

Sufentaf



INFORME TÉCNICO Y REGISTRO FOTOGRÁFICO

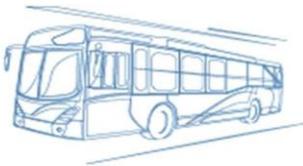
VISITA A SANTIAGO DE CHILE, CHILE

2025

DEL 15 AL 18 DE ENERO

Capacitación, a través de visita técnica, con los funcionarios del Sistema de Transporte Público de Santiago de Chile para intercambiar experiencias y lecciones aprendidas en la planificación, gestión y transformación del sistema de flota eléctrica en Chile.

Elaborado por:
Lesley Martin



Informe de Visita Técnica a Santiago de Chile, Chile

Fecha: 15 - 18 de enero de 2025

Invitación por: CAF (Corporación Andina de Fomento)

Participantes:

- Carlos Sánchez Fábrega – Presidente y Gerente General de MiBus
- José Domingo Soto - Director de Estudios y Proyectos de MiBUS
- Lesley Martin – Consejero Técnico Legal de MiBUS
- Guillermo Loaiza - Jefe de Sistemas Industriales y Eléctricos
- Harvey Scorcia – Especialista Principal en Movilidad Urbana – CAF
- Claudio Olivares – Coordinador de Agenda y Movilización – Fundación Despacio

1. Objetivo de la Visita

La visita técnica, organizada por CAF, tuvo como objetivo conocer y aprender sobre la operación, evolución, lecciones aprendidas y planes futuros del sistema de transporte público de Santiago de Chile, regulado por el Directorio de Transporte Público Metropolitano (DPTM), entidad adscrita al Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Chile. Este sistema se ha consolidado como uno de los principales referentes en América Latina para la movilidad urbana sostenible, siendo Santiago de Chile, la ciudad fuera de China, con mayor cantidad de buses eléctricos. Durante la visita, se intercambiaron experiencias, aprendizajes, herramientas utilizadas y nuevas tecnologías, con el fin de evaluar posibles aplicaciones en la operación de MiBUS.

2. Agenda de la Visita

15 de Enero:

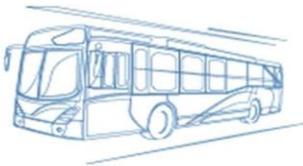
A. Salida de Panamá y Llegada a Santiago

La suscrita Consejera Técnico Legal viajó desde Ciudad de Panamá a Santiago, arribando aproximadamente a las 8:00 PM, estableciendo el inicio de la visita técnica.

16 de Enero: Visita Institucional – Intercambio de marco regulatorio comparado

A. Visita al Directorio de Transporte Público Metropolitano (DPTM)

Durante nuestra visita al Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM) de Santiago de Chile, sostuvimos una reunión con la directora Paola Tapia Salas, el director de Recaudo y Financiamiento, Diego Cruz, y el director de Contratos, Diego



Silva. El DTPM es el organismo encargado de articular, coordinar y supervisar las acciones, programas y medidas destinadas a gestionar el transporte público en la Región Metropolitana de Santiago.

DTPM.CL

El Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM) se encuentra adscrito al Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y cuenta con una Secretaría Técnica, 6 Gerencias y 4 Coordinaciones.

Uno de los aspectos destacados del sistema de transporte público de Santiago es su amplia cobertura, alcanzando al 94% de los hogares ubicados a 300 metros de una parada de transporte público y al 98% de los hogares a 500 metros, dentro del área metropolitana. Esta proximidad facilita el acceso de la población al sistema de transporte, mejorando la conectividad urbana.

El DTPM ha enfocado sus esfuerzos en tres elementos clave para optimizar el servicio:

- Cercanía a centros de salud: Asegurando que las rutas de transporte público faciliten el acceso a hospitales y clínicas.
- Accesibilidad a centros educativos: Garantizando que estudiantes y personal académico puedan llegar fácilmente a escuelas y universidades.
- Integración con el sistema de metro: Coordinando las rutas de buses con las estaciones de metro para una movilidad más eficiente.

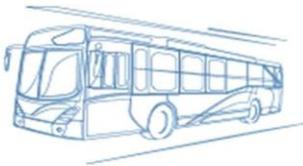
Estas estrategias han sido bien recibidas por la comunidad y las municipalidades, obteniendo apoyo tanto político como de la población usuaria.

Un aspecto relevante discutido fue la modificación legal que eliminó la exclusividad de rutas, permitiendo una mayor flexibilidad en la asignación de servicios y evitando la necesidad de autorizaciones especiales para operar en determinadas rutas.

El financiamiento del sistema de transporte público se sustenta en un subsidio establecido por la Ley 20.378 de 2009, cuyos autores fueron Andrés Gómez-Lobo y Paola Tapia. Esta ley formalizó el subsidio al Transporte Público y abarca al metro, ferrocarriles y todo el sistema de transporte público. Un panel de expertos analiza ingresos, costos, insumos, gastos y recursos para recomendar la tarifa técnica adecuada, asegurando la sostenibilidad financiera del sistema. Este panel ajusta las tarifas para mantener un valor real, que permita el financiamiento del sistema. (35% tarifa 65% subsidio).

Para fomentar el uso del transporte público, se han implementado medidas como la regulación y privatización de estacionamientos, con el objetivo de aumentar el costo del estacionamiento y desalentar el uso de vehículos particulares.

Entre los desafíos actuales del DTPM se encuentran la renovación de la flota, la gestión eficiente de la misma y la provisión de información actualizada a los usuarios a través de aplicaciones como "Red". El Sistema de Transporte Público de Santiago está en



proceso de licitación, con pliegos listos para ser publicados.

La renovación de la flota implica que los buses tienen una vida útil de 10 a 12 años, tras la cual son chatarreados o vendidos a otras regiones para su uso a través de terceros. El DTPM realiza auditorías y monitoreos para asegurar el adecuado descarte de los vehículos. Además, estandariza las dimensiones de los buses mediante procesos de licitación, asegurando uniformidad y eficiencia en el servicio.

En Chile, operar buses eléctricos resulta más económico, incluso considerando la inversión inicial (CAPEX).

Es importante resaltar que utilizan la figura de “bienes afectos a la concesión”, definidos en el artículo 3º nonies de la Ley N° 18.696, son aquellos bienes muebles e inmuebles necesarios para la prestación básica de los servicios entregados en concesión. Estos bienes se mantienen adscritos al sistema de transporte público para garantizar su continuidad y calidad, dando la garantía a los que prestan el financiamiento al concesionario que el bus será pagado por el Ministerio de Transporte en caso de una terminación de la Concesión, bajo la figura de cuota que flota que se explica más adelante.

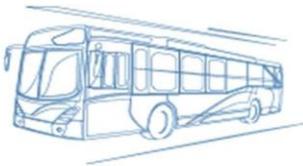
La estructura de pagos a los operadores se compone de varios elementos:

- Kilómetros operados: Remuneración basada en la distancia recorrida.
- Pasajeros transportados: Pago según la cantidad de usuarios movilizados.
- Cuota de flota: Compensación por la adquisición y financiamiento de la flota. El DTPM paga esta cuota directamente al “financista” del operador, y no está sujeta a condiciones operacionales
- Cuota de infraestructura de carga: Remuneración por la infraestructura necesaria para la operación, especialmente relevante para buses eléctricos.
- Terminales adicionales: Pagos por el uso de terminales adicionales que facilitan la operación.
- Otros pagos: Incluyen compensaciones por servicios complementarios o incentivos específicos.

Para evaluar la calidad del servicio, el DTPM realiza anualmente encuestas de satisfacción a través de empresas externas. Estas evaluaciones permiten identificar áreas de mejora y fortalecer la confianza de los usuarios en el sistema de transporte público.

Las encuestas de satisfacción indican que el sistema de transporte público de Santiago de Chile ha alcanzado el nivel más alto de aceptación en su historia, reflejando los esfuerzos del DTPM por ofrecer un servicio de calidad y adaptado a las necesidades de la comunidad.

Se destacó el compromiso del DTPM con la equidad y paridad de género, implementando medidas como la instalación de cámaras de seguridad, rampas de acceso y sensores en los buses. El incremento en el número de mujeres conductoras es



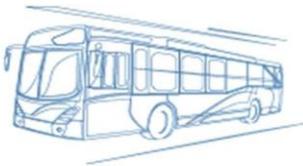
una muestra del avance hacia un sistema de transporte más inclusivo y equitativo.

En cuanto a la equidad de género, se implementó en agosto de 2022 el programa "Mujeres Conductoras", con el objetivo de mejorar las condiciones laborales y salariales de las mujeres en el sector del transporte público. Desde su inicio, el programa ha incrementado el número de conductoras de 40 a 1,832. Las participantes deben cumplir con horas prácticas, formación en simuladores y un curso intensivo de dos meses. El costo aproximado de \$1,500 dólares ha sido financiado mediante becas públicas, privadas y aportes de fabricantes de buses, e incluso algunas empresas operadoras han decidido cubrir estos gastos.

Luego de culminada esta primera sesión, nos movilizamos para reunirnos con la Dirección de Operaciones y Mantenimiento del DTPM, donde profundizamos en los aspectos operacionales y estratégicos que sustentan el funcionamiento del sistema de transporte público en Santiago de Chile. En esta instancia, abordamos temas clave como la gestión de la flota, el mantenimiento de los buses, las estrategias para optimizar la operación y los protocolos implementados para garantizar la continuidad del servicio. Esta reunión nos permitió conocer de primera mano las mejores prácticas adoptadas por el DTPM para asegurar un sistema eficiente, seguro y sostenible, reforzando el compromiso con la calidad del servicio y la satisfacción de los usuarios.

El funcionamiento eficiente del sistema de transporte público en Santiago de Chile se sustenta en una estructura organizativa bien definida dentro del DTPM. La Dirección de Operación y Mantenimiento está compuesta por varias áreas clave, cada una con funciones específicas para garantizar la calidad del servicio y la sostenibilidad del sistema:

- Gerencia de Operaciones y Mantenimiento: Supervisión general de la operatividad y el mantenimiento de la flota de buses, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y disponibilidad.
- Operaciones y Mantenimiento: Gestión del día a día de la operación de los buses, incluyendo la planificación de rutas y la asignación de recursos para la mantención de los vehículos.
- Estrategia Operacional y Sostenible: Desarrollo de planes estratégicos para mejorar la eficiencia del sistema de transporte, con un enfoque en sostenibilidad y reducción del impacto ambiental.
- Centro de Monitoreo: Vigilancia en tiempo real de la operación del sistema de buses, garantizando la respuesta oportuna a contingencias y optimización del servicio.
- Mantenimiento y Seguridad: Gestión de protocolos de seguridad y mantenimiento preventivo y correctivo de la flota, asegurando su operatividad y confiabilidad.
- Análisis y Desarrollos: Evaluación de datos operacionales para la toma de decisiones basada en evidencia, optimizando el servicio y adaptándolo a las necesidades de los usuarios.
- Gestión Operacional: Coordinación integral de todos los procesos que intervienen en la operación del sistema de transporte público, asegurando su



eficiencia y calidad.

Para enfrentar eventos inesperados o situaciones críticas, el DTPM cuenta con un Protocolo de Contingencia, el cual establece procedimientos específicos para garantizar la continuidad del servicio en caso de incidentes, ya sean operacionales, climáticos o de otra índole. Este documento ha sido desarrollado y refinado a lo largo del tiempo, basado en experiencias previas y mejores prácticas internacionales.

La experiencia del DTPM en la gestión del transporte público en Santiago de Chile ofrece aprendizajes valiosos para otros sistemas de transporte urbano. La combinación de planificación estratégica, regulación eficiente, inversión en infraestructura y compromiso con la equidad de género ha permitido consolidar un sistema altamente valorado por la ciudadanía.

B. Visita al Directorio de Transporte Público Regional (DTPR)

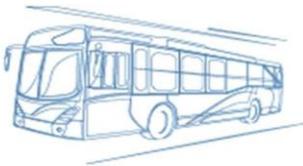
Durante nuestra visita al Directorio de Transporte Público Regional (DTPR) de Chile, tuvimos la oportunidad de reunirnos con el Director de Transporte Público Regional y el Secretario Técnico, Diego Espinoza. En esta reunión, se abordaron temas clave relacionados con la operación y modernización del transporte público en las regiones del país.

Actualmente, las regiones de Chile cuentan con una flota aproximada de 8,000 buses, muchos de los cuales operan bajo un sistema desregulado. Este modelo, establecido en la década de 1980, permitió una liberalización del transporte público, otorgando mayor libertad a los operadores en cuanto a rutas y tarifas. Sin embargo, con el tiempo, se han evidenciado desafíos en términos de eficiencia y calidad del servicio, lo que ha llevado a una transición hacia un sistema más regulado. Este proceso implica la implementación de licitaciones y contratos que buscan estandarizar y mejorar la calidad del servicio ofrecido a los usuarios.

Como parte intermedia a la regularización implementaron 25 sistemas regulados bajo la figura de “Perímetros de Exclusión”, con indicadores de frecuencia, regularidad y puntualidad, como un paso previo para los siguientes procesos de licitación. Esta figura fue implementada con un límite de tiempo para su aprobación con beneficios para el traspaso de la informalidad al sistema regulado con subsidios.

Los no regulados se mantienen autorizaciones para operar con límite de tiempo de 3 años, sin exclusividad ni indemnización por salir del sistema.

Un aspecto destacado de la modernización a la que apuesta Chile también en las áreas regionales, es la incorporación de buses eléctricos en sus flotas, contando con su propia división de electromovilidad. Por ejemplo, en la ciudad de Antofagasta, se llevó a cabo una licitación para la introducción de buses eléctricos de 10.5 metros, marcando un hito en la electromovilidad fuera de la capital. Este esfuerzo forma parte de una estrategia nacional que busca extender la electromovilidad a todas las regiones del país, promoviendo un transporte más limpio y sostenible.



La Ley 18.696, promulgada en 1988, sentó las bases para la regulación del transporte público en Chile. Desde entonces, se han realizado diversas modificaciones para adaptarse a las necesidades actuales y fomentar la modernización del sistema. Estas reformas buscan mejorar la calidad del servicio, garantizar la seguridad de los usuarios y promover la sostenibilidad ambiental.

En resumen, el DTPR está liderando iniciativas para transformar el transporte público regional, enfocándose en la regulación de servicios previamente desregulados y en la incorporación de tecnologías limpias, como los buses eléctricos, con el objetivo de ofrecer un servicio de mayor calidad y sostenibilidad a los usuarios.

C. Visita a Operador Subus Chile – Patio Recoleta

Subus es un operador de transporte público en la Región Metropolitana de Santiago de Chile, fue fundado el 8 de abril de 2004. Actualmente cuenta con 7 terminales que ofrecen 45 servicios a través de 964 unidades de buses, de las cuales 108 son buses eléctricos de la marca Foton modelo U12 SC.

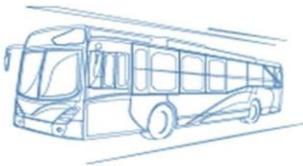
Durante nuestra visita al terminal Recoleta, ubicado en la comuna de Huechuraba, tuvimos la oportunidad de realizar una pasantía. Los gerentes de diversas áreas nos ofrecieron charlas sobre distintos aspectos operativos de la empresa.

Se presentó el contexto del modelo de negocio del transporte público en la región metropolitana, destacando los retos que enfrentan los operadores para optimizar sus operaciones y mantener la competitividad. Se enfatizó la importancia de integrar información sobre la asignación de buses y conductores con estrategias de carga para garantizar alta disponibilidad y detectar oportunidades de mejora. También se demostró cómo se utilizan herramientas como PowerBI para el seguimiento de indicadores clave (KPI).

Con el equipo de Tecnología, exploramos la gestión carga de los buses eléctricos, se resaltó la relevancia del contexto del mercado eléctrico y sus legislaciones en cuanto a la estrategia de carga a implementar. Es fundamental implementar un modelo que contemple diversas restricciones, tales como:

- La potencia disponible por parte de la empresa distribuidora de energía.
- La tarifa de mayor conveniencia para la recarga según bloque horario.
- Factores relacionados a la garantía de las baterías por parte del fabricante (ciclos de carga por día, y frecuencia de la carga al 100% para ecualización de celdas)
- Limitantes propias de la tecnología de los buses, es decir, la cantidad de kWh en baterías y la potencia máxima admisible por parte del BMS, lo que se traduce en tiempo de recarga.
- Disponibilidad de la característica de potencia dinámica en los dispensadores.

Es notable el desarrollo de herramientas informáticas propias del operador. Además, conocimos una herramienta para gestionar cargadores, contratada a un tercero, que



permite un seguimiento remoto 24/7 de la actividad de carga. Es crucial que estos cargadores utilicen el protocolo OCPP (Open Charge Point Protocol).

Subus enfatizó la necesidad de realizar estudios para identificar la infraestructura eléctrica más adecuada a las necesidades específicas de cada terminal, considerando factores como logística interna, proceso de alistamiento y capacidad requerida para cargar su flota eléctrica. En el Centro de Operación de la Flota (COF), observamos cómo han integrado indicadores visuales sobre los niveles de carga en ruta. Han establecido parámetros para activar alarmas ante bajos niveles de carga y cuentan con protocolos para rescatar unidades detenidas. Además, tienen acceso completo a datos del CANBUS, lo que les permite rastrear en tiempo real la ubicación del bus mediante GPS y comunicarse con el operador en caso de emergencia. También discutimos las diferencias en los perfiles de aceleración entre buses diésel y eléctricos y su impacto en la regulación.

El terminal Recoleta dispone de una infraestructura eléctrica con 12 cargadores de 150 kW cada uno, totalizando una capacidad instalada de 1.8 MVA, gestionando así 42 buses eléctricos. Cuentan con generadores eléctricos como contingencia ante fallas energéticas, capaces de alimentar el 30% de sus cargadores. Esta infraestructura es similar a la utilizada en la fase 1 del electroterminal El Chorrillo.

Finalmente, el equipo de Mantenimiento compartió su experiencia sobre la mayor disponibilidad del bus eléctrico debido a un menor número de componentes en el tren motriz. Resaltó que muchos componentes son similares a los encontrados en buses diésel. Es esencial contar con un contrato de mantenimiento con el fabricante o distribuidor para gestionar aspectos relacionados con las baterías y el motor eléctrico. El personal técnico está certificado por el fabricante para realizar intervenciones sin afectar garantías. En cuanto a su experiencia general con diferentes modelos eléctricos, indicó que todos han cumplido con los requisitos establecidos en las licitaciones.

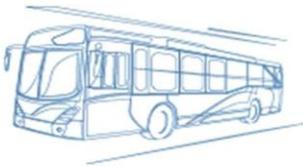
17 de Enero:

D. Visita a Operador Metbus – Patio Terminal Los Espinos

Durante nuestra visita al operador Metbus, tuvimos la oportunidad de recorrer el terminal Los Espinos, ubicado en la comuna de Peñalolén. Este patio alberga más de 150 buses eléctricos y cuenta con 63 cargadores, consolidándose como uno de los centros de operación de electromovilidad más destacados de la región.

Metbus inició su incursión en la electromovilidad en 2017 con la operación de dos buses eléctricos. Desde entonces, ha experimentado un crecimiento exponencial, alcanzando una flota de aproximadamente 800 buses eléctricos, lo que la posiciona como la mayor operadora de este tipo de vehículos fuera de China.

El terminal Los Espinos ha sido testigo de una escalada progresiva en su proceso de electrificación. Actualmente, Metbus opera un total de 1,300 buses, de los cuales 800



son eléctricos, distribuidos en 18 patios, nueve de ellos completamente electrificados. La empresa ha implementado una estrategia de carga que considera las restricciones operativas, planificación y programación, utilizando software de gestión que prioriza la carga según las necesidades y monitorea en tiempo real tanto los buses como los cargadores.

Es relevante mencionar que la normativa chilena actual establece un respaldo del 25% de la potencia instalada en los sistemas de carga. Sin embargo, el Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM) está evaluando la posibilidad de exigir un mayor respaldo para garantizar la continuidad del servicio. Metbus, por su parte, ha optado por un respaldo equivalente al 50% de la potencia, asegurando así una mayor resiliencia en su operación.

En cuanto a la infraestructura de carga, la vida útil de un cargador se estima en aproximadamente 14 años, siempre que se realice un mantenimiento adecuado y se efectúen los reemplazos de piezas necesarios. Los conectores utilizados son estándar europeo, y la empresa está llevando a cabo diversos pilotos con distintos tipos de cargadores para determinar cuáles serán estandarizados en sus patios en el futuro.

Metbus también ha adaptado sus buses a las condiciones locales, incrementando el perfil de las llantas y la altura de los vehículos para enfrentar las particularidades de las calles chilenas. En cuanto a las baterías, los buses BYD cuentan con una garantía de 1 millón de kilómetros, manteniendo al menos el 80% de su capacidad durante 8 años.

La visita al terminal Los Espinos nos permitió apreciar de primera mano el compromiso de Metbus con la innovación y la sostenibilidad en el transporte público, evidenciando los avances significativos que se están realizando en la electromovilidad en Santiago de Chile.

18 de Enero:

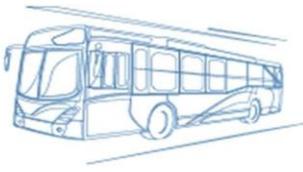
A. Regreso a Panamá

El equipo de MiBUS regresa a Panamá en horas de la tarde, arribando aproximadamente a las 5:00 PM y dando por concluida la visita técnica.

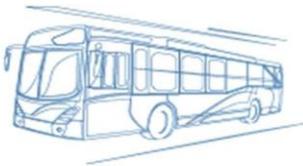
Atentamente,



Lesley Martin



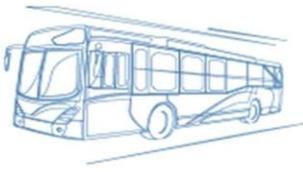
Anexo I
Registro Fotográfico



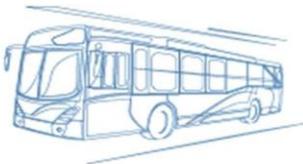
Visita a Electroterminal de Buses Vule VCG 1



Visita al Centro de Operación de Flota (COF) de Buses Vule



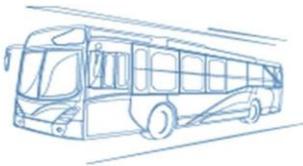
Visita al Directorio de Transporte Público Metropolitano (DPTM)



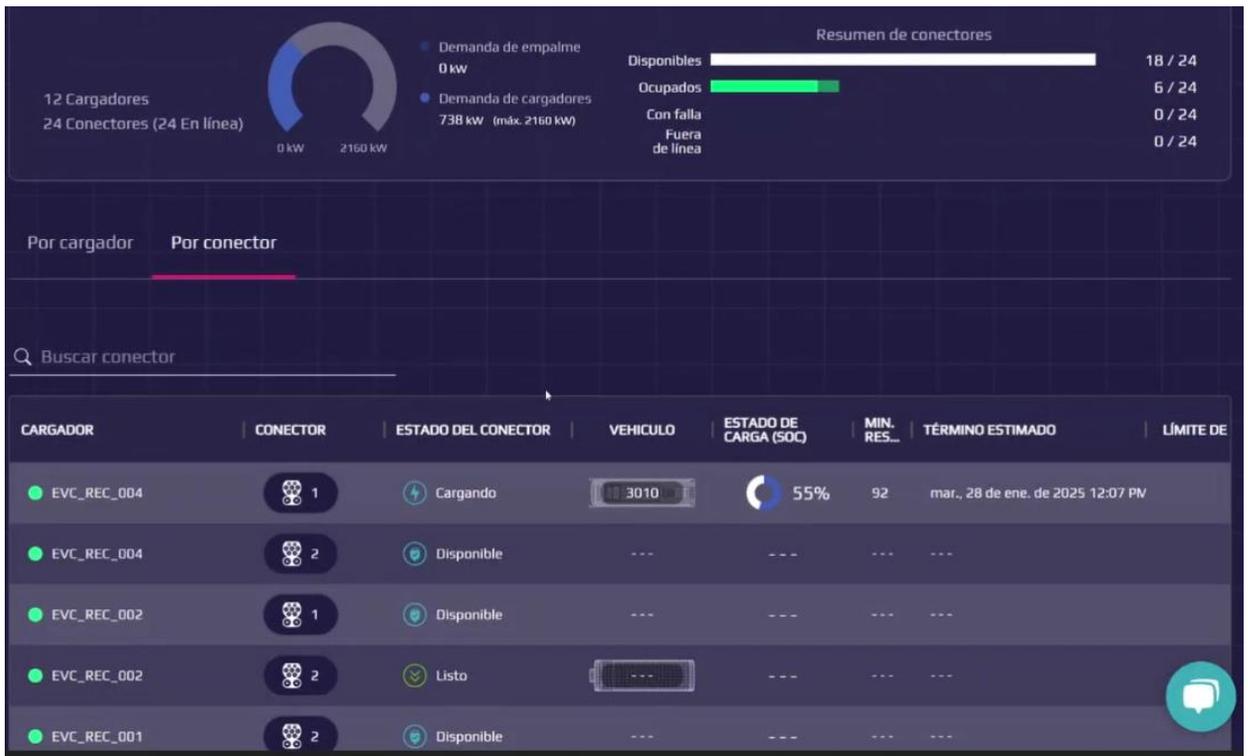
Visita a la Dirección de Operaciones y Mantenimiento del DTPM



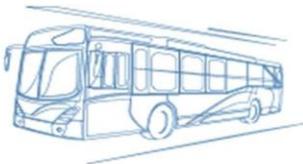
Visita al Directorio de Transporte Público Regional (DPTR)



Vista satelital de patio Recoleta.



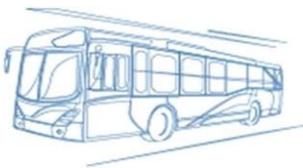
Vista de la aplicación para la gestión de la carga de buses en terminal Recoleta.



Vista de la aplicación para la gestión de la carga de buses en terminal Recoleta.



Vista de bus en proceso de carga en terminal Recoleta



Equipos de respaldo e infraestructura eléctrica en Terminal Recoleta.



Visita a Operador Metbus – Patio Terminal Los Espinos