



Avances de la Electromovilidad y Desafíos en Paraguay

Oportunidades para el despliegue de la electromovilidad en
LATAM: Experiencia de Chile en Contexto

Sebastián Galarza, Director Ejecutivo CMS

22/03/2023
Asunción, Paraguay

Proyectos de **electromovilidad**: ejecutados y en desarrollo

2011-2012 Oportunidades para el desarrollo de la movilidad eléctrica en Santiago: una propuesta para el sistema de transporte público
Chilectra (ENEL)

2016-2017 Oportunidades para la movilidad eléctrica en América Latina
UN Environment, Euroclima

2017-2022 Zero Emissions Bus Rapid-deployment Accelerator (ZEBRA) initiative
ICCT, C-40

2018-2019 Recomendaciones para licitar buses eléctricos en Santiago
IADB GFEI MTT/ DTPM

2014-2016 Etiquetado de eficiencia energética para buses urbanos
Chilectra (ENEL) MTT/3CV



2020-2021 Asistencia técnica para el análisis y evaluación de implementación de flota eléctrica en el transporte público del centro histórico de la Ciudad de Panamá
BID/MiBus, Panamá

2014-2017 AMF Sustainable Bus System Annex 53-1
En colaboración con VTT (Finland) y MTT Chile

2016-2019 Consorcio privado para la promoción de la movilidad eléctrica en el transporte público
Enel SOFOFA MTT CORFO

2019-2020 Hoja de ruta para adopción de movilidad eléctrica en vehículos y maquinarias de las compañías del grupo
AMSA



2017-2018 Requisitos de licitación de buses eléctricos para Costa Rica y evaluación de propuestas
GIZ

2019-2022 GEF7 Programa Global de Movilidad Eléctrica financiado por el Global Environmental Facility
UN Environment, IEA

2014-2021 MOVE LATAM, Plataforma de electromovilidad
UN Environment, Euroclima

2017-2018 Análisis de factibilidad técnica de escalabilidad de buses eléctricos en San José, Costa Rica
ICCT UN Environment

2019-2021 Urban Electric Mobility Solution +
Unión Europea



Proyectos de **electromovilidad**: ejecutados y en desarrollo

2020-2021 Recomendaciones para patios de buses eléctricos en Guadalajara, Monterrey y Hermosillo, México
GIZ

2020 Hoja de ruta para la adopción de la electromovilidad en todas las compañías del grupo
CMPC

2021-2022 Estudios de factibilidad de adopción de camiones de extracción eléctricos con carga de oportunidad
VTT

2020-2021 Apoyo a la incorporación de vehículos eléctricos en los servicios de transporte de personas a licitar en las regiones de la Araucanía y Biobío
CMPC



2021-2022 Estudio de factibilidad de operación de camiones eléctricos
CMPC

2020-2021 Plan para la electrificación del transporte público de la Región de los Ríos
Gobierno de la Región de los Ríos

2021 Electromovilidad para una minería sin emisiones
GIZ

2021 Centro Nacional de Electromovilidad CORFO en consorcio con Universidad de Chile y Agencia de Sostenibilidad Energética
AMSA

2020-2021 Consultoría para el entendimiento, la planificación e implementación de la movilidad eléctrica en el Sistema de Transporte Público de Santiago de Cali
Inter-American Development Bank/METROCALI

2021 Estudios de factibilidad de maquinaria forestal híbrida
CMPC



2021 Proyecto piloto de montacargas eléctrico
CMPC

2021 Apoyo a la incorporación de vehículos eléctricos en los servicios de transporte de personas en dos compañías - Apoyo a la implementación de la HdR de electromovilidad
AMSA



Proyectos Ejecutados

- **BID - Panamá:** Programa de reconversión urbana, modernización del transporte público metropolitano y oficinas de gobierno. **C-RG-T3078-P015.**
- **BID - Panamá:** Asistencia Técnica para desarrollar la hoja de ruta para el financiamiento de flota eléctrica para el sistema MiBus en la Ciudad de Panamá. **RG-T3539-P005.**
- **BID - Republica Dominicana:** Consultoría para la asistencia técnica en planeación y operación de transporte público al Gobierno de la República Dominicana en la implementación de proyectos de flotas eléctricas del sistema integrado de transporte público (SITP) urbano en Santo Domingo. **C-RG-T3078-P017.**
- **BID - Chile:** Programa de reconversión urbana, modernización del transporte público metropolitano y oficinas de gobierno. **C-RG-T3078-P005.**
- **BID - Colombia (Cali):** Consultoría para el entendimiento, la planeación e implementación de la movilidad eléctrica en el sistema de transporte público de Santiago de Cali MIO. **C-RG-T3078-P011.**

A virtual simulation of a bus depot. The scene shows a long, covered parking area with a white, truss-like structural canopy supported by white pillars. Several red and white buses are parked in a row on the right side of the area. The ground is paved and has yellow markings. The sky is clear and blue. The overall appearance is that of a high-quality 3D architectural rendering.

Metodologías y Pilotaje Virtual

Como empezar a pensar en la electrificación de una flota de vehículos institucionales

¿Cuáles son los planes de reemplazo de mis flotas?

Vida útil de la tecnología, próximas licitaciones

¿Cuáles son mis objetivos?

Sustentabilidad, neutralidad, electromovilidad

¿Qué tecnología esta actualmente disponible?

Tecnología disponible vs planes de reemplazo



¿Cuáles son los análisis que tengo que realizar?

Distancias origen-destino - patrones
Demanda energética - ciclos de operación
Diferencial de costos

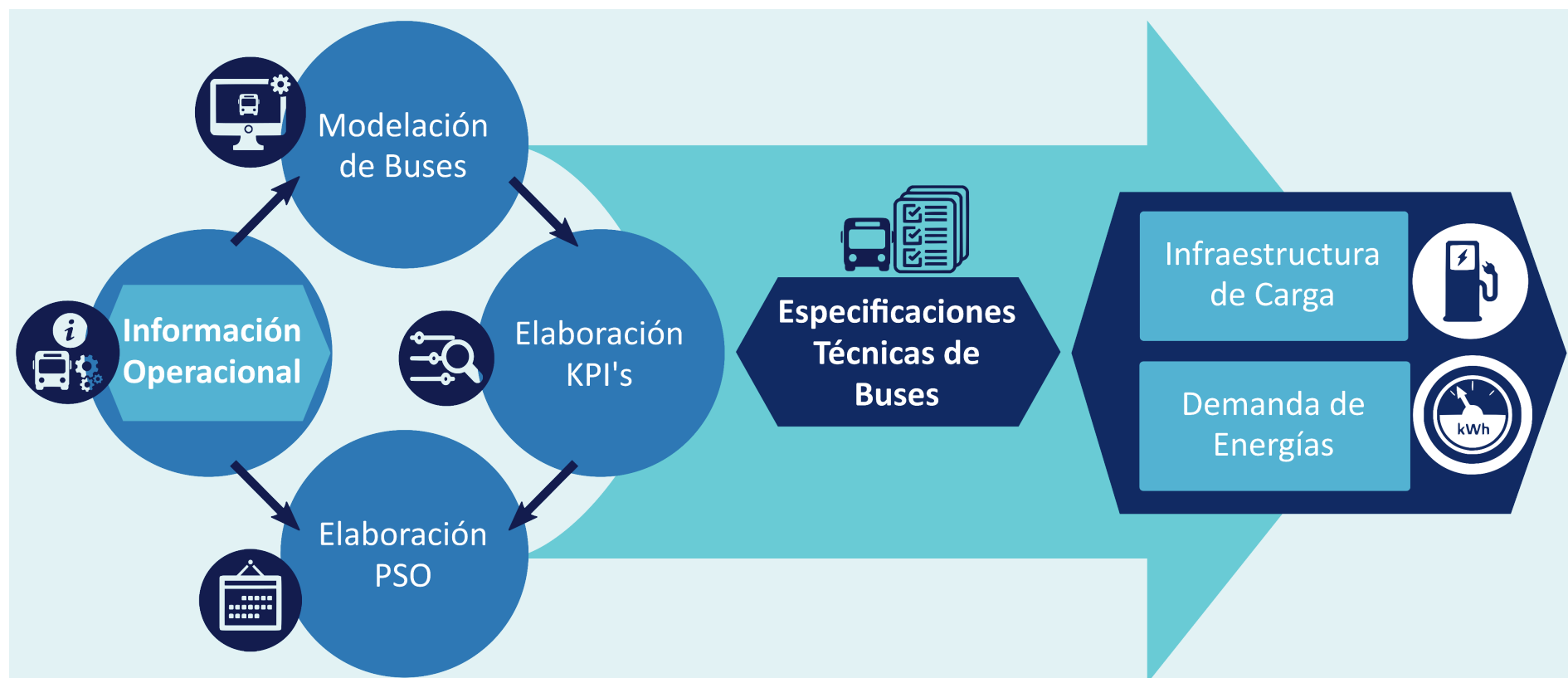
¿Los altos mandos están dispuestos al cambio tecnológico?

Empuje corporativo - cambio en el modelo de negocio y la forma de operar

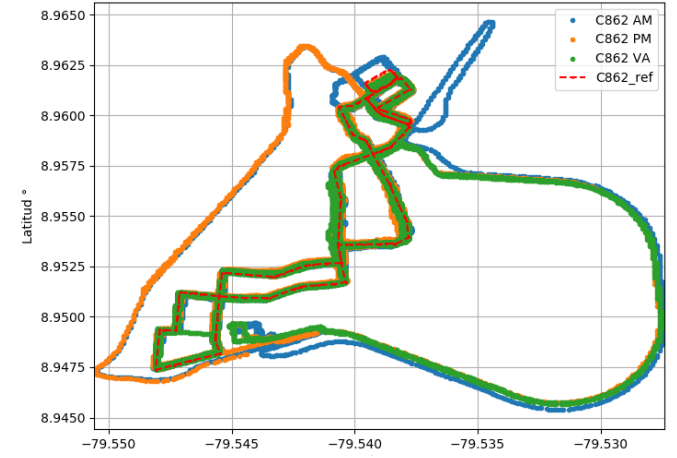
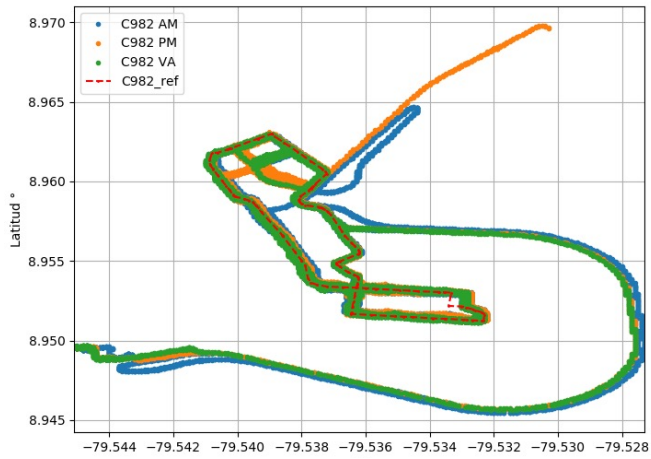
¿Qué capacidades técnicas se requieren?

Creación de nuevos roles

Resumen de Metodología: Factibilidad de Electrificación de Servicios de Transporte



Rutas de referencia a estudiar y Datos GPS crudos



Pilotos de buses eléctricos pueden después validar y recalibrar las modelaciones antes de su despliegue



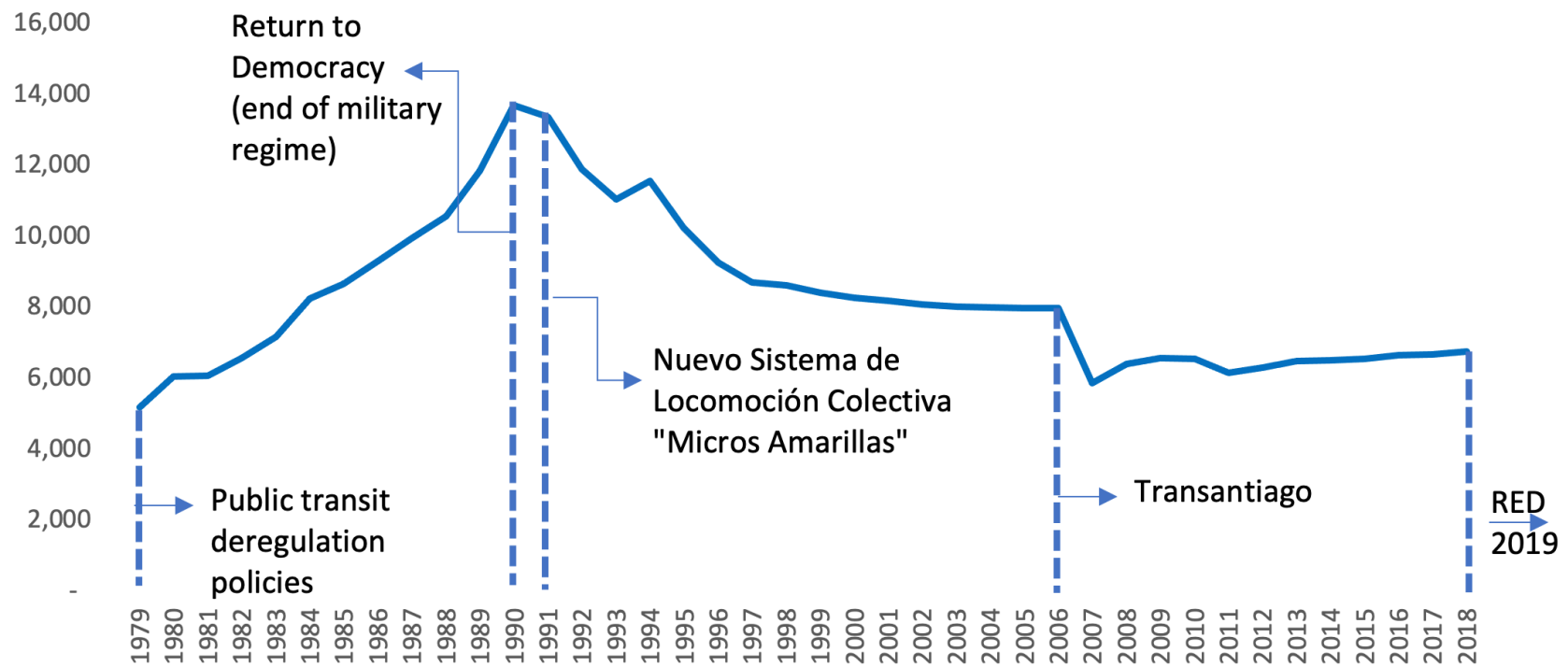
A group of people, many wearing high-visibility yellow vests, are gathered around a red and white bus at a station. The bus has "PFVJ 25" and "STP SANTIAGO" visible on its side. The station has a large, modern metal structure overhead. The text "Caso: Transporte Público de Santiago de Chile" is overlaid on the image.

Caso: Transporte Público de Santiago de Chile

El sistema de transporte público de Santiago de Chile ha sufrido cambios significativos en el último medio siglo



La (des)regulación ha tenido un impacto considerable en la calidad del servicio (y el tamaño de la flota)

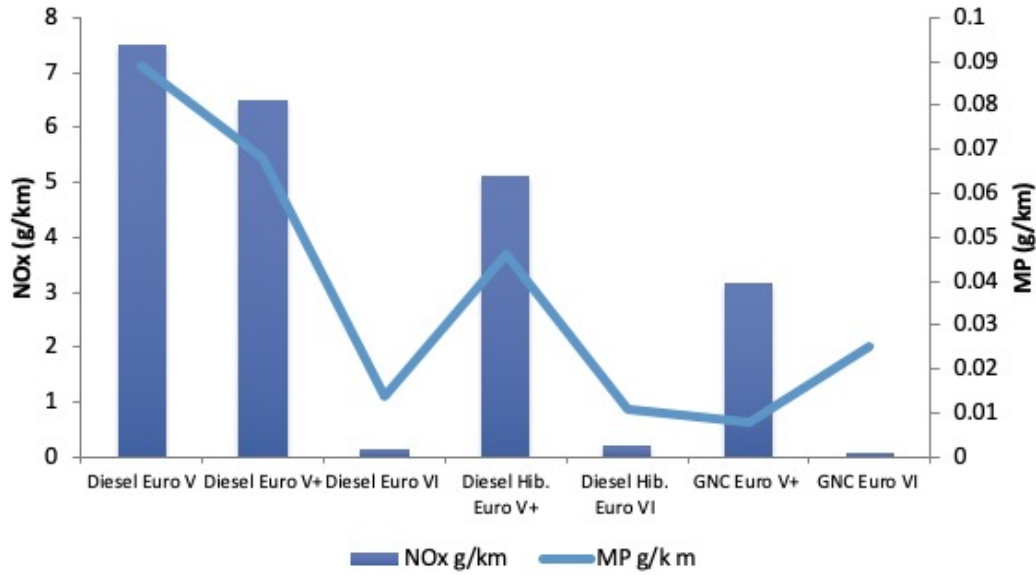
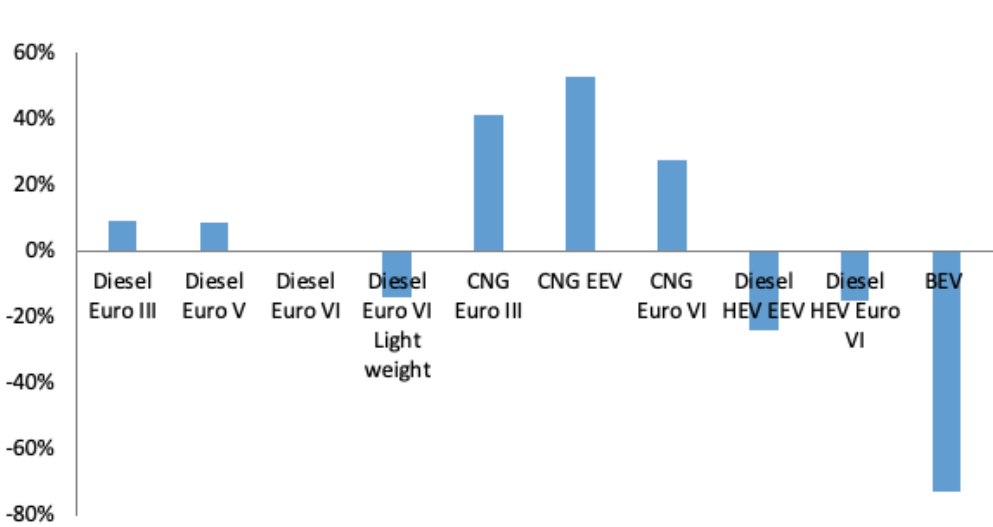


Chile se ha enfocado en el transporte público para implementar tecnologías vehiculares más limpias

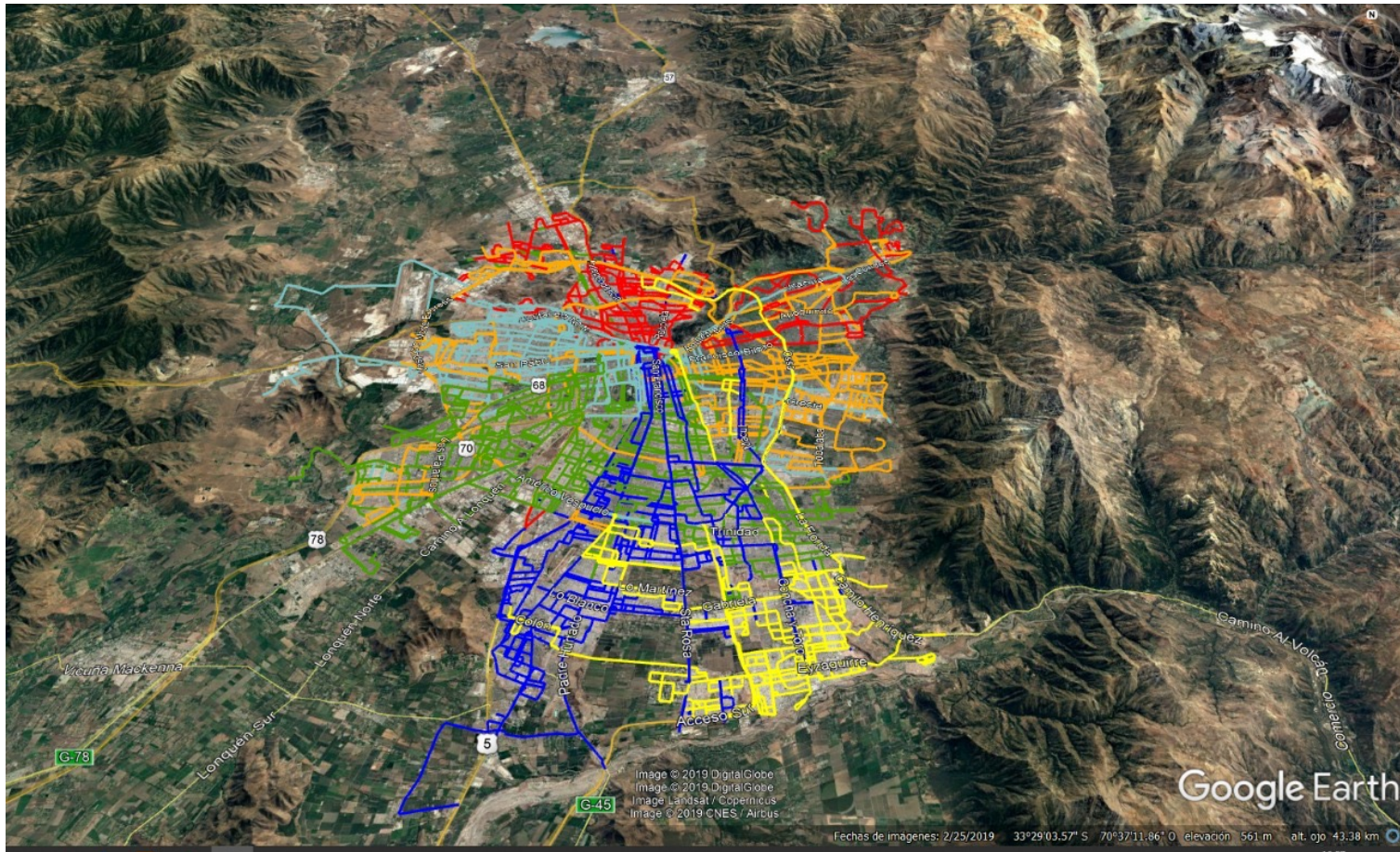


Año	Contenido de Azufre (PPM)	Estandár de Emisión (Norm D.S.130/94 MTT)
1990	5000	N/A
1994	3000	N/A
1997	1000	N/A
2002	300	Euro III/EPA 98
2006	50	Euro III Advanced / EPA 98
2010	50	Euro III Advanced + DPF / EPA 98 + DPF
2012	15	Euro V / EPA 2004 + DPF
2016	15	Euro V / EPA 2007 + DPF
2018	15	Euro VI / EPA 2010

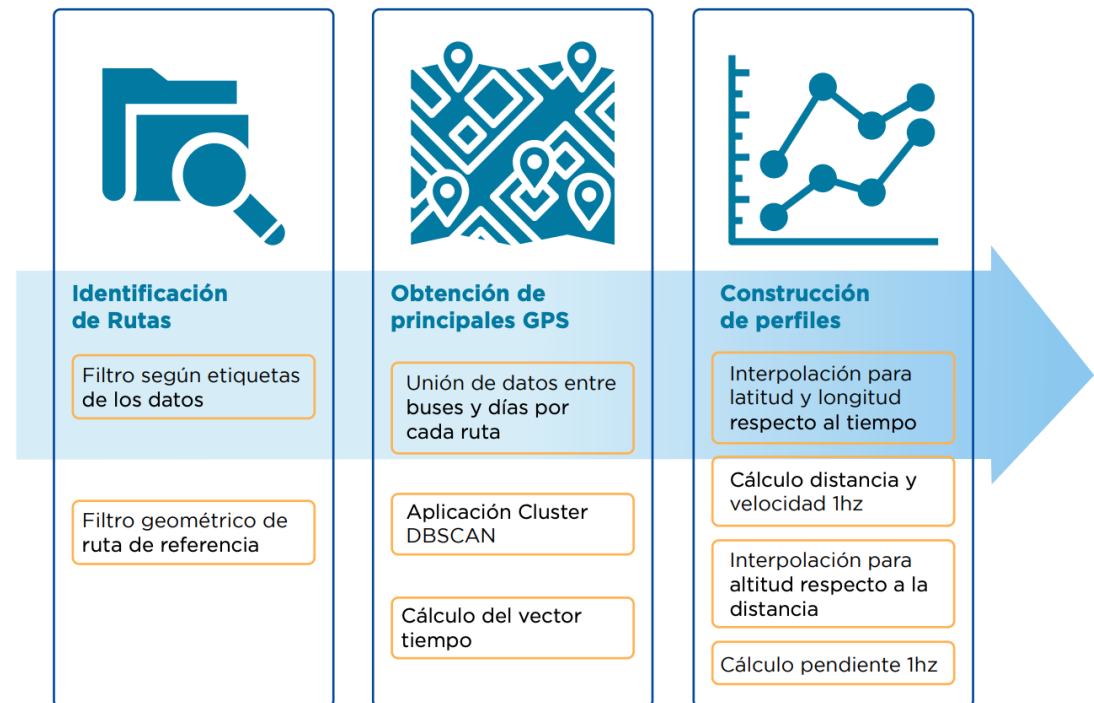
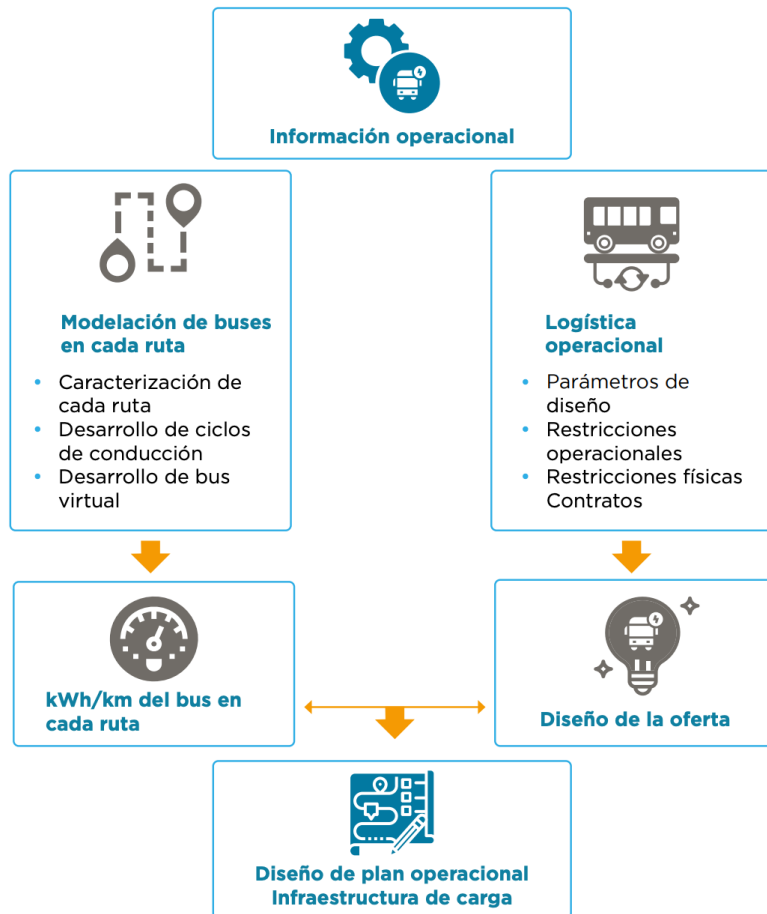
Consumo de energía y emisiones de NOx y MP2.5 para distintas tecnologías vehiculares (VTT 2016)



Santiago: 7.3 M personas, ~6,600 buses, ~400 rutas, ~11 mil paradas, 3.3M de pasajeros diarios vs 2.7M en Metro

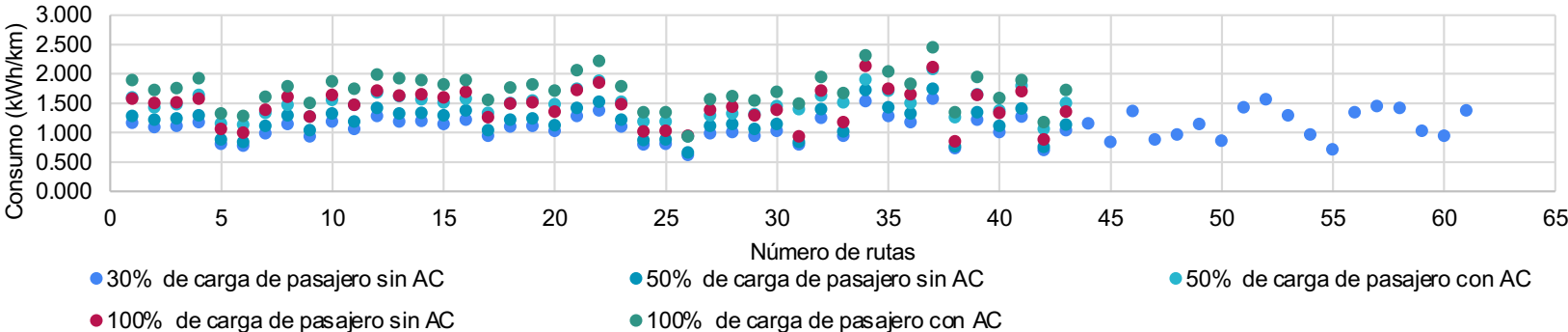


Metodología para diseño de plan operacional y construcción de perfiles de velocidad



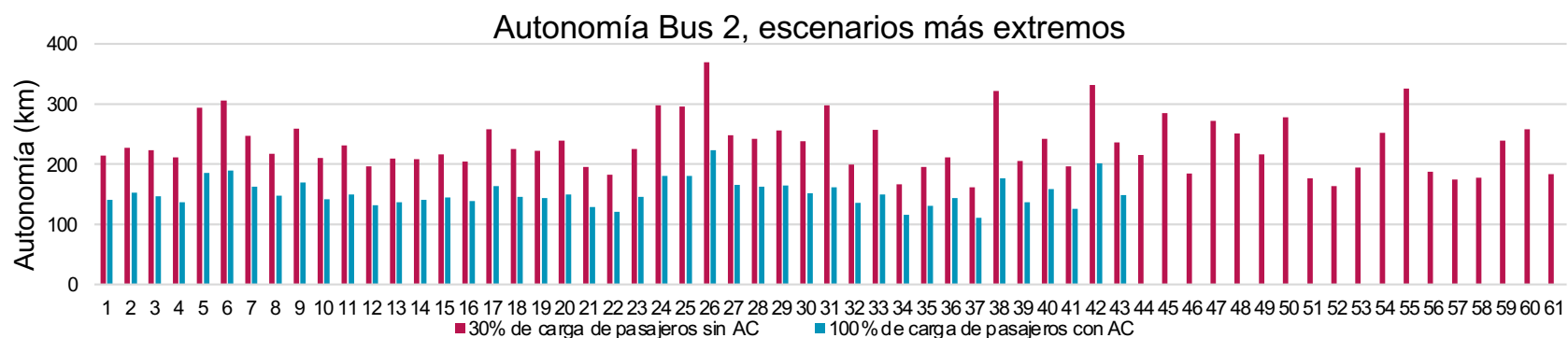
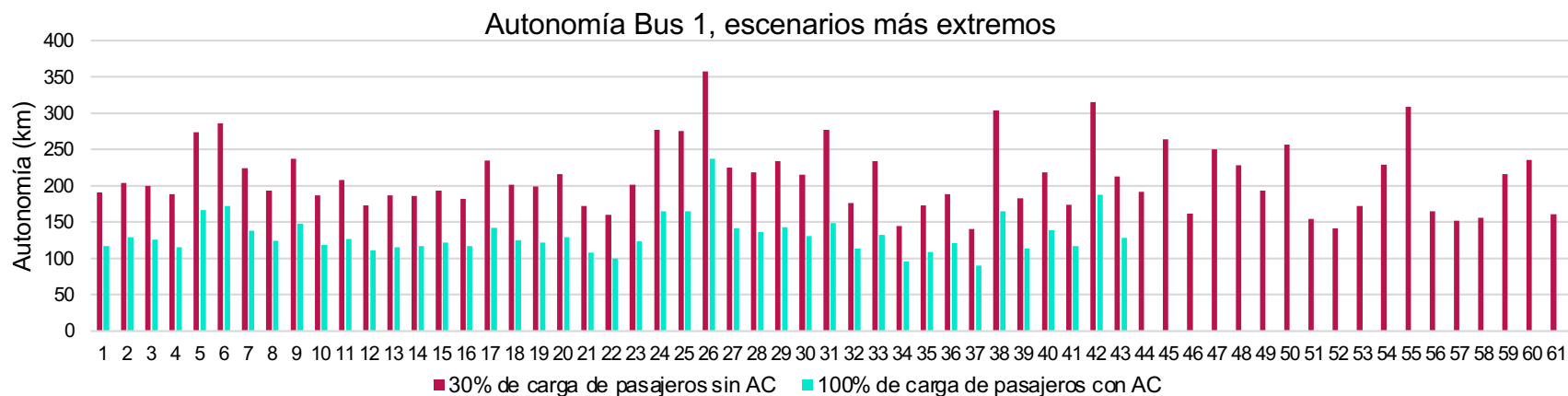
Fuente: Elaboración propia

Resultados muestran impacto de servicios AUX es mayo a la carga de pasajeros



Escenario	Consumo (kWh/km)	
	Bus 1	Bus 2
30% load w/out AC	1,097	1,151
50% load w/out AC	1,189	1,217
50% load with AC	1,479	1,507
100% load w/out AC	1,450	1,450
100% load with AC	1,729	1,739

Autonomía por carga de buses homologados para el mercado chileno (277kWh & 324 kW)

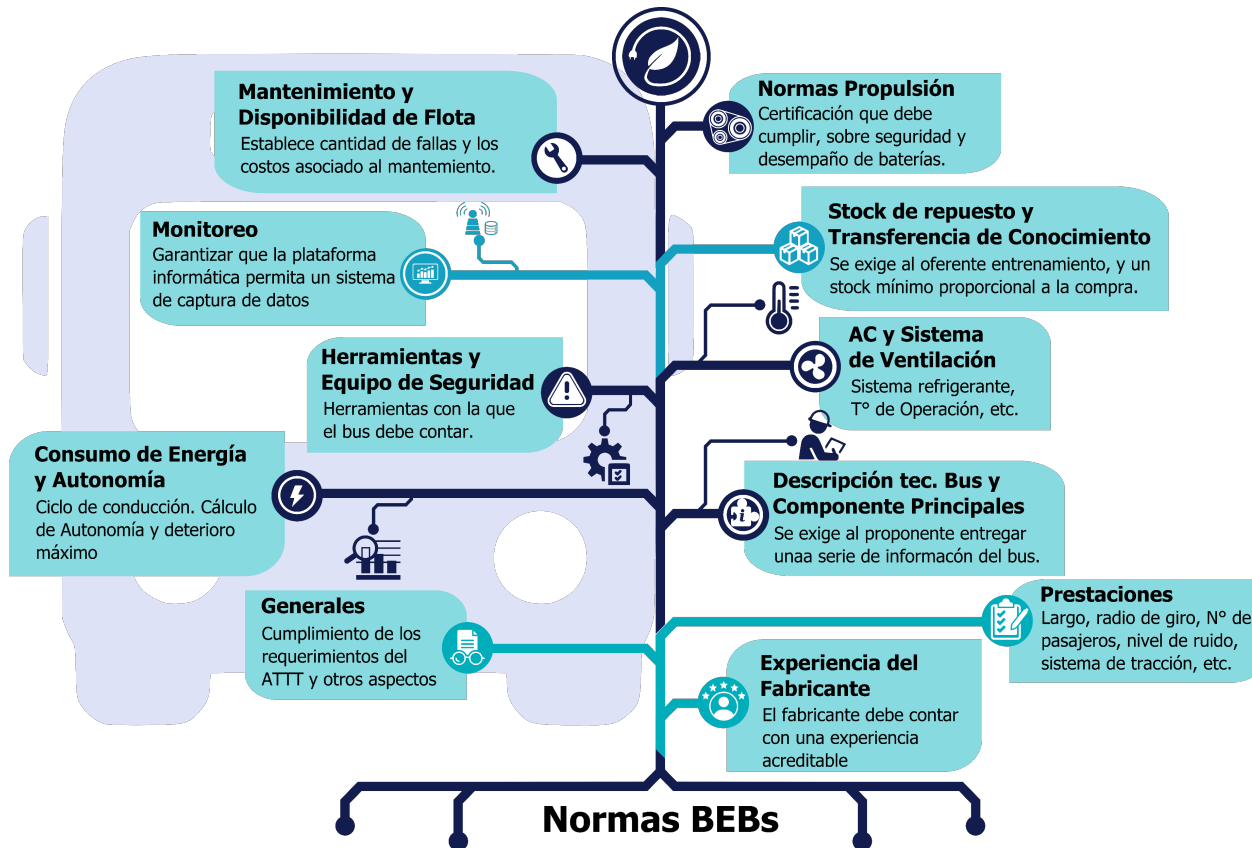


Autonomía por carga bajo distintos escenarios operacionales

Scenarios	Average Range (km)	
	Bus 1	Bus 2
30% load w/out AC	211	233
50% load w/out AC	195	219
50% load with AC	154	175
100% load w/out AC	161	185
100% load with AC	132	152

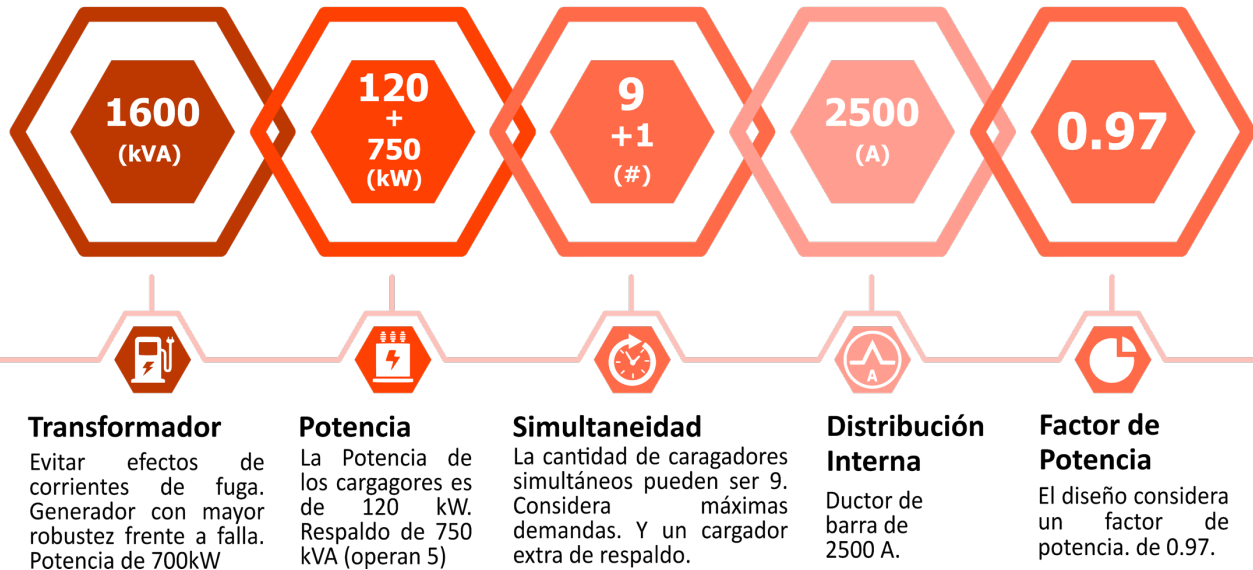
- Autonomía puede variar en más de un 36% en los escenarios más extremos
- AC puede llegar a afectar hasta un 19% en la autonomía de un bus

Requisitos Técnicos para Buses Eléctricos (BEBs) e infraestructura de carga



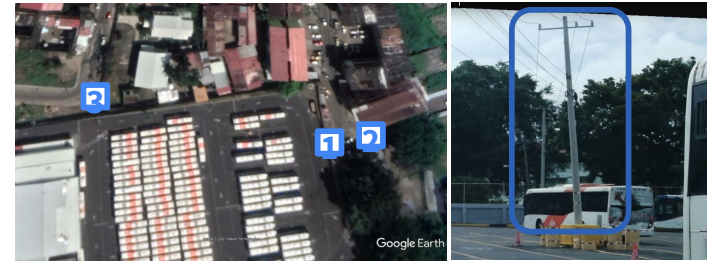
Recomendaciones para infraestructura de carga

Recomendaciones en el Diseño



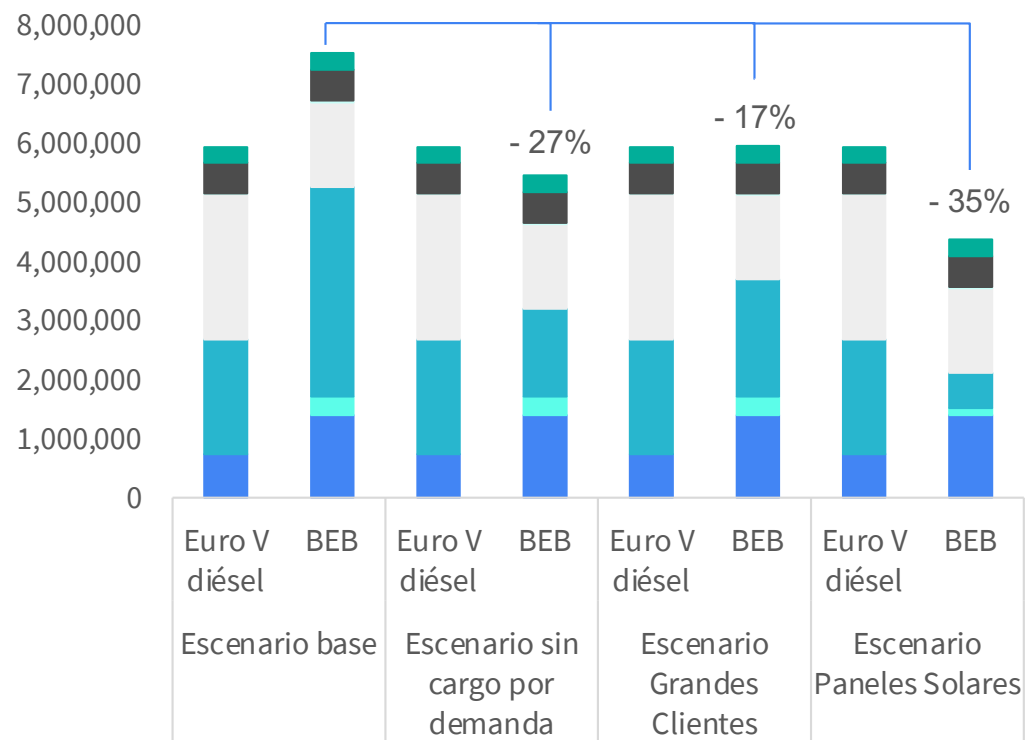
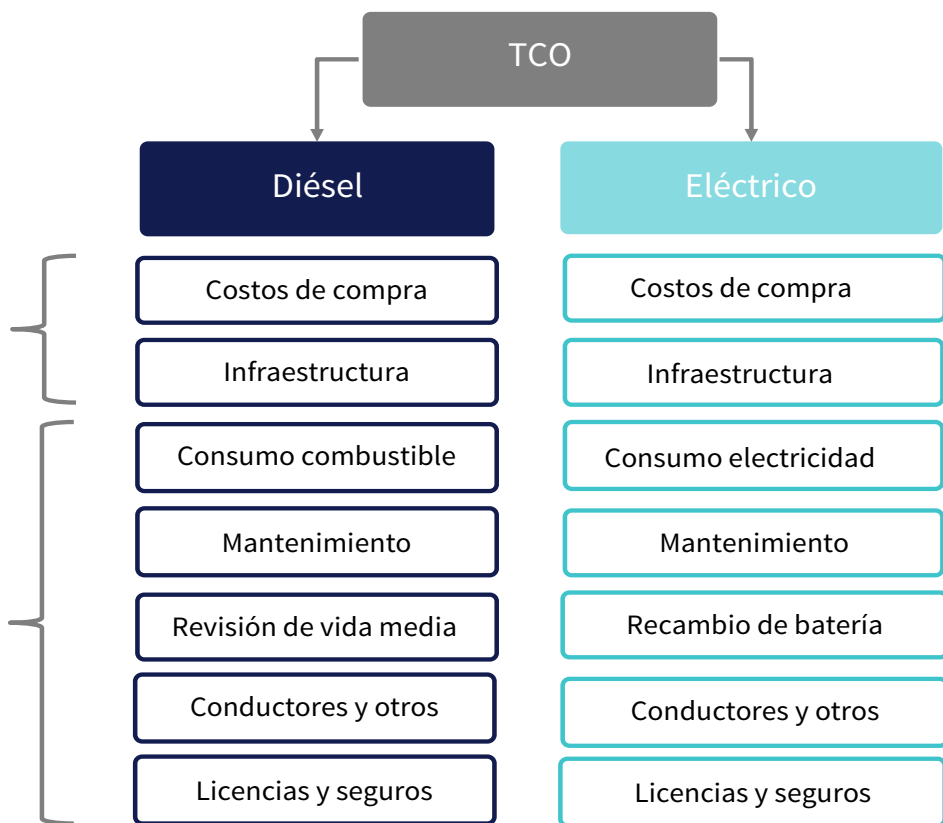
Analizar conectar a la red media tensión en puntos 1,2 y 3. priorizando en este orden

Red de media tensión



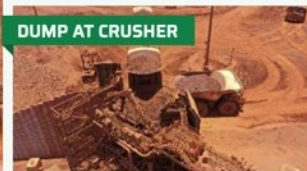
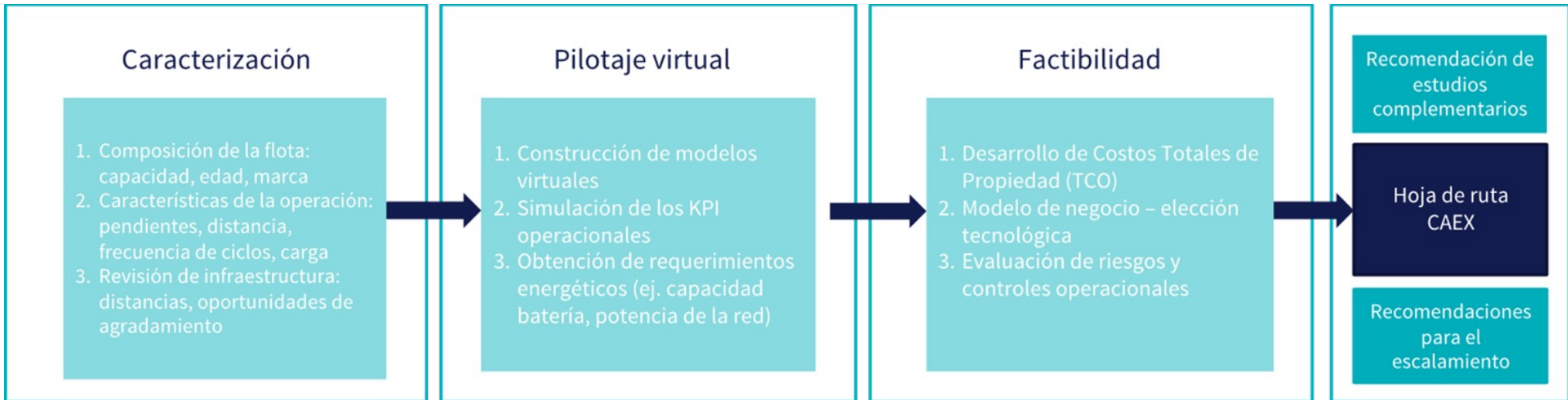
- Se recomienda considerar incorporar los **consumos del taller** de MiBus al total de los consumos de energía
- Para el Proyecto inicial: **2 cargadores**, considerar un **transformador** de solo **315 (kVA)** y un generador de **respaldo de 200kW**

Resultados de análisis de costo total de propiedad (TCO)

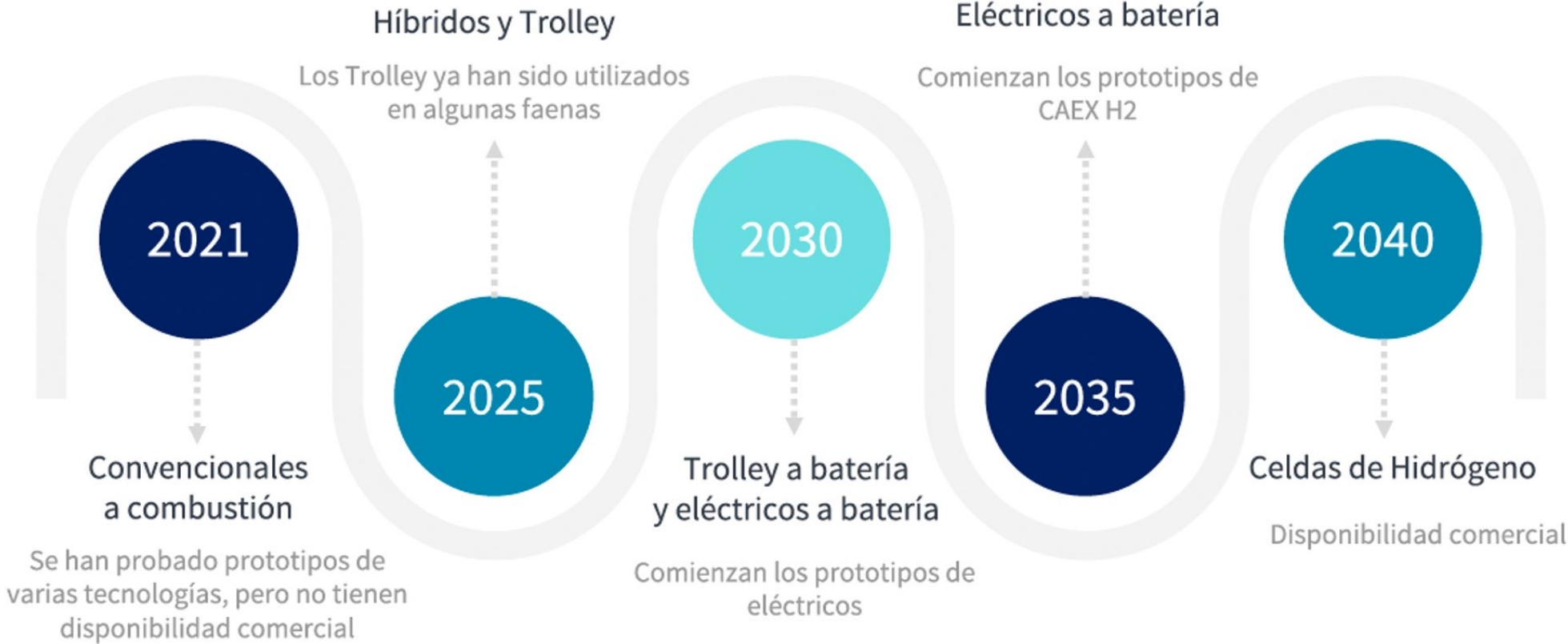


Desarrollo de Hojas de Ruta Tecnológicas





Disponibilidad de tecnología de CAEX Mineros



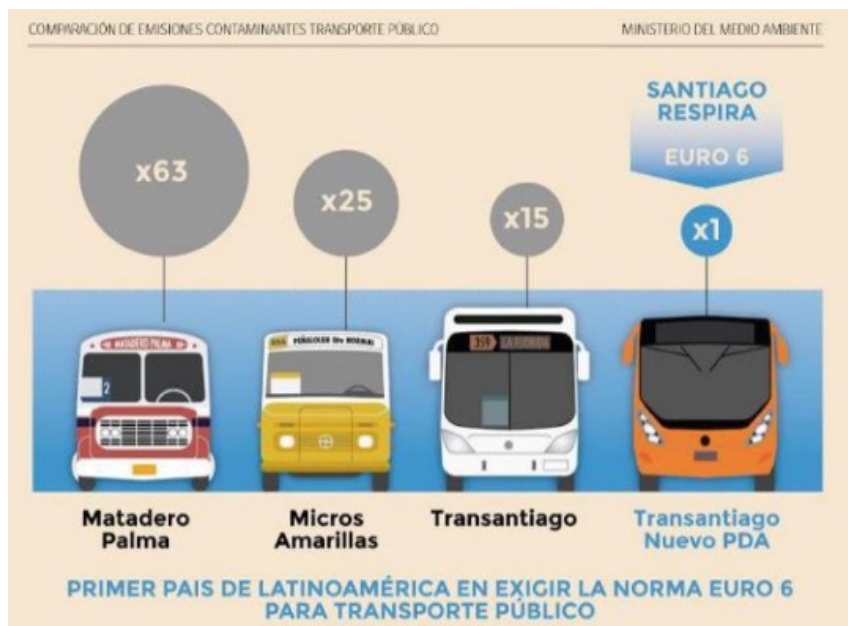
Permite escalamiento en nichos rentables en distintos sectores económicos





Políticas Públicas para Fomentar Electromovilidad

Un enfoque en tecnologías más limpias ha allanado el camino para la introducción de autobuses eléctricos de batería (BEB)



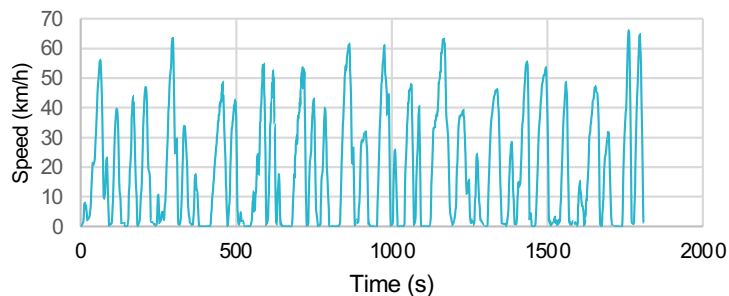
Composición de Flota (28-02-2023)

Estandár de Emisión	# de Buses	% de Flota
EPA 98 / EURO III	424	6%
EPA 98 / EURO III + DPF	1673	23%
EURO V	1299	18%
EURO VI	2437	33%
Eléctrico	1452	20%

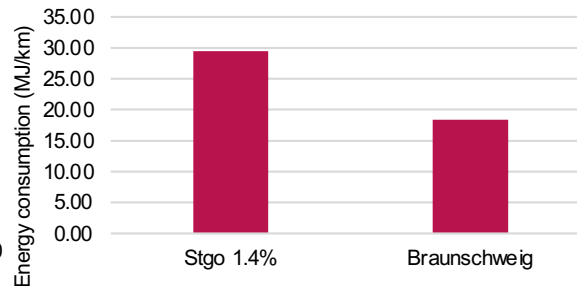
Construcción de pruebas de consumo de energía para buses urbanos



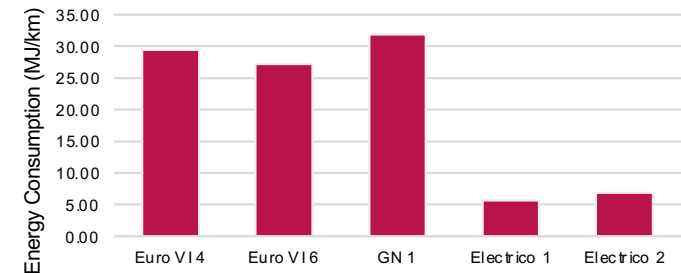
Stgo Urban Bus Driving Cycle



Energy Consumption BUS Euro VI



Energy Consumption TS-Stgo 1.4%



- The energy consumption is higher in the Santiago bus cycle than in the Braunschweig cycle, **up to 60% higher for the same Euro VI diesel bus.**
- **Battery electric buses consume less than a quarter** of the energy that a diesel bus requires per km under the Santiago cycle conditions
- The report of the energy consumptions under a representative cycle of the operation conditions in Santiago will allow that the fleet renewal with Euro VI buses and the progressive introduction of electric buses, produces the highest possible reductions in energy consumption and emissions with the available technologies at the same time as the affordability for the public increases.

Apoyo a reducir asimetrías de información en el mercado de buses urbanos

Class	Brand	Model	Engine Model	Power [kw]	Battery Capacity [kwh]	Passenger Capacity	Consumption [kwh/km]	Range [km/charge]
B2	BYD	K9 FE	BYD 2912TZ-XY-A	300	276.5	81	1.57	176.1
B2	YUTONG	ZK6128BEVG	YUTONG YTM280-CV9-H	215	324.4	87	1.48	219.7
B2	FOTON	eBus U12 QC	PRESTOLITE TM4 E	350	151.55	90	1.67	90.9
A1	BYD	K7	BYD TY90A	180	156.6	45	1.13	138.6
A1	FOTON	Ebus U8,5 QC	BEIQI FOTON MOTOR FTTB090-FT1VT120	130	129	47	1.24	104.0
B2	ZHONGTONG	LCK6122EVG	PRESTOLITE TZ488XSPE 351 WH	350	351.237	88	1.58	222.3
B2	KING LONG	XMQ 6127G PLUS	KING LONG DM2800	280	374.65	90	1.74	215.0

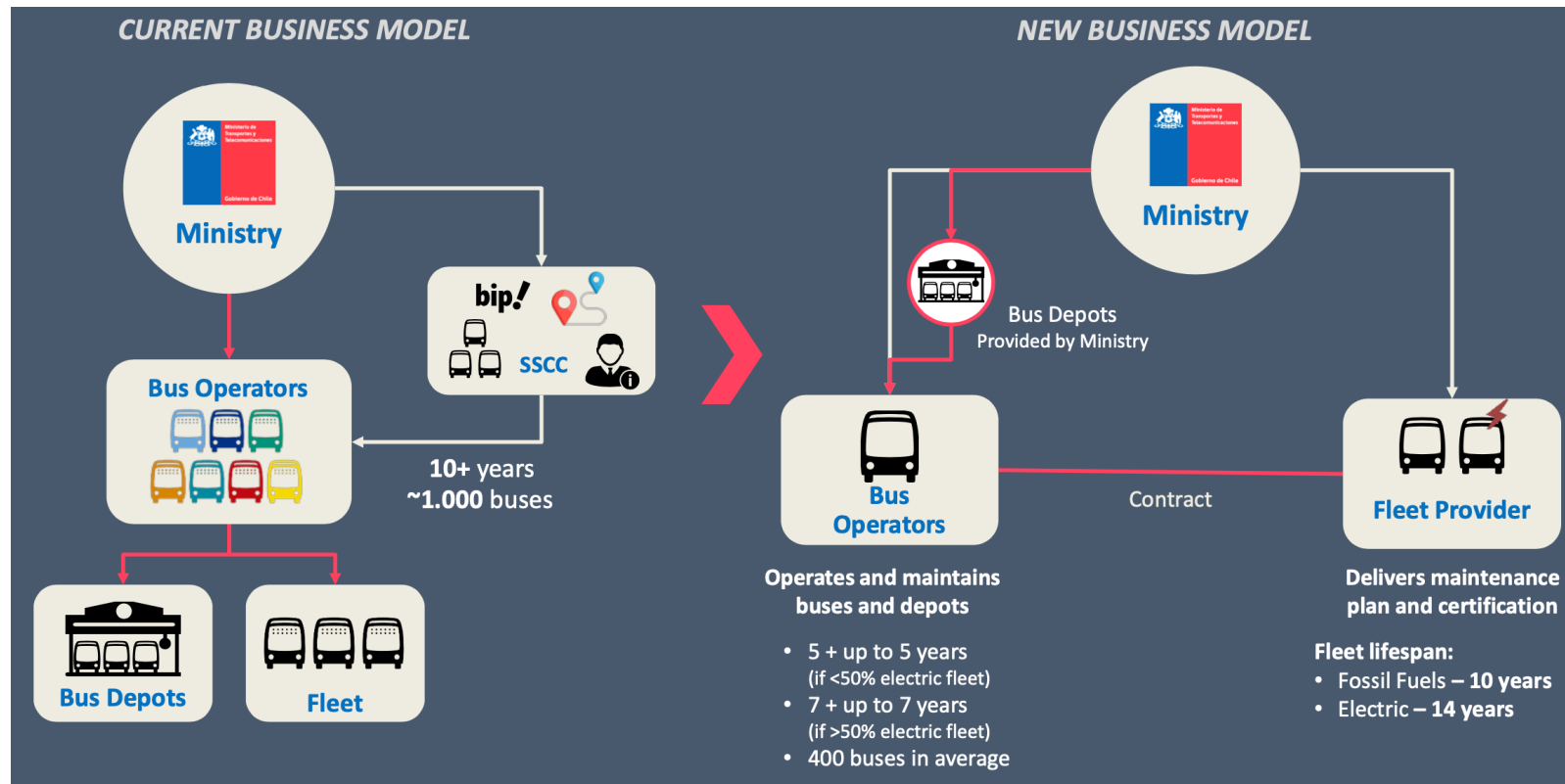


Proponer modelos alternativos para una mejor distribución del riesgo

Separar (desagregar) la propiedad de activos de la operación



Desarrollo de bases de licitación innovadoras y promotoras de nuevas tecnologías y buenas practicas



Diseño de programas de etiquetado vehicular – vehículos híbridos y eléctricos

- Ejemplos de Etiquetas (Chile): (i) Híbrido, (ii) Híbrido Enchufable y (iii) Eléctrico Puro

(i) Eficiencia Energética

 Rendimiento	 Vehículo gasolina híbrido sin recarga exterior	
	Marca: Toyota Modelo: Prius Híbrido 1,8 Lts. Hatch Back T/A Norma de emisión: EURO V Código informe técnico: TY5623E50314S00-3	
Ciudad 25,6 km/l	Emisiones de CO₂ 89 g/km	
	Mixto	25,6 km/l
	Carretera 27,0 km/l	

Los valores reportados en esta etiqueta son referenciales.
 El rendimiento energético y emisiones de CO₂ corresponde al valor constatado en el proceso de homologación, a través de pruebas de laboratorio, desarrollado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, a través del Centro de Control y Certificación Vehicular (CCV) o laboratorios internacionales. Valor obtenido en mediciones de laboratorio según el ciclo de ensayo de la Comunidad Económica Europea.

El rendimiento efectivamente obtenido por cada conductor dependerá de sus hábitos de conducción, de la frecuencia de mantenimiento del vehículo, de las condiciones ambientales y geográficas, entre otras. Por ende, no necesariamente los valores obtenidos en el laboratorio tienen correspondencia con la conducción real.

El CO₂ es el principal gas efecto invernadero responsable del cambio climático.



(ii) Eficiencia Energética

 Rendimiento ponderado	 Vehículo gasolina híbrido con recarga exterior	
	Marca: Mitsubishi Modelo: Outlander PHEV 2,0 Lts. Station Wagon T/A Norma de emisión: EURO V Código informe técnico: MT5733E50514S00-9	
Rendimiento ponderado de combustible	52,6 km/l	
	Rendimiento ponderado eléctrico	
	7,5 km/kWh	

Los valores reportados en esta etiqueta son referenciales.
 El rendimiento energético y emisiones de CO₂ corresponde al valor constatado en el proceso de homologación, a través de pruebas de laboratorio, desarrollado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, a través del Centro de Control y Certificación Vehicular (CCV) o laboratorios internacionales. Valor obtenido en mediciones de laboratorio según el ciclo de ensayo de la Comunidad Económica Europea.

El rendimiento efectivamente obtenido por cada conductor dependerá de sus hábitos de conducción, de la frecuencia de mantenimiento del vehículo, de las condiciones ambientales y geográficas, entre otras. Por ende, no necesariamente los valores obtenidos en el laboratorio tienen correspondencia con la conducción real.

El CO₂ es el principal gas efecto invernadero responsable del cambio climático.



(iii) Eficiencia Energética

 Rendimiento eléctrico	 Vehículo eléctrico	
	Marca: Hyundai Modelo: Ioniq AE Automóvil 4P. T/A Motor Eléctri Hatch Back T/A Norma de emisión: No Aplica Código informe técnico: HY6796EL1116S00-3	
	Emisiones de CO₂ 0 0 g/km	
8,8 km/kWh		

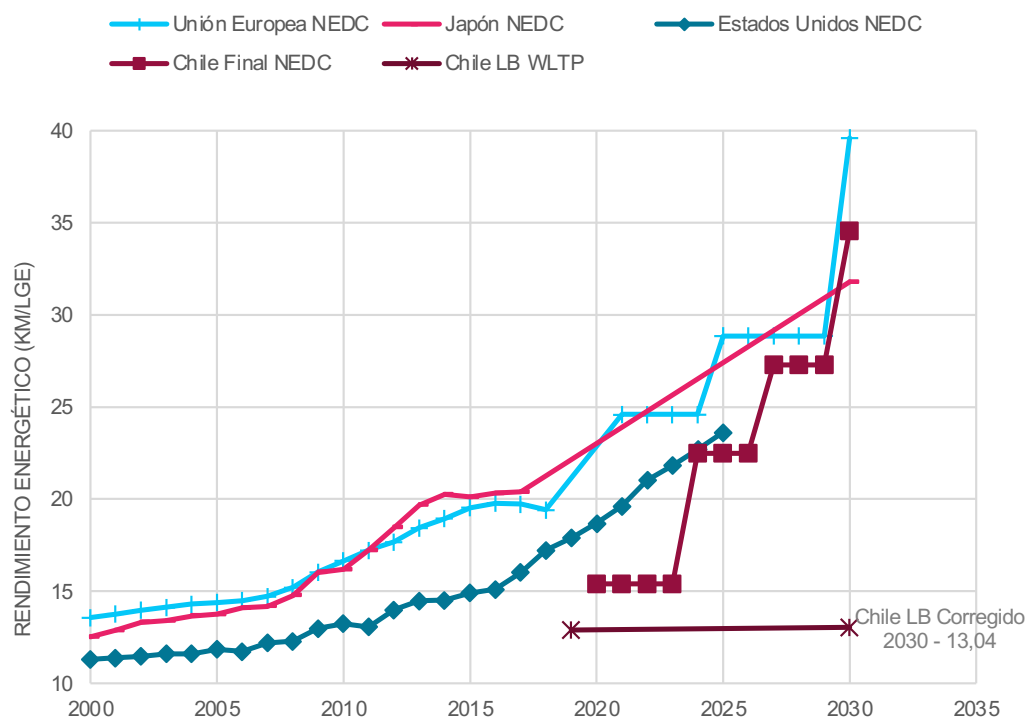
Los valores reportados en esta etiqueta son referenciales.
 El rendimiento energético y emisiones de CO₂ corresponde al valor constatado en el proceso de homologación, a través de pruebas de laboratorio, desarrollado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, a través del Centro de Control y Certificación Vehicular (CCV) o laboratorios internacionales. Valor obtenido en mediciones de laboratorio según el ciclo de ensayo de la Comunidad Económica Europea.

El rendimiento efectivamente obtenido por cada conductor dependerá de sus hábitos de conducción, de la frecuencia de mantenimiento del vehículo, de las condiciones ambientales y geográficas, entre otras. Por ende, no necesariamente los valores obtenidos en el laboratorio tienen correspondencia con la conducción real.

El CO₂ es el principal gas efecto invernadero responsable del cambio climático.



Introducción de estándares de consumo de energía/combustibles para LDV, MDV y HDV



The proposed standard takes into account the change in the measurement cycle that will occur in Chile from 2024 due to the start of the Euro 6c emissions standard.

Year	Standard (WLTP) [km/l _{ge}]	Difference compared to 2019
2019	12,9	-
2024 - 2026	18,8	46 %
2027 - 2029	22,8	77 %
2030 en adelante	28,9	125 %

Elaboración de Estrategia Nacional de Electromovilidad – inclusión de maquinaria

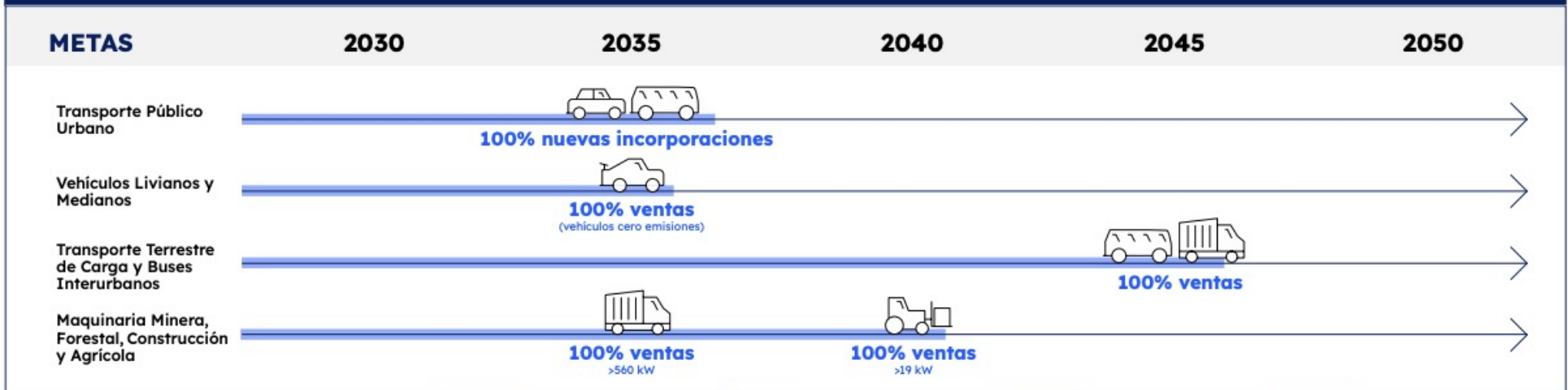
ESTRATEGIA NACIONAL DE ELECTROMOVILIDAD

VISIÓN

Que todas las personas en Chile accedan a los beneficios directos e indirectos del transporte sostenible a través de fuentes cero emisiones, permitiendo una mejora en la calidad de vida, el desarrollo sostenible y el cumplimiento de nuestros compromisos ambientales.

OBJETIVO

La presente estrategia tiene por objetivo establecer ejes estratégicos, así como medidas y metas específicas que permitan el desarrollo acelerado y sostenible del transporte eléctrico desde una perspectiva integral, global y participativa.



Cumplir con estas metas requiere compromisos públicos y privados

PLATAFORMA DE
ELECTROMOVILIDAD

Atención Ciudadana



Movilidad Eléctrica ▾

Interactivas ▾

Implementación ▾

Normativa y Legislación ▾

Actores y Organizaciones ▾


- 📄 Compromiso 2017
- 📄 Compromiso 2018
- 📄 Compromiso 2020
- 📄 Compromiso 2021
- 📄 Compromiso 2022



Conclusiones



El futuro de la electromovilidad depende de una serie de innovaciones para consolidarse



Innovación en Políticas Públicas: Las políticas bien diseñadas pueden reducir el riesgo tecnológico, operacional y financiero de proyectos de electromovilidad.

Mejorar Desempeño: Es importante mejorar el desempeño y eficiencia de operaciones con el uso de tecnologías complementarias.

Innovación de Modelos de Negocios: Nuevos ecosistemas necesitan nuevos modelos de negocios, en asociación con múltiples actores incluyendo el sector público.

Data & Aprendizaje: El acceso a información se ha vuelto una herramienta crucial en reducir asimetrías de información y aumentar aprendizaje sobre nuevas tecnologías.

Enfoque en Transporte Público: Tiene co-beneficios de mayor importancia y permite democratizar las tecnologías limpias.

Ambiente Habilitador: Se necesita considerar todo el conjunto de actores y acciones necesarias para facilitar un ecosistema de negocios exitoso en torno a la electromovilidad.



Gracias!
Sebastián Galarza
sebastian@cmsostenible.org

www.cmsostenible.org