la planeación

## Baterías

Ejemplo de estimación de baterías del vehículo

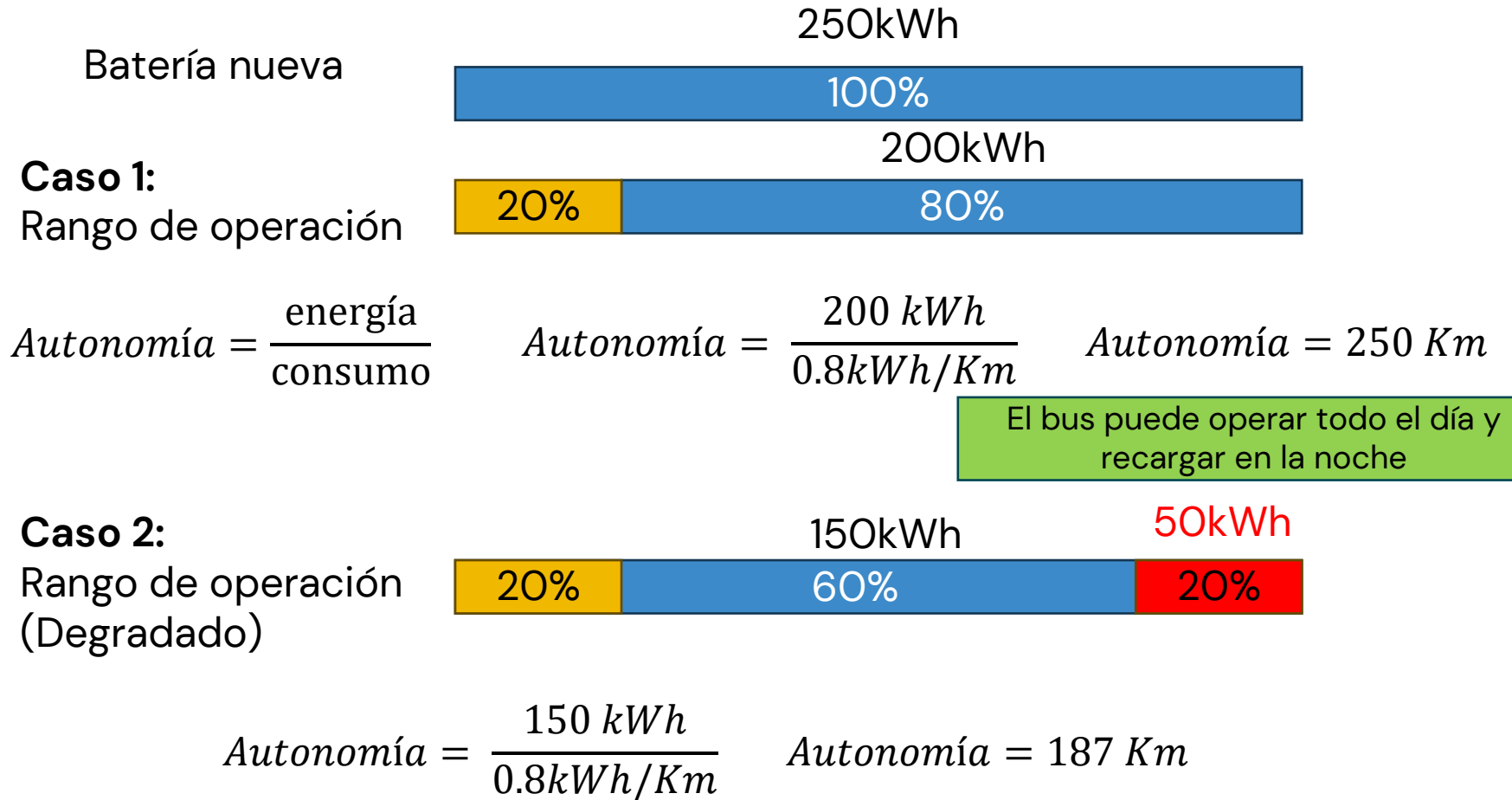
Ruta que recorre  
220Km/día/vehículo

Se operará con  
busetones

El busetón ofrece una  
batería de 250 kWh

Las pruebas evidencian  
un consumo de  
0.8kWh/Km

¿Puede este vehículo  
operar mi ruta?



El bus puede operar todo el día y recargar en la noche

Se requiere una estrategia de recarga diurna (Próximo webinar)

# Componentes del sistema

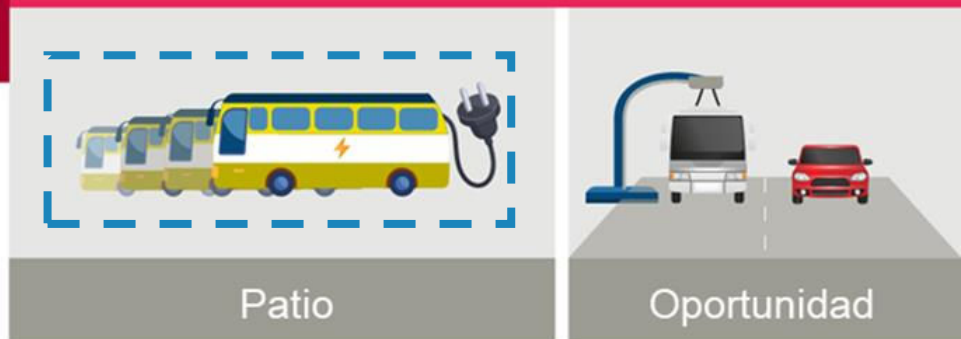
## Cargadores

### Infraestructura de recarga

#### Sistemas



#### Estrategias



**Carga conductiva** es decir que la carga se realiza a través de una conexión física entre la red eléctrica y el vehículo.

La **Carga inductiva** no requiere contacto físico entre el cargador y el vehículo.

**Carga nocturna y diurna en patios** es decir la recarga nocturna se complementa con eventos de recarga planificados (necesaria y ampliamente utilizada).

Misma infraestructura de recarga nocturna y en ocasiones apoyada por pocos puntos de recarga localizados estratégicamente.

**Carga de oportunidad:** Se realiza a altas potencias en periodos muy cortos de tiempo en ruta. Se debe considerar la parada dentro del diseño operativo de la ruta

# Componentes del sistema

## Cargadores conductivos en patio

### 1. Cargador y 2 dispensadores



- Potencia de referencia 120kWh
- Max. Potencia por dispensador de 80kWh

### Cargador y múltiples dispensadores



Altas potencias (>400kWh) distribuidas entre todos los dispensadores

### **Importante:**

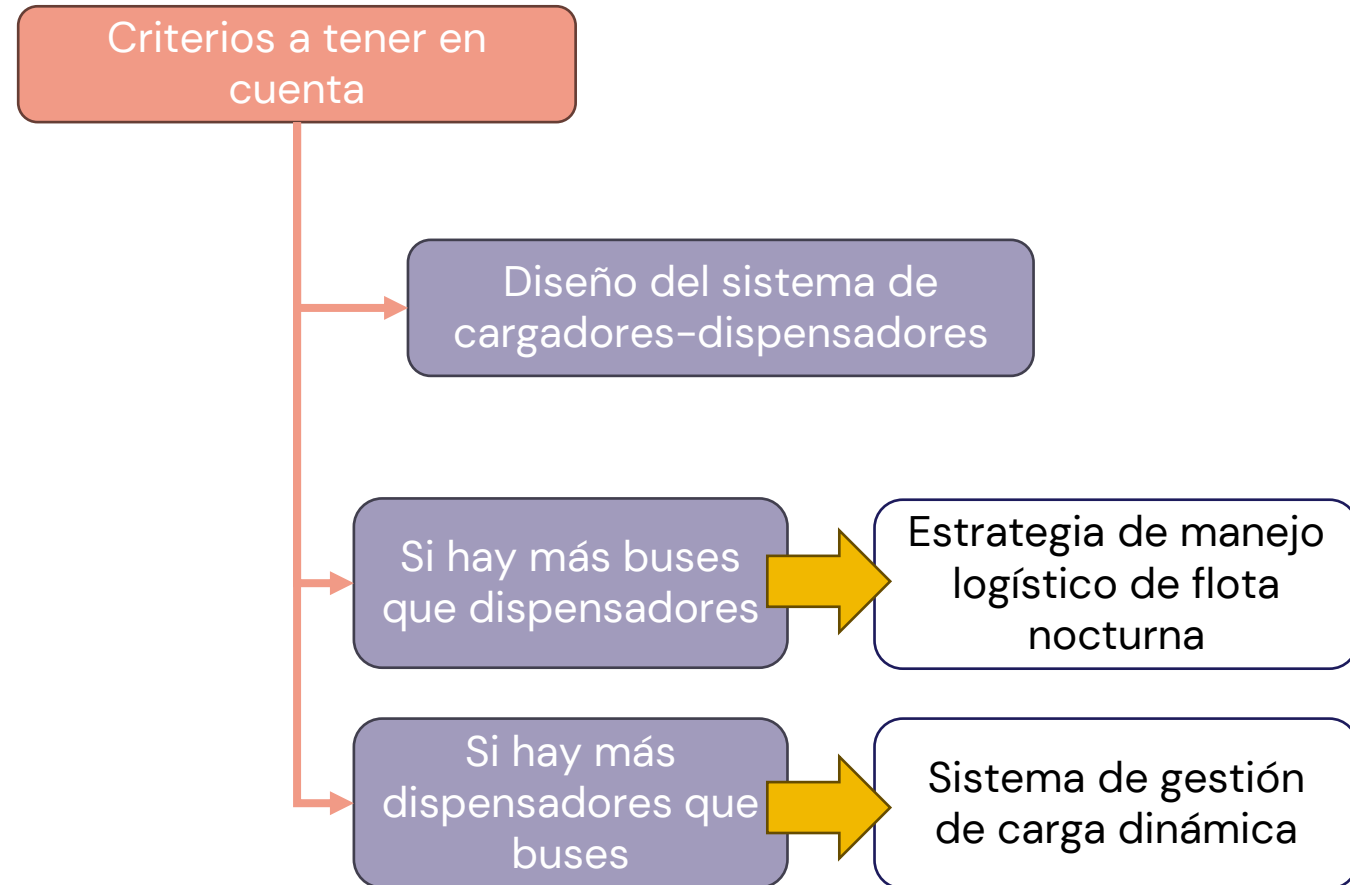
- Validar las características técnicas con el proveedor y diseñador del sistema
- Validar con el proveedor de flota la potencia máxima de carga

# Componentes del sistema

## Cargadores

### ¿Cuántos cargadores necesito?

- Garantizar la carga de la totalidad de la flota usada en la ventana de tiempo nocturna
- **Conservador con cargador estándar** con tipología 1: 1 cargador cada 2 vehículos (dispensador individual)
- **Redundancia:** ¿Cuántos cargadores de reemplazo puedo costear?
- **Logística de flota:** Si se tienen menos dispensadores que buses, se debe tener personal en patio para gestionar la flota durante el proceso de carga





# Componentes del sistema

## Patios

### ¿Qué elementos se deben considerar en el diseño de los patios?:

- Validar las características técnicas con el proveedor y diseñador del sistema
- Validar con el proveedor de flota la potencia máxima de carga
- Potencia de los cargadores
- Potencia instalada y potencia final

## Ejemplo de 15 buses

### 1. Potencia instalada requerida

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Recorrido diario} \\ \hline 3000 \text{ Km} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{Consumo} \\ \hline 1.55 \text{ kWh/KM} \\ \hline \end{array} / \begin{array}{|c|} \hline \text{Ventana de} \\ \text{recarga} \\ \hline 6 \text{ horas} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Potencia instalada} \\ \hline 775 \text{ kW} \\ \hline \end{array}$$

### 2. Potencia instalada de diseño

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Potencia instalada} \\ \hline 775 \text{ kW} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{Factor de} \\ \text{contingencia} \\ \hline 1.5 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Potencia instalada} \\ \hline 1090 \text{ kW} \\ \hline \end{array}$$

### 3.1. Numero fijo de cargadores ¿Potencia de los equipos?

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Potencia instalada} \\ \hline 1090 \text{ kW} \\ \hline \end{array} / \begin{array}{|c|} \hline \text{Cargadores} \\ \hline 8 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Potencia de} \\ \text{cargador} \\ \hline 136 \text{ kW} \\ \hline \end{array}$$

### 3.2. Potencia de cargador fija ¿Cuántos cargadores?

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Potencia instalada} \\ \hline 1090 \text{ kW} \\ \hline \end{array} / \begin{array}{|c|} \hline \text{Potencia de} \\ \text{cargador} \\ \hline 150 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Cargadores} \\ \hline 7.2 \text{ o } 8 \\ \hline \end{array}$$

# Componentes del sistema

## Patios – Energías renovables

¿Pueden ser los patios rentables si se integran a un proyecto de generación de energía solar?

**Integrar energías renovables potencia los beneficios ambientales del transporte público eléctrico, y su implementación podrá potencializar los resultados financieros del Proyecto a largo plazo.**



# Componentes del sistema

## Patios – Energías renovables

### Instalación On-Grid

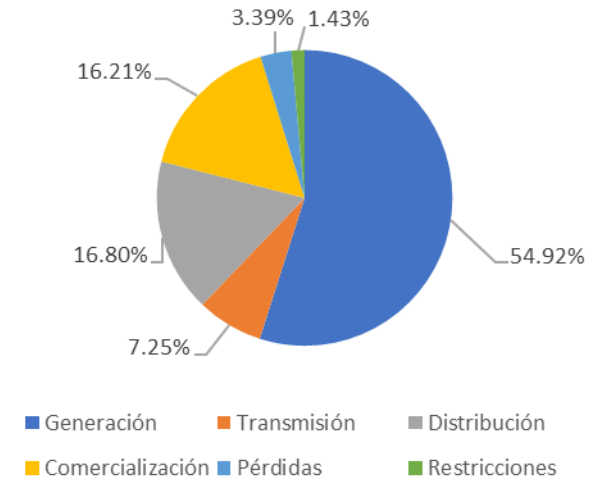
- Se conecta a la red eléctrica de la ciudad
- Se usa la energía producida en tiempo real y se vende el excedente a la red
- Se compra la energía faltante cuando sea necesario
- Precio de compra es mayor que el precio de venta

### Instalación Off-Grid

- Independiente a la red eléctrica de la ciudad
- Se genera energía en el día, que se acumula en baterías para cuando se requiera
- Es más costoso por los elementos adicionales que tiene el sistema

## Tarifa de energía

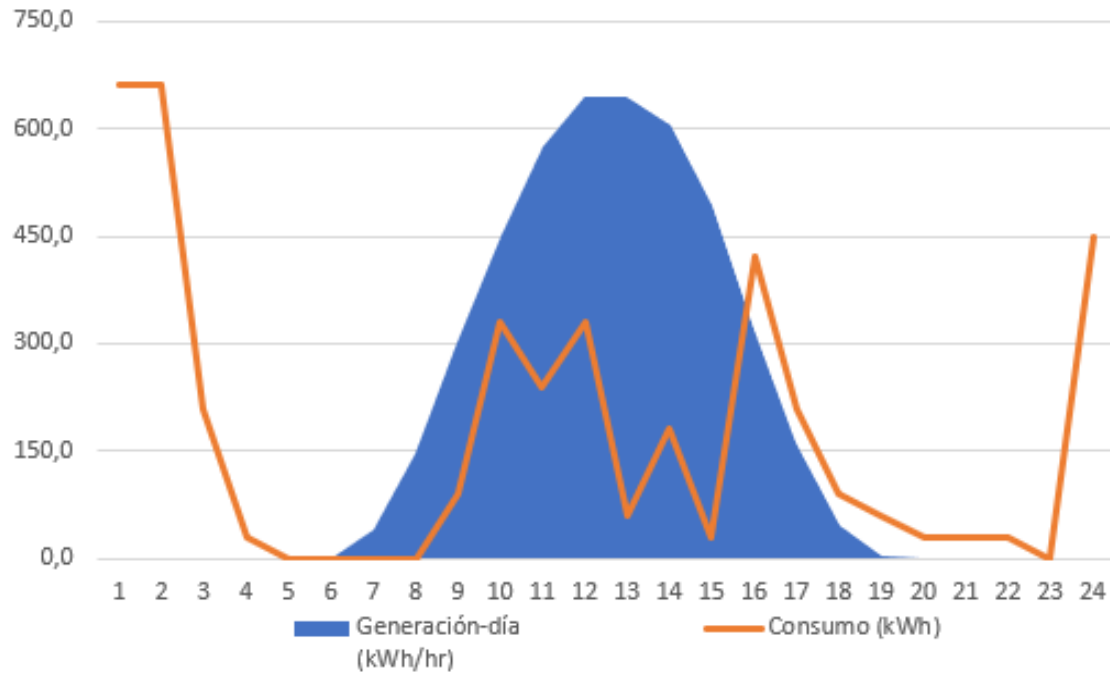
Composición tarifaria



La paridad energética se logra si se produce “el doble” de los kilovatios que se van a consumir.

# Componentes del sistema

## Patios – Energías renovables



Atlas de irradiación solar horaria

Demanda energética

Potencia instalada

Área requerida



# Componentes del sistema

## Inclusión social

Los sistemas de buses eléctricos son un excelente Proyecto para promover la inclusión de género. Algunos pasos claves para iniciar son:

- Realizar grupos focales diseñados para entender las necesidades de las mujeres
- Infraestructura pensada en ambientes mixtos: Baños, salas de descanso, cantinas y salas de lactancia.
- Esquemas flexibles de trabajo
- Planes de carrera, desde aquellas que no tienen licencia hasta la recategorización

### **Beneficios de un programa de mujeres conductoras:**

- Mejorar la atención al usuario (Guadalajara)
- Generar un ambiente laboral diverso
- Pertenencia de las mujeres y sus familias con el sistema
- Oportunidades laborales para las mujeres

Figure 2: Melissa Díaz, La Rolita's driver.



Source: Pedro Bastos, C40 Cities, February 2023.



# Evaluación financiera

Alejandra Achury

Analista técnica

WRI Colombia

# Costo Total de Propiedad

El costo total de propiedad (TCO) es una herramienta metodológica que evalúa los costos totales influenciados por la utilización del vehículo durante su vida útil. La evaluación incluye costos de adquisición, su operación y mantenimiento, y costos de financiamiento del activo.





# Modelos de TCO

- Costo total de propiedad va a ser diferente para cada ruta y ciudad.
- Componentes Importantes:
  - Kilómetros anuales recorridos
  - Precios y consumo de combustible y energía
  - Costos de mantenimiento
  - Inflación y depreciación
  - Tasa de interés
  - Tasa de cambio



## Pay-As-You-Save (PAYS®) for Clean Transport Financial and Impact Assessment Model

### Master and naming conventions

Substantial changes to the model (new functionality, corrections, graphical changes or other major additions) should be made to the Master first whenever possible. Please use the version control box to the right to describe these changes in detail and please add your changes to the version control log. Afterwards, new individual city model versions can be branched off from the latest master for consistency. New development is not recommended in individual city models.

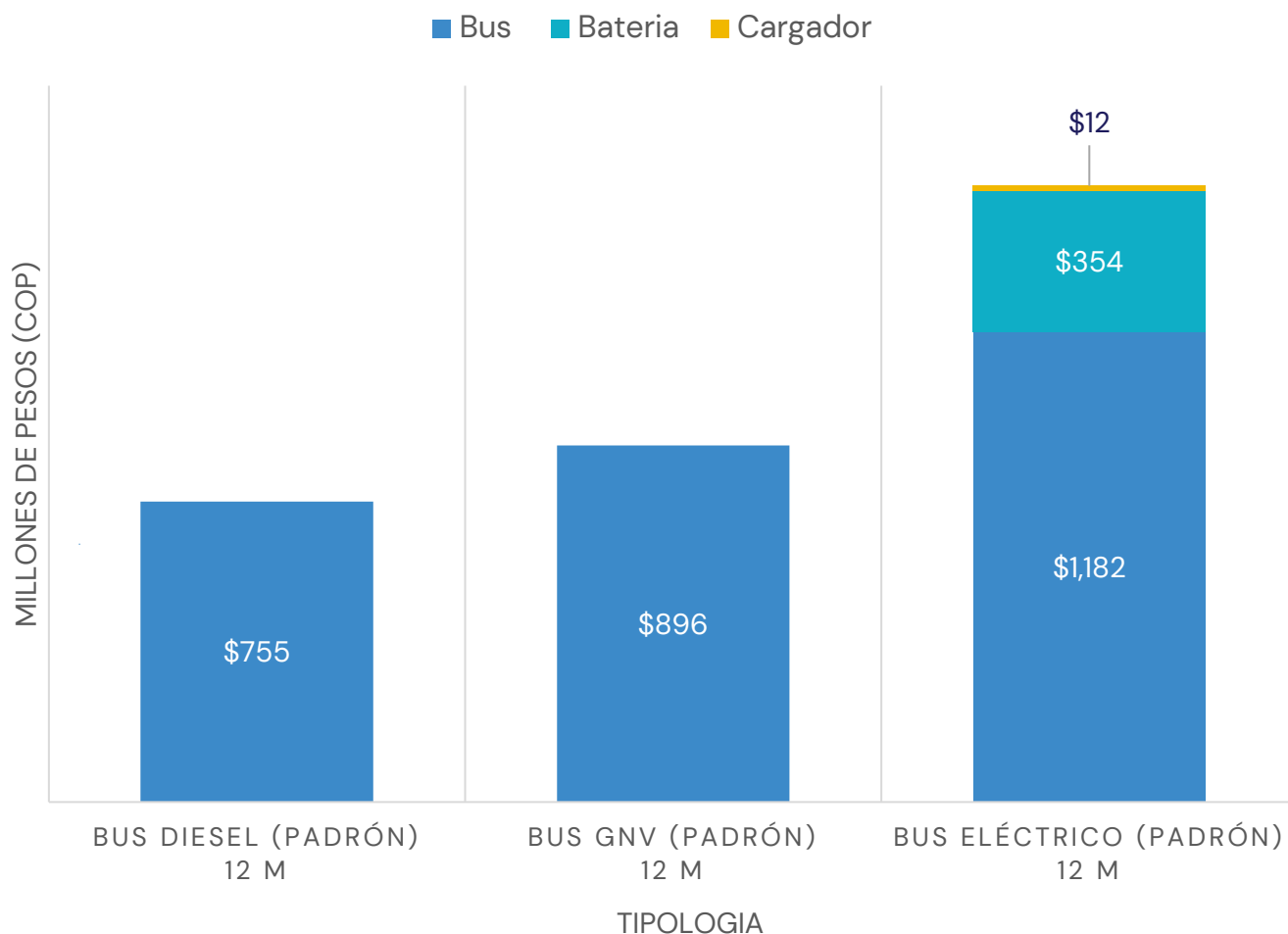
Please use the following format when saving city versions of the model:

CONFIDENTIAL\_PAYS\_MODEL\_MASTER\_v#.#\_CityName\_Summary\_DateUpdated (yyyy-mm-dd)

MODELO TCO						
Indicadores de valores y precios de los factores						
Barranquilla, Noviembre de 2022						
Supuestos iniciales	Bus Diesel (Buselón) 9 m	Bus ONV (Buselón) 9 m	Bus Eléctrico (Buselón) 8,9 m	Bus Diesel (Padrón) 12 m	Bus ONV (Padrón) 12 m	B
Costo de bus nuevo (\$Co/bus)	\$ 377,376,000.00	\$ 471,720,000.00	\$ 626,601,400.00	\$ 754,752,000.00	\$ 896,268,000.00	\$
Costo de Batería nueva (\$Co/bus)	\$0	\$0	\$187,980,420	\$0	\$0	\$0
Costo de revisión (\$Co/bus)	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Equipos de control de flota (\$Co/bus)	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Costo del Cargador (\$Co/unidad)	\$0	\$0	\$24,686,680	\$0	\$0	\$0
Vida útil de los buses (años)	15	15	15	15	15	15
Kilómetros recorridos diarios (km/día/bus) - promedio	167.0	167.0	167.0			
Kilómetros recorridos al año (km/año/bus) - promedio	51,436	51,436	51,436			
<b>Diesel</b>						
Consumo de combustible Diésel - litros (km/L)	2.65	N/A	N/A	1.32	N/A	N/A
Consumo de combustible Diésel - kilómetros recorridos x galón	10.00	N/A	N/A	5.00	N/A	N/A
Valor Diésel - litro Barranquilla(Co\$/L)	2,450.31	N/A	N/A	2,450.31	N/A	N/A
Costo combustible por km	790.00	N/A	N/A	1854.88	N/A	N/A
Valor galón diésel (%)	9,274.41	N/A	N/A	9274.41	N/A	N/A
Costo mantenimiento Vehículo Diésel (Co\$/km)	790.00	N/A	N/A	840.00	N/A	N/A
<b>Gas Natural Vehicular</b>						

# CAPEX: Costos de Inversion

## CAPEX PADRON 12 METROS

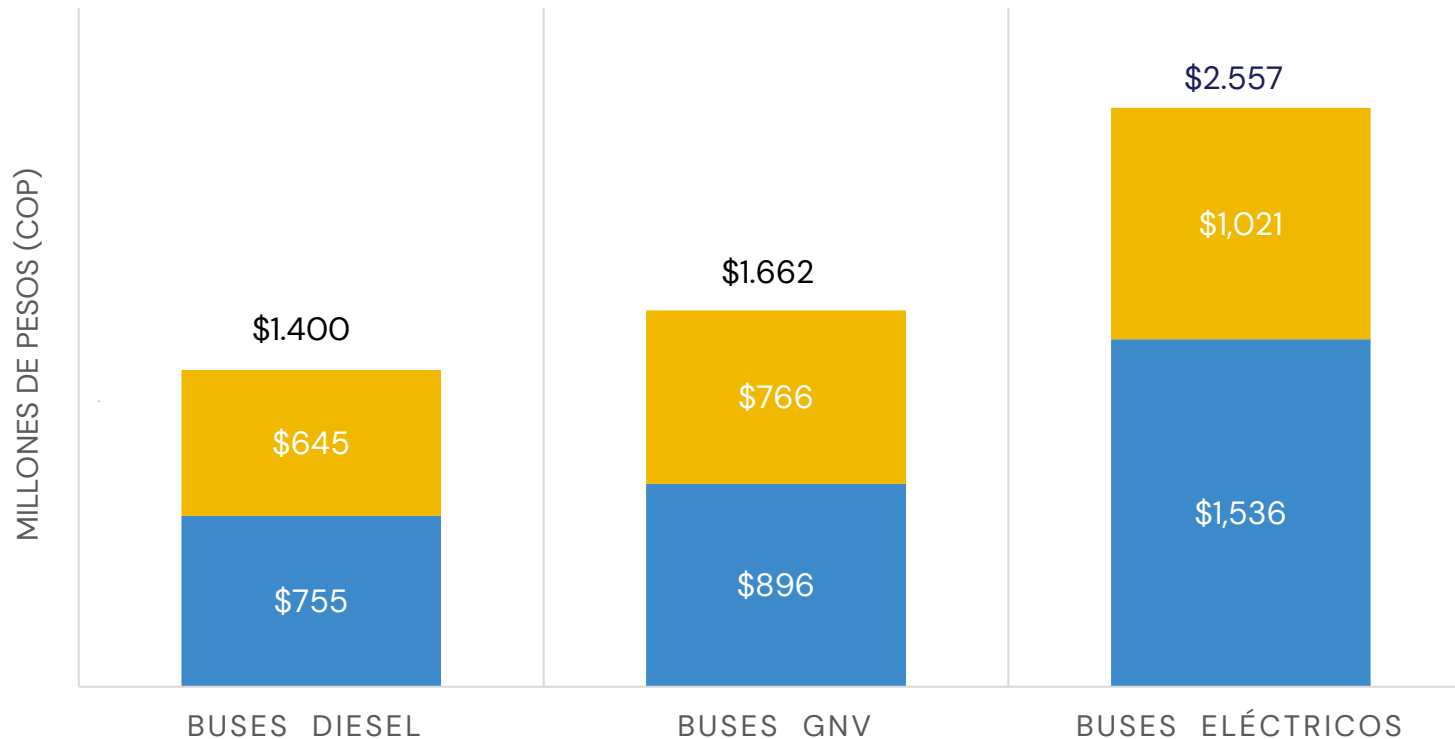


- Costos de inversión de bus eléctrico puede ser 2 veces el costo de un bus diésel.
- Costos de bus eléctrico incluye cargadores y remplazo de batería.
- Se espera el costo de baterías baje en los próximos años
- La tasa de cambio influye los costos finales de inversión.

# FINEX: Costos de Financiamiento

## COSTO DE INVERSION Y FINANCIEROS

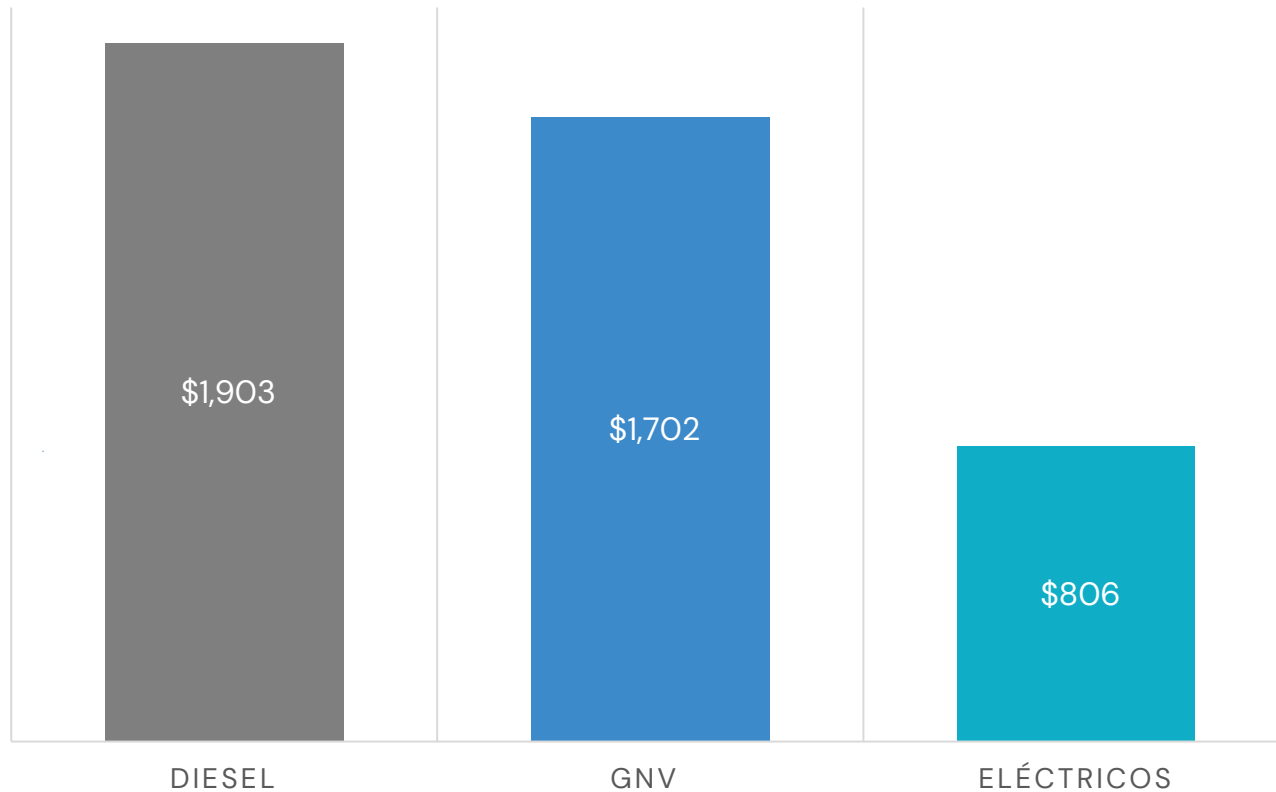
■ CAPEX ■ FINEX



- Tasa de interés comercial de 19% E.A.
- Alternativas financieras para proyectos de electromovilidad a través de gobierno nacional y banca de desarrollo y multilaterales pueden reducir costos de financiamiento.

## OPEX: Costos de Combustible

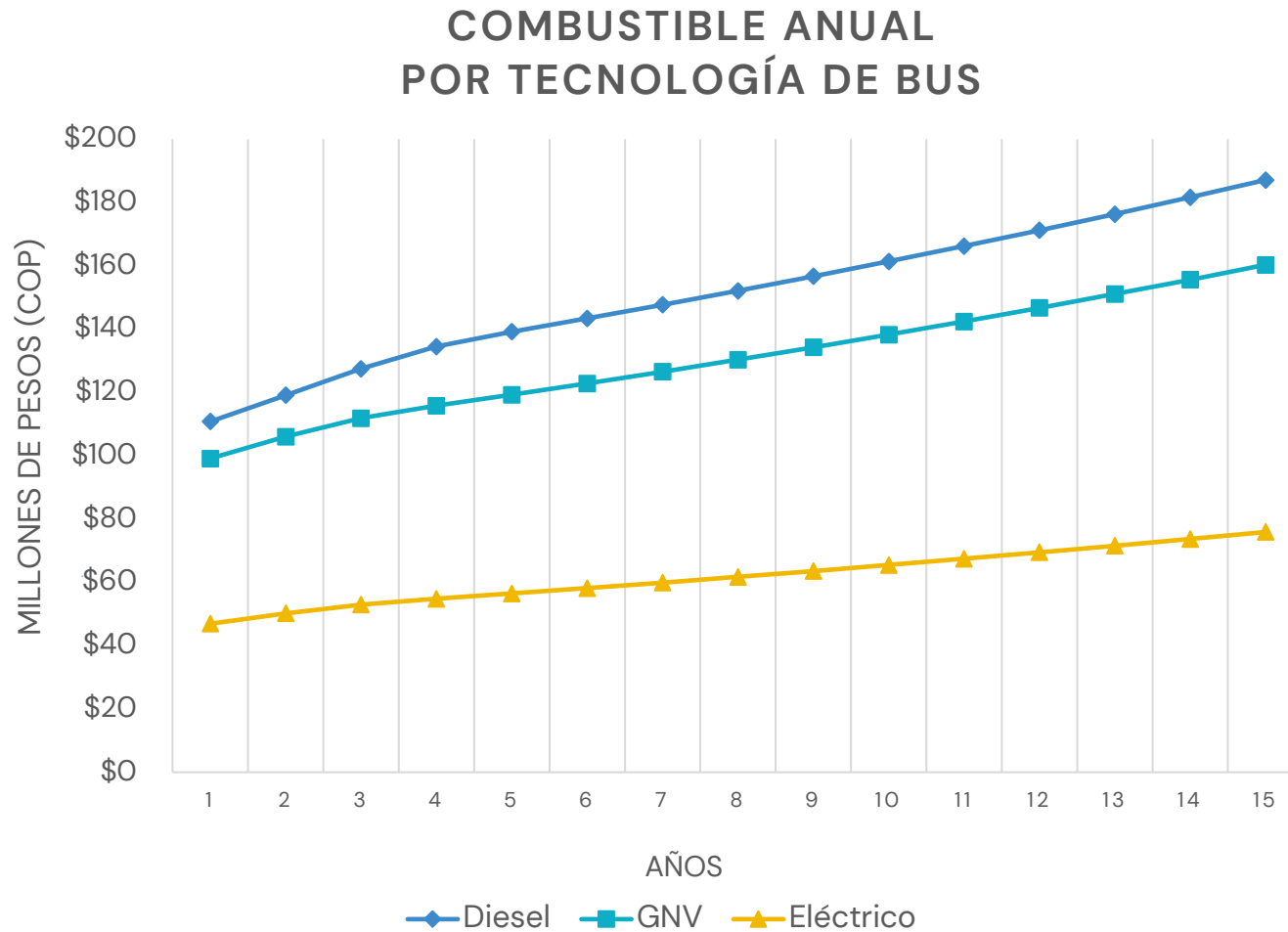
COSTO COMBUSTIBLE  
POR KILOMETRO BUS PADRON



- Bus eléctrico reduce costo por kilómetro en más del 50% comparado a bus diésel o GNV.
- Tarifa energética puede reducirse dependiendo de acuerdo de compra con empresa de energía.
- Precios de combustibles sugestos a ubicación, choques económicos y cambios en subsidios.



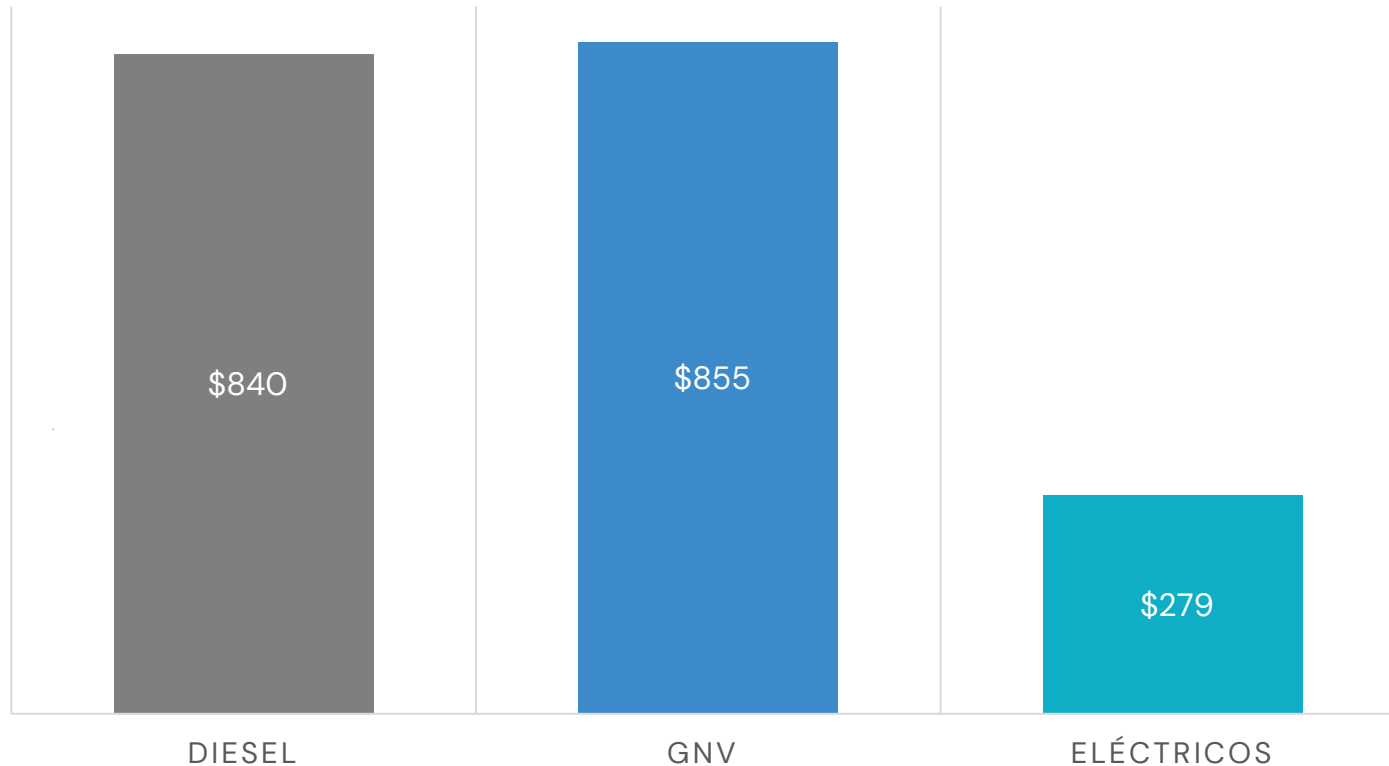
# OPEX: Costos de Combustible



- Costos de combustible reducidos entre 52% y 57%, comparado con GNV y diésel, durante el primer año de operación.
- Estimaciones de ahorros depende de expectativas inflacionarias.

## OPEX: Costos de Mantenimiento

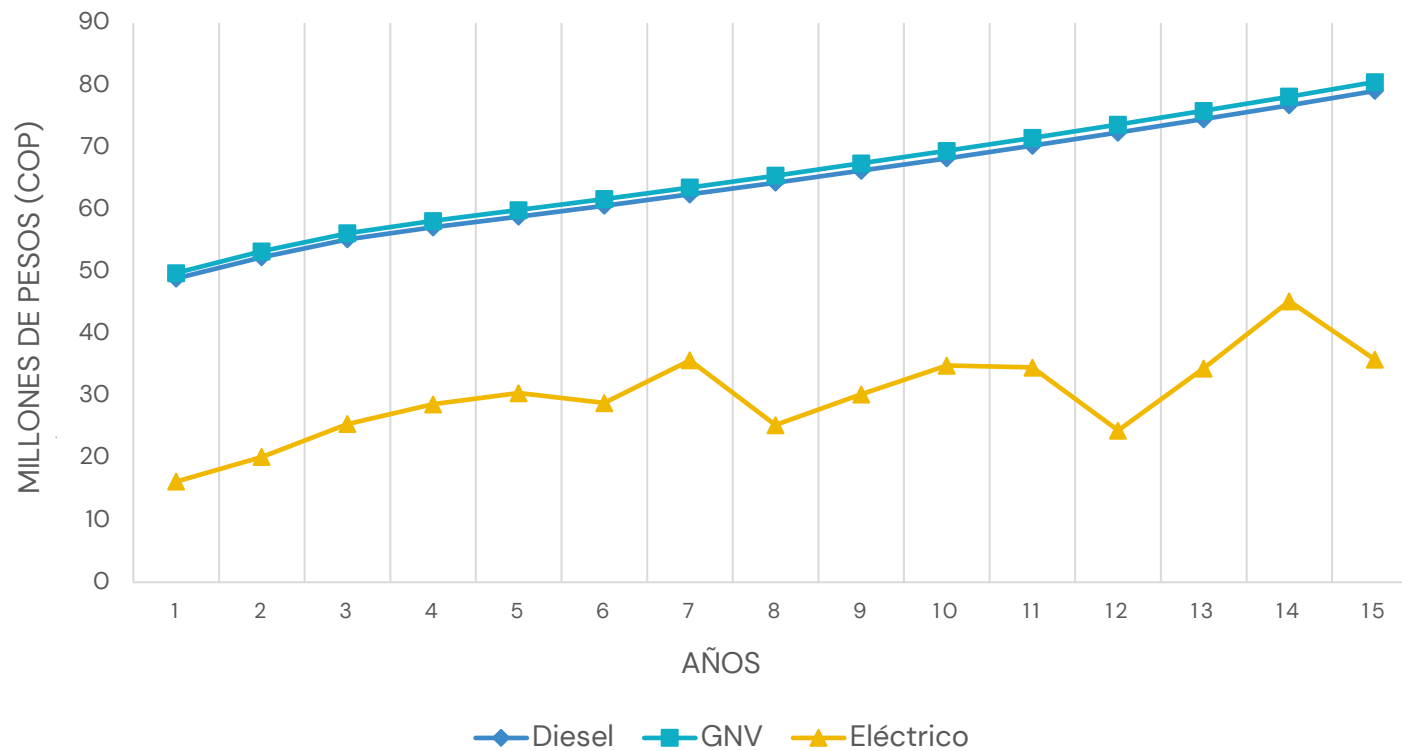
COSTO MANTENIMIENTO POR KILOMETRO BUS  
PADRON



- Los buses eléctricos tienen menos componentes mecánicos, asimismo, requiriendo menos mantenimiento y reduciendo el costo por kilometro
- Estimaciones basadas en el tipo de bus y fabricante.

# OPEX: Costos de Mantenimiento

## MANTENIMIENTO ANUAL TECNOLOGÍAS DE BUS

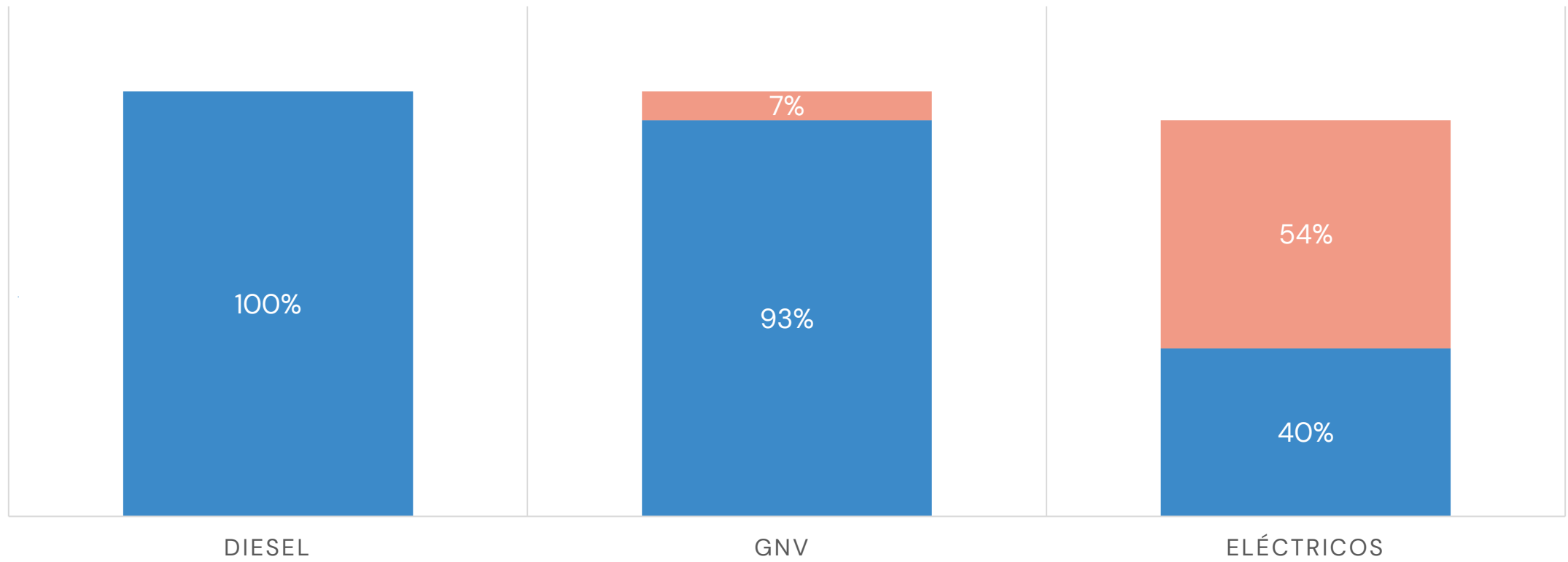


- Costos de mantenimiento reducidos en 66%, comparado con bus diésel.
- Estimaciones basadas en costo por kilómetro e inflación.

# OPEX: Ahorros Operacionales

## AHORROS OPERACIONALES AÑO 1

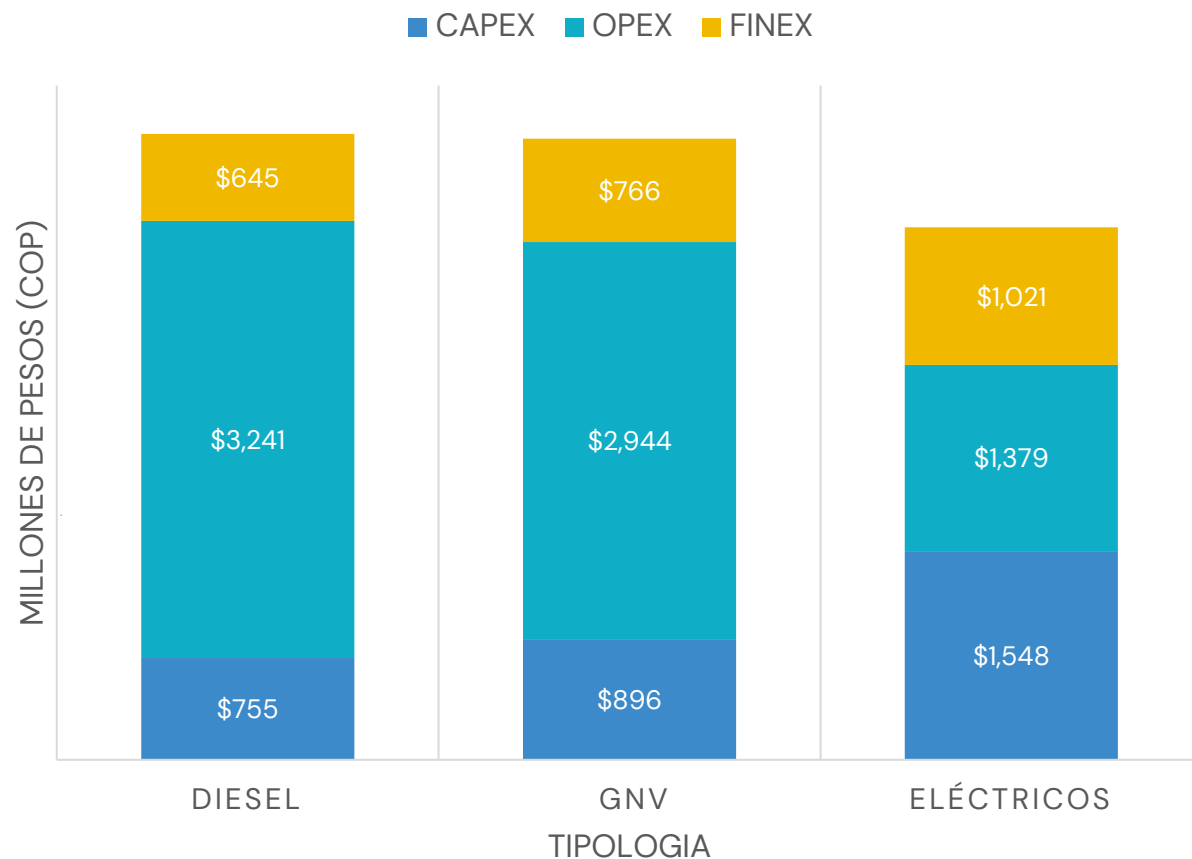
■ OPEX ■ AHORROS





# Conclusiones

## COSTO TOTAL DE PROPIEDAD



- El costo total de propiedad permite analizar los costos y ahorros a lo largo de la vida útil
- Alto costo de inversión de buses eléctricos se recupera a través de ahorros operacionales
- Alternativas de financiamiento puede reducir costos.



# Preguntas de los asistentes



tumi



# Otros espacios de intercambio de ideas

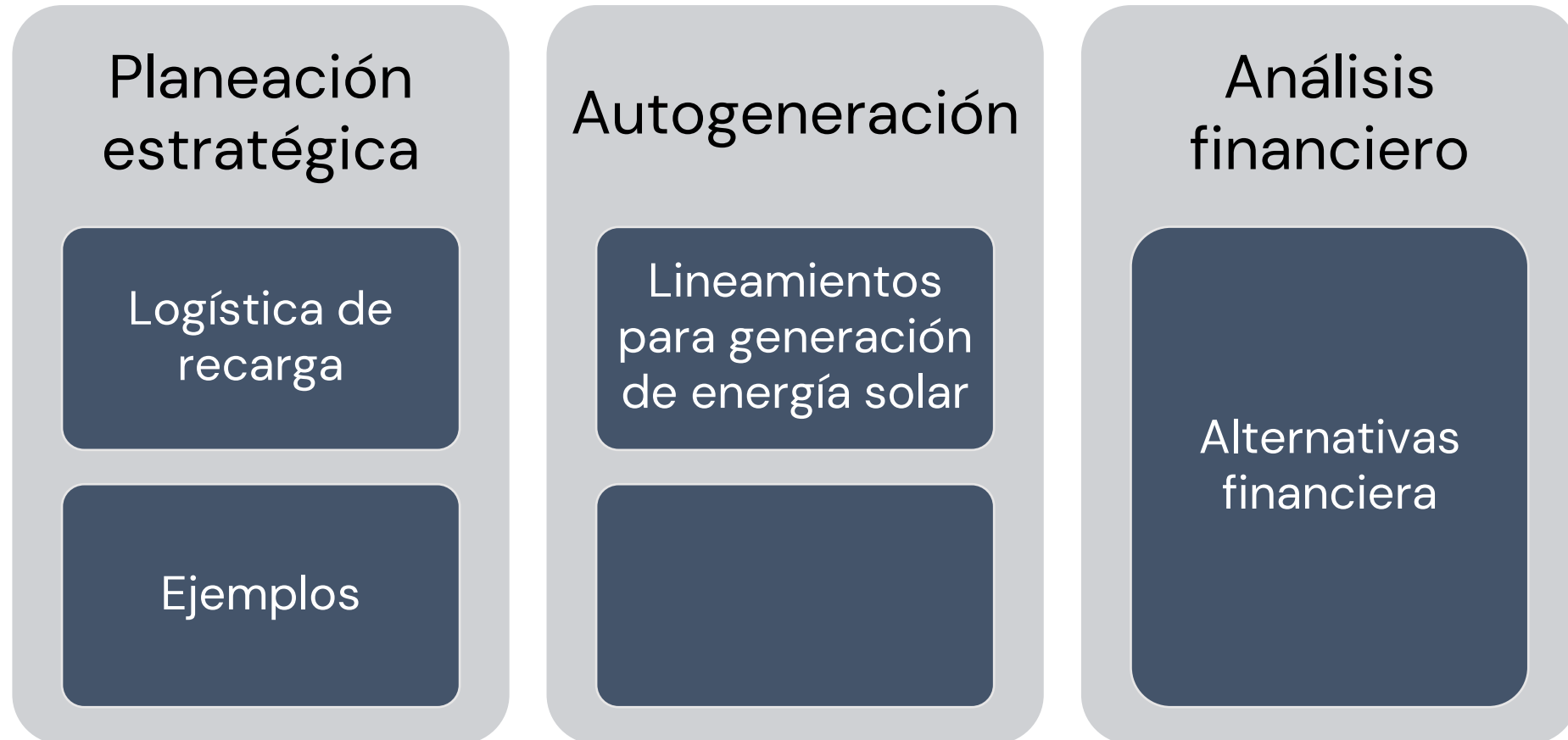


tumi

## Webinario parte 2:

Profundización en planeación estratégica y alternativas financieras y TCO

Viernes 19 de abril, 11:00 A.M. a 12:30 P.M.





# Plataforma por la electromovilidad 2024

- Es un espacio para impulsar la conformación de actores clave comprometidos con la implantación de vehículos eléctricos en los sistemas de transporte público.
- Pueden hacer un pre-registro en el [siguiente link](#):



# Infografía – Transforme su ciudad con transporte limpio: Implementación de buses eléctricos

- Abarca las ventajas de implementar buses eléctricos en las ciudades y los lineamientos del proceso de implementación y masificación de buses eléctricos. Se puede descargar [aquí](#)



**Transforme su ciudad con TRANSPORTE LIMPIO: IMPLEMENTACIÓN DE BUSES ELÉCTRICOS**

Los buses eléctricos ya son una realidad en Colombia. Estos vehículos cero emisiones ayudan a mejorar la calidad de vida, disminuyen la contaminación y reducen las enfermedades respiratorias en los habitantes de las ciudades. En esta era de la revolución urbana, es hora de impulsar proyectos que cuiden nuestra planeta y el medio ambiente urbano!

### Ventajas de electrificar el transporte público urbano

- Mejora del entorno con menos ruido:** Los buses eléctricos son más silenciosos que los buses convencionales, por lo que las ciudades se vuelven más saludables y atractivas para sus habitantes.
- Los costos operativos son menores:** El costo por kilómetro recorrido es aproximadamente la mitad que el de un bus a diesel y que incluso se reduce a su mitad si se usan energías renovables.
- Disminuye el riesgo de enfermedades respiratorias:** Actualmente en Colombia se utilizan combustibles que contribuyen a la contaminación del aire, los buses eléctricos disminuyen la exposición de los ciudadanos a contaminantes atmosféricos, lo que reduce el riesgo de sufrir enfermedades respiratorias.
- Mejoran la imagen de la ciudad y la administración:** El uso de los vehículos eléctricos reduce la contaminación del aire. La administración pública puede mostrar su compromiso con la sostenibilidad y el medio ambiente.
- Reducen la contaminación ambiental y combaten el cambio climático:** Al no generar emisiones directas, se disminuye la contaminación del aire en entornos urbanos y reduce la huella de carbono de los conductores al usar energías renovables.
- Los gases pueden ser capturados:** Los gases pueden ser capturados en una planta de captura y almacenamiento de carbono, y la electricidad puede ser generada en una planta de energía renovable.
- Se más ciudades:** Los viajes son más silenciosos y rápidos, los buses eléctricos son más saludables y pueden operar en áreas más saludables.

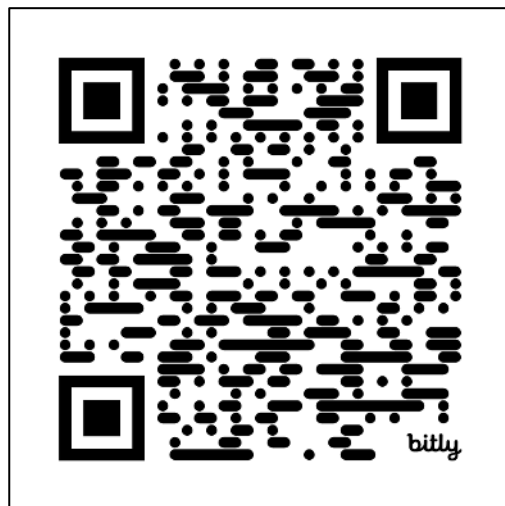
### Ruta de estructuración e implementación de buses eléctricos en Colombia

- Estructura de gobernanza y definición de oportunidad:** Crear un marco de trabajo estratégico, establecer los objetivos, roles y responsabilidades del equipo, definir la estructura de gobernanza y el modelo de negocio, y definir la oportunidad pública que se va a desarrollar.
- Estudio de factibilidad:** Crear un flujo de trabajo, definir el alcance del estudio, realizar el estudio de factibilidad, definir el modelo de negocio, y definir la oportunidad pública que se va a desarrollar.
- Definición de modelo de negocio y fuentes de financiación:** Evaluar la oportunidad de inversión, definir el modelo de negocio, definir la estructura de gobernanza y el modelo de negocio, y definir la oportunidad pública que se va a desarrollar.
- Estudios de factibilidad y estructuración:** Crear un flujo de trabajo, definir el alcance del estudio, realizar el estudio de factibilidad, definir el modelo de negocio, y definir la oportunidad pública que se va a desarrollar.
- Diseño detallado de vehículos, pabellón y electrolinera:** Definir los requisitos técnicos de los vehículos y de la electrolinera, definir los requisitos técnicos de los pabellones y de los sistemas de energía, y definir la oportunidad pública que se va a desarrollar.
- Contratación e implementación de pabellón y BMS:** Definir los requisitos técnicos de los pabellones y de los sistemas de energía, y definir la oportunidad pública que se va a desarrollar.
- Manejo del proyecto:** Crear un flujo de trabajo, definir el alcance del estudio, realizar el estudio de factibilidad, definir el modelo de negocio, y definir la oportunidad pública que se va a desarrollar.
- Operación:** Crear un flujo de trabajo, definir el alcance del estudio, realizar el estudio de factibilidad, definir el modelo de negocio, y definir la oportunidad pública que se va a desarrollar.

# Nuestras redes sociales de WRI



wri.colombia



@WRIColombia





# Gracias

---

- Daniel Cano [Daniel.cano@wri.org](mailto:Daniel.cano@wri.org)
- Rafael Muñoz [Rafael.munoz@wri.org](mailto:Rafael.munoz@wri.org)
- Alejandra Achury [Mariaalejandra.achury@wri.org](mailto:Mariaalejandra.achury@wri.org)
- Sandra Meneses [Sandra.meneses@wri.org](mailto:Sandra.meneses@wri.org)