



DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA COMERCIAL
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

Departamento de Ingeniería Comercial

MBA, Magíster en Gestión Empresarial

**MODELOS DE NEGOCIO BASADOS EN DATOS E
INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL SECTOR DE LA
ELECTROMOVILIDAD: OPORTUNIDADES Y
ESTRATEGIAS PARA LA CREACIÓN DE VALOR**

Tesina de Grado presentada por

Hugo Andrés Castellón Guerrero

Como requisito para optar al grado de

MBA, Magíster en Gestión Empresarial

Guía de Tesina: René Romo

Julio de 2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☐ Memoria o trabajo de título; ☒ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: MODELOS DE NEGOCIO BASADOS EN DATOS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL SECTOR DE LA ELECTROMOVILIDAD: OPORTUNIDADES Y ESTRATEGIAS PARA LA CREACIÓN DE VALOR

Nombre del candidato(a): Hugo Andrés Castellón Guerrero

Carrera / Grado: MBA

Campus: Casa Central Valparaíso; **Departamento:** Ingeniería Comercial

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, René Romo, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO** contiene información que amerite **confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

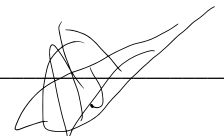
Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 24-07-2026 **; Firma:** 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 24-07-2026 **; Firma:** 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.



DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA COMERCIAL
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

TÍTULO DE TESINA: "Modelos de negocio basados en datos e inteligencia artificial en el sector de la electromovilidad: oportunidades y estrategias para la creación de valor"

AUTOR: Hugo Andrés Castellón Guerrero

TRABAJO DE TESINA, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de MBA, Magíster en Gestión Empresarial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

OBSERVACIONES:

COMISIÓN DE TESINA:

Profesor Guía: René Romo
Correferente Externo: Miguel Acevedo
Correferente Interno: Macarena Gatica

Valparaíso, 24 julio de 2026.



DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA COMERCIAL
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

Todo el contenido, análisis, conclusiones y
opiniones vertidas en este estudio son de mi
exclusiva responsabilidad.

Nombre: Hugo Andrés Castellón Guerrero

Fecha: 24 de julio de 2026.

Resumen Ejecutivo

La industria de la electromovilidad enfrenta una paradoja estratégica: los vehículos eléctricos conectados generan volúmenes masivos de datos —entre 1 y 2 terabytes diarios por unidad (McKinsey, 2024)— y la inteligencia artificial habilita nuevas fuentes de ingresos, pero solo el 8% de las empresas de transporte reporta impacto medible pese a que el 95% explora aplicaciones de IA (Gartner, 2024). La distancia entre potencial y captura efectiva de valor explica desenlaces como los de Otonomo y Wejo —los dos referentes globales del modelo data-only puro, hoy en fusión forzada y liquidación, respectivamente. La presente investigación, exploratorio-descriptiva y basada en fuentes secundarias, aborda cómo las empresas del sector de la electromovilidad pueden crear y capturar valor económico a partir de los datos y la inteligencia artificial.

A partir de una taxonomía de cinco arquetipos (plataformas eRoaming, Data-as-a-Service, seguros telemáticos, servicios energéticos y Vehicle-to-Grid, y Charging-as-a-Service) y del análisis comparado de casos exitosos (Tesla, ChargePoint, Octopus Energy, Nuvve) y negativos (Otonomo, Wejo), se sintetiza un framework conceptual articulado en cinco patrones transversales —migración del valor del hardware al software de inteligencia, inviabilidad del data-only puro, regulación como condición habilitante o bloqueante, efectos de red multi-sided acumulativos y rentabilidad por combinación de arquetipos— y cuatro condiciones de aplicabilidad específicas para mercados emergentes.

La aplicación al caso chileno mediante un modelo ilustrativo de tres capas —inteligencia operativa, Data-as-a-Service embebido y servicios energéticos— verifica la pertinencia del framework y dimensiona referencialmente el mercado direccionable en US\$18–46 millones anuales hacia 2030. La profundización en Copec Voltex muestra que el framework opera también como instrumento de diagnóstico para incumbentes verticales: el actor chileno con mayor dotación de activos data-generadores captura hoy del orden de la mitad o menos del valor

estructural posible bajo el modelo, no por restricción tecnológica sino por la tensión integración–neutralidad propia de su arquitectura organizacional.

El aporte central de la investigación es analítico: identifica los principios estructurales que cualquier propuesta basada en datos e inteligencia artificial en electromovilidad debe satisfacer para ser viable, diferenciados según se trate de mercados maduros o emergentes. La principal limitación es la ausencia de validación empírica primaria —no se realizaron entrevistas ni encuestas a los actores del ecosistema chileno—, identificada como línea de investigación futura.

Tabla de Contenidos

Resumen Ejecutivo	1
Tabla de Contenidos	3
Lista de Figuras	7
Lista de Tablas	8
Lista de Siglas	9
1. Introducción	10
1.1 Contexto y problema de investigación	10
1.2 Justificación	10
1.3 Objetivos	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos	11
1.4 Alcance del estudio	13
1.5 Metodología de trabajo	14
2. Estado del Arte	16
2.1 La electromovilidad y su ecosistema de datos	16
Contexto global de la electromovilidad	16
El contexto latinoamericano: Chile como líder regional	17
Actores del ecosistema	18
Tipos de datos generados	20
Protocolos y estándares de interoperabilidad	20
2.2 Marco teórico: modelos de negocio digitales	22
Definición de modelo de negocio	22
Economía de plataformas y efectos de red	22

Monetización de datos.....	23
Creación de valor con inteligencia artificial.....	23
2.3 Taxonomía de modelos basados en datos e IA.....	24
2.3.1 Plataformas de eRoaming	26
2.3.2 Data-as-a-Service (DaaS)	26
2.3.3 Seguros telemáticos (Usage-Based Insurance, UBI)	27
2.3.4 Servicios energéticos y Vehicle-to-Grid (V2G)	27
2.3.5 Charging-as-a-Service (CaaS)	28
Naturaleza combinatoria de los arquetipos	28
2.4 Industrias adyacentes que monetizan datos de electromovilidad	29
2.5 Casos de referencia	29
Tesla: integración vertical como plataforma de monetización	30
ChargePoint: el pivot hardware-a-software bajo presión.....	31
Octopus Energy: el software de utility como activo independiente.....	31
Otonomo y Wejo: el fracaso del DaaS puro como advertencia	32
Nuvve: V2G especializado y viable en nicho.....	32
Síntesis transversal	33
2.6 Patrones transversales y condiciones habilitantes.....	33
Patrón 1: el valor migra del hardware hacia el software de inteligencia.....	33
Patrón 2: los modelos data-only fracasan; los data-embedded prosperan	34
Patrón 3: la regulación es habilitante o bloqueante, no neutral.....	34
Patrón 4: los efectos de red multi-sided se acumulan en capas	34
Patrón 5: la rentabilidad llega por escala y combinación, no por modelo único	35
Condiciones habilitantes para mercados emergentes.....	35
3. Aplicación ilustrativa: el caso chileno.....	38

3.1 Aplicación del framework al contexto chileno.....	38
Brechas en el ecosistema chileno	38
Traducción del framework por segmento	39
Concurrencia de condiciones habilitantes	40
3.2 Configuración del modelo de tres capas	41
3.2.1 Visión general del modelo de tres capas.....	41
3.2.2 Business Model Canvas	43
3.2.3 Propuesta de valor por capa.....	45
3.2.4 Modelo de ingresos	45
3.2.5 Arquitectura técnica	46
3.2.6 Gobernanza y propiedad del dato	46
3.2.7 Defensibilidad y barreras de entrada.....	47
3.3 Dimensionamiento económico referencial	47
3.4 Factores críticos de éxito	49
3.5 Aplicación al caso Copec Voltex: oportunidad latente y trayectoria de transformación.....	50
3.5.1 Justificación del caso y dotación de activos	51
3.5.2 Aplicación del modelo de tres capas a los activos de Voltex	51
3.5.3 Dimensionamiento referencial del costo de oportunidad.....	52
3.5.4 Tensión integración-neutralidad: el dilema del incumbente.....	55
3.5.5 Trayectoria de transformación: paralelismo Octopus → Kraken	56
3.5.6 Implicación analítica del caso	57
4. Conclusiones	58
4.1 Respuesta a la pregunta de investigación	58
4.2 Cumplimiento de objetivos	59
4.3 Principales hallazgos y contribuciones.....	59



4.4 Limitaciones del estudio	61
4.5 Líneas de investigación futura.....	62
4.6 Implicaciones para la práctica empresarial	63
Bibliografía	65
Libros y Publicaciones Académicas	65
Reportes de Consultoras e Industria.....	66
Reportes Corporativos y Financieros	67
Fuentes Gubernamentales y Regulatorias.....	67
Webgrafía.....	68
Normas y Estándares Técnicos	69

Lista de Figuras

Figura 1. Diseño metodológico de la investigación.....	5
Figura 2. Ventas globales de vehículos eléctricos (cars), 2020-2024 y proyección 2030	7
Figura 3. Ventas anuales de vehículos eléctricos en Centro y Sudamérica, 2020-2024	8
Figura 4. Chile como líder regional en electromovilidad: indicadores clave (2024-2025).....	9
Figura 5. Mapa del ecosistema de electromovilidad y flujos de datos.....	9
Figura 6. Capas de interoperabilidad y protocolos del ecosistema	11
Figura 7. Mapa conceptual de los cinco arquetipos de modelos data-driven	15
Figura 8. Framework conceptual: patrones y condiciones habilitantes	30
Figura 9. Arquitectura del modelo de tres capas	35
Figura 10. Business Model Canvas del modelo de tres capas	36
Figura 11. Dimensionamiento TAM/SAM/SOM aplicado al caso Copec Voltex	47

Lista de Tablas

Tabla 1. Delimitaciones del estudio	4
Tabla 2. Roles de los actores del ecosistema y datos generados.....	9
Tabla 3. Aplicaciones de inteligencia artificial en electromovilidad.....	13
Tabla 4. Síntesis comparativa de arquetipos.....	14
Tabla 5. Comparación de casos consolidados	22
Tabla 6. Brechas observadas en el ecosistema chileno.....	31
Tabla 7. Traducción del framework por segmento en Chile	32
Tabla 8. Arquitectura del modelo de tres capas	35
Tabla 9. Business Model Canvas del modelo de tres capas	36
Tabla 10. Rangos de pricing como ejercicio ilustrativo.....	39
Tabla 11. Factores críticos de éxito y conexión con el framework	43
Tabla 12. Dimensionamiento referencial del costo de oportunidad para Copec Voltex.....	47
Tabla 13. Arquitecturas organizacionales para resolver la tensión integración-neutralidad	49
Tabla 14. Implicaciones del framework por tipo de actor.....	57

Lista de Siglas

ADAS — Advanced Driver Assistance Systems. API — Application Programming Interface. BEV — Battery Electric Vehicle. BMC — Business Model Canvas. CaaS — Charging-as-a-Service. CapEx — Capital Expenditure. CPO — Charge Point Operator (operador de puntos de carga). DaaS — Data-as-a-Service. DR — Demand Response. EV — Electric Vehicle. eMSP — Electric Mobility Service Provider. FCE — Factor Crítico de Éxito. FSD — Full Self-Driving. GDPR — General Data Protection Regulation. HEV — Hybrid Electric Vehicle. IA — Inteligencia Artificial. ISO 15118 — Norma de comunicación vehículo–red para V2G y Plug&Charge. JV — Joint Venture. MHEV — Mild Hybrid Electric Vehicle. ML — Machine Learning. NACS — North American Charging Standard (SAE J3400). OCPI — Open Charge Point Interface. OCPP — Open Charge Point Protocol. OEM — Original Equipment Manufacturer. OE — Objetivo Específico. OpEx — Operating Expenditure. PHEV — Plug-in Hybrid Electric Vehicle. SaaS — Software-as-a-Service. SOC — State of Charge (estado de carga). SOH — State of Health (estado de salud de la batería). TAM/SAM/SOM — Total/Serviceable/Serviceable Obtainable Addressable Market. TB — Terabyte. UBI — Usage-Based Insurance (seguro basado en uso). V1G — Smart charging unidireccional. V2G — Vehicle-to-Grid bidireccional. VPP — Virtual Power Plant.

1. Introducción

1.1 Contexto y problema de investigación

El sector de la electromovilidad atraviesa una transformación sin precedentes. En 2024, las ventas globales de EVs alcanzaron cerca de 17 millones de unidades, representando aproximadamente el 22% del mercado automotriz mundial (IEA, 2025a), en una trayectoria de penetración acelerada del 14% en 2022 al 25% proyectado para 2025. Más allá de la transición energética, la electromovilidad genera un fenómeno de relevancia estratégica: la producción masiva de datos. Un vehículo conectado genera entre 1 y 2 terabytes diariamente (McKinsey, 2024) sobre patrones de conducción, consumo energético, comportamiento de carga y estado de baterías.

El problema central es que las empresas cuentan con estos datos pero carecen de modelos de negocio que los transformen en ventajas competitivas o fuentes de ingresos. La IA abre posibilidades para optimizar operaciones, predecir comportamientos y crear servicios de valor agregado, pero su adopción estratégica aún es limitada. Se plantea entonces investigar qué modelos están emergiendo en la intersección de datos e IA en electromovilidad, qué patrones de creación y captura de valor revelan, y bajo qué condiciones son aplicables en mercados emergentes como Chile y América Latina.

Pregunta de investigación: *¿Cómo pueden las empresas del sector de la electromovilidad crear y capturar valor económico a partir de los datos y la inteligencia artificial?*

1.2 Justificación

En un contexto de transición tecnológica y energética, la capacidad de crear valor a partir de los datos es un factor determinante de competitividad. En electromovilidad —donde confluyen tecnologías digitales, infraestructura energética y nuevos modelos de consumo— emerge una multiplicidad de modelos

que integran datos e IA. Esta investigación aporta un análisis sistemático de los arquetipos emergentes y un framework conceptual que articula sus regularidades, ofreciendo herramientas para la toma de decisiones estratégicas y para la lectura del fenómeno en mercados emergentes. Su relevancia se fundamenta en tres dimensiones.

Relevancia económica. El mercado global de servicios de carga se proyecta entre US\$130 y US\$304 mil millones para 2030 (P&S Intelligence, 2025) y la monetización de datos vehiculares representa un pool estimado en US\$250-400 mil millones anuales hacia 2030 (McKinsey, 2025). Las empresas que desarrollen capacidades tempranas podrán capturar una porción significativa de este mercado.

Relevancia tecnológica. La convergencia entre vehículos conectados, infraestructura de carga inteligente y algoritmos de IA crea un nuevo paradigma donde el valor migra del hardware hacia el software y los datos. Comprender esta dinámica es esencial para la competitividad empresarial en el sector.

Relevancia regional. Chile lidera la electromovilidad en América Latina con la flota de buses eléctricos urbanos más grande fuera de China (Latam Mobility, 2025). Existe una ventana de oportunidad para que empresas locales desarrollen modelos innovadores antes de que el mercado se consolide con actores globales.

1.3 Objetivos

Objetivo general

Caracterizar los modelos de negocio emergentes basados en datos e inteligencia artificial en el sector de la electromovilidad, identificando los patrones transversales de creación y captura de valor que los distinguen, y sintetizando un framework conceptual aplicable al contexto latinoamericano.

Objetivos específicos

OE1. Diagnosticar el estado del ecosistema. Identificar los actores clave de la cadena de valor (OEMs, CPOs, eMSPs, utilities), los flujos de datos entre ellos y

las oportunidades de monetización no explotadas, mediante análisis del mercado global y latinoamericano con énfasis en Chile.

OE2. Caracterizar y comparar los modelos emergentes, derivando inductivamente patrones transversales de creación de valor. Núcleo analítico de la investigación: revisar literatura sobre modelos digitales, plataformas y monetización de datos; elaborar una taxonomía de cinco arquetipos (eRoaming, DaaS, UBI, V2G/servicios energéticos, CaaS); y analizar casos exitosos (Tesla, ChargePoint, Octopus, Nuvve) y negativos (Otonomo, Wejo) para identificar las regularidades estructurales que sirven de insumo a OE3.

OE3. Articular formalmente los patrones de OE2 con sus condiciones habilitantes en un framework conceptual aplicable al contexto latinoamericano. OE3 distingue regularidades estructurales (patrones) de criterios de aplicabilidad contextual (condiciones habilitantes). El framework no constituye un modelo de negocio específico ni un plan de empresa, sino un instrumento conceptual de lectura estratégica dirigido tanto a operadores existentes que evalúan trayectorias de transformación como a nuevos entrantes; el Business Model Canvas se usa como herramienta ilustrativa complementaria.

OE4. Ilustrar la plausibilidad del framework mediante una aplicación al caso chileno. Verificar que los patrones se materializan en un mercado emergente concreto: traducir los arquetipos al marco regulatorio, estructura del mercado eléctrico y ecosistema chilenos; dimensionar referencialmente los órdenes de magnitud económicos; e identificar los factores críticos de éxito. La aplicación se desarrolla en dos niveles articulados: (i) configuración ilustrativa de un modelo de tres capas que materializa el framework en el ecosistema chileno; y (ii) profundización empírica en el caso Copec Voltex —incumbente vertical con la mayor concentración de activos data-generadores del país— como aplicación del framework a un actor establecido. Carácter demostrativo, no prescriptivo: no constituye evaluación financiera ni estudio de factibilidad.

1.4 Alcance del estudio

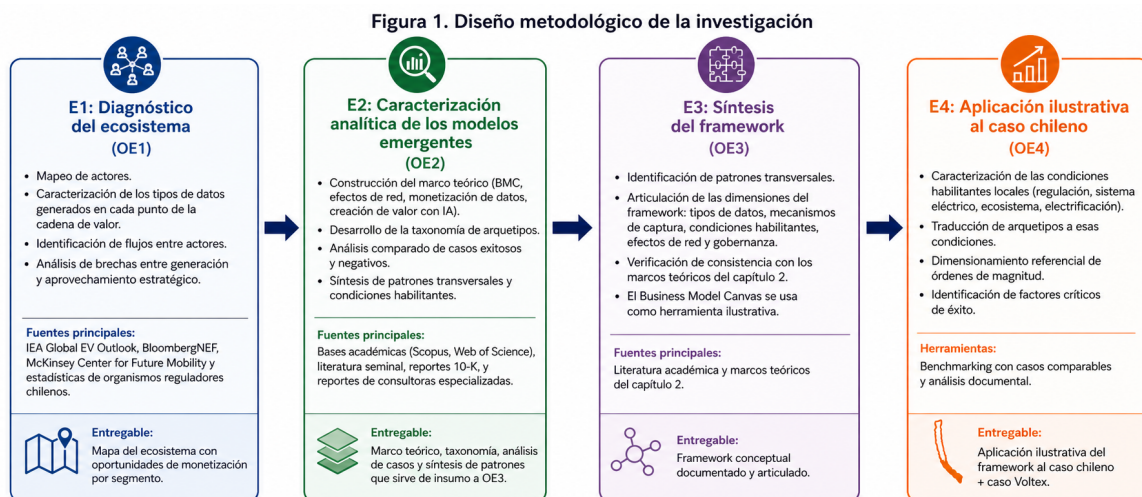
La investigación se circunscribe a las delimitaciones que sintetiza la Tabla 1, que define qué actores, períodos, geografías y aproximaciones quedan dentro del alcance —y, por contraste, qué materias relevantes quedan fuera, como la ingeniería de baterías, los algoritmos específicos de machine learning o la viabilidad financiera de un negocio concreto.

Dimensión	Alcance
Geográfico	Análisis global de arquetipos y casos (EE.UU., Europa, China); aplicación ilustrativa focalizada en Chile como líder regional, con flota de 4.400+ buses eléctricos en Santiago (MTT, 2025).
Sectorial	Actores que generan, procesan o consumen datos: CPOs, eMSPs, OEMs, utilities, operadores de flotas y verticales adyacentes (seguros, financieras, retail). Excluye fabricantes de componentes e infraestructura de distribución salvo como consumidores de datos.
Temático	Modelos de negocio basados en datos e IA; no incluye en profundidad ingeniería de vehículos, química de baterías ni desarrollo de algoritmos de ML, salvo en lo necesario para comprender la lógica de negocio.
Temporal	Tendencias y casos: 2020-2026 (fase de aceleración global). Aplicación al caso chileno y dimensionamiento referencial: horizonte 2026-2030, consistente con los ciclos de planificación estratégica y las proyecciones disponibles.
Tipo de estudio	Exploratorio-descriptivo (diagnóstico y caracterización) y propositivo (síntesis del framework). La aplicación al caso chileno es demostrativa: verifica plausibilidad y órdenes de magnitud, sin constituir evaluación financiera ni plan de negocios. Basado en fuentes secundarias y análisis documental, sin pilotos, entrevistas primarias ni experimentos. La aplicación al caso chileno se desarrolla en dos niveles articulados: aplicación general al ecosistema y profundización empírica en el caso Copec Voltex.

Tabla 1. Delimitaciones del estudio

1.5 Metodología de trabajo

La metodología se estructura en cuatro etapas secuenciales, cada una alineada con un objetivo específico, y combina técnicas de investigación documental, análisis comparado de casos y diseño estratégico. La Figura 1 sintetiza visualmente el diseño que se desarrolla a continuación.



Nota: BMC = Business Model Canvas; IA = Inteligencia Artificial; 10-K = informes anuales presentados ante la SEC (EE. UU.).

Figura 1. Diseño metodológico de la investigación

Etapa 1: Diagnóstico del ecosistema (OE1). Mapeo de actores, caracterización de los datos generados, identificación de flujos entre actores y análisis de brechas entre generación y aprovechamiento estratégico. Fuentes: IEA Global EV Outlook, BloombergNEF, McKinsey Center for Future Mobility y estadísticas de organismos reguladores chilenos. Entregable: mapa del ecosistema con oportunidades de monetización por segmento.

Etapa 2: Caracterización analítica (OE2). Construcción del marco teórico (BMC, efectos de red, monetización de datos, IA), desarrollo de la taxonomía de arquetipos, análisis comparado de casos exitosos y negativos, y síntesis inductiva de patrones. Fuentes: bases académicas (Scopus, Web of Science), literatura seminal, reportes 10-K y consultoras especializadas. Entregable: marco teórico, taxonomía, análisis de casos y patrones que sirven de insumo a OE3.

Etapla 3: Síntesis del framework (OE3). Identificación de patrones transversales y articulación con sus condiciones habilitantes; verificación de consistencia con los marcos teóricos del capítulo 2. El Business Model Canvas se usa como herramienta ilustrativa. Entregable: framework conceptual documentado.

Etapla 4: Aplicación al caso chileno (OE4). Caracterización de condiciones habilitantes locales (regulación, sistema eléctrico, ecosistema, electrificación), configuración ilustrativa de un modelo de tres capas, dimensionamiento referencial de órdenes de magnitud, identificación de factores críticos de éxito, y profundización empírica en el caso Copec Voltex como aplicación del framework a un incumbente vertical. Herramientas: benchmarking con casos comparables y análisis documental. Entregable: aplicación ilustrativa al caso chileno con modelo de tres capas y diagnóstico del caso Voltex.

2. Estado del Arte

2.1 La electromovilidad y su ecosistema de datos

Contexto global de la electromovilidad

La electromovilidad ha dejado de ser una tecnología de nicho para convertirse en el eje central de la transformación del transporte mundial. La aceleración es exponencial: las ventas globales de EVs pasaron de 14% del mercado en 2022 al 25% en 2025, con más de 20 millones de unidades vendidas y una flota acumulada de 58 millones de vehículos (IEA, 2025a; BloombergNEF, 2025). China lidera con aproximadamente 60% de las ventas globales, seguida por Europa (25%) y Estados Unidos (10%). La aceleración está impulsada por la convergencia de políticas públicas de descarbonización, reducción sostenida en los costos de baterías y maduración tecnológica. La Figura 2 ilustra la trayectoria reciente y la proyección al horizonte 2030 bajo el escenario STEPS (IEA, 2025b).

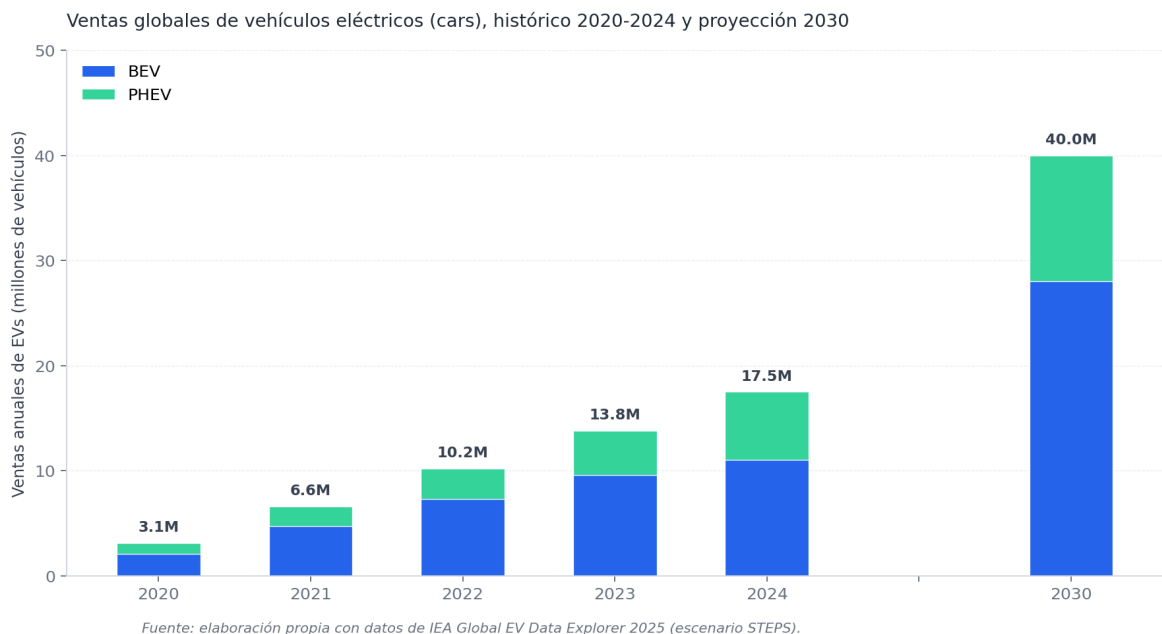


Figura 2. Ventas globales de vehículos eléctricos (cars), histórico 2020-2024 y proyección 2030 bajo escenario STEPS

El contexto latinoamericano: Chile como líder regional

América Latina presenta un panorama de adopción incipiente pero acelerada: la flota regional de vehículos electrificados se triplicó en 2024 (de 155.000 a 444.071 unidades, +187%; OLADE, 2025) y las ventas en Centro y Sudamérica crecieron a CAGR cercana al 140% entre 2020 y 2024 (Figura 3). Brasil lidera en volumen (9,8% de participación de mercado en enero 2026, BYD 59%); Chile lidera en electrificación pesada y en transporte público.

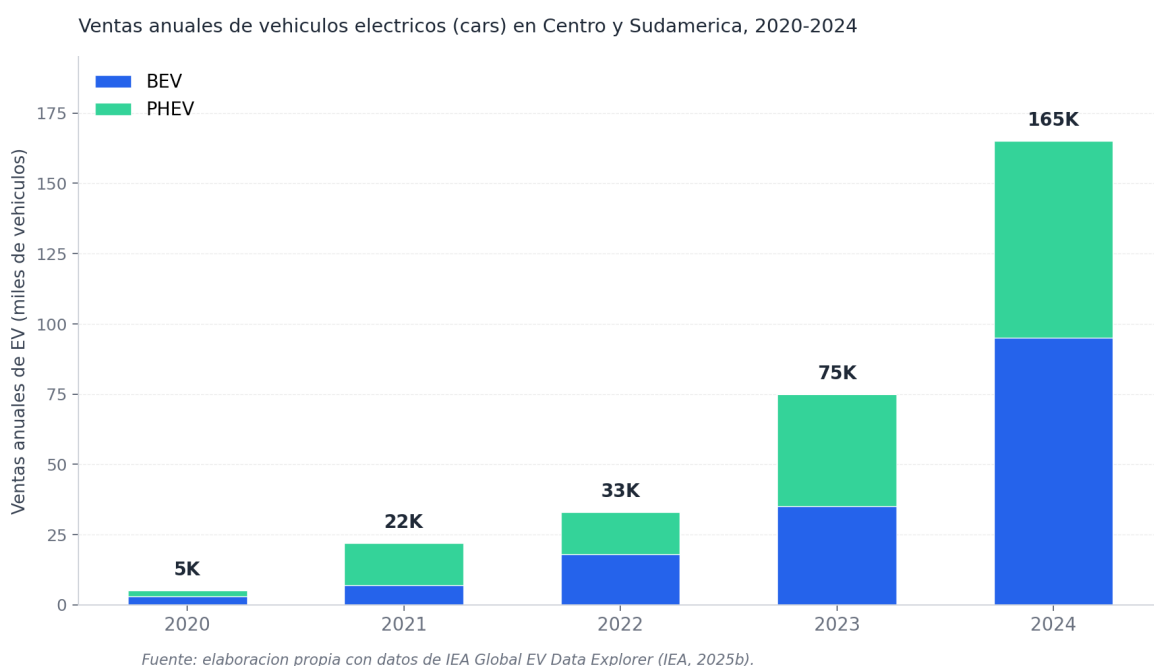


Figura 3. Ventas anuales de vehículos eléctricos en Centro y Sudamérica, 2020-2024

Chile opera la flota de buses eléctricos más grande fuera de China: más de 4.400 unidades en Santiago (68% del sistema RED) y Copiapó como primera ciudad latinoamericana con transporte público 100% eléctrico (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2025). En vehículos livianos, el primer semestre de 2025 alcanzó 21.282 unidades electrificadas (10,6% de participación; ANAC, 2025) y la infraestructura de carga pública duplicó su capacidad en menos de un año hasta 1.682 conectores y 59 MW (Bci Estudios, 2025). La meta de venta exclusiva de vehículos cero emisiones para 2035 exige crecimiento sostenido del 33% anual (Ministerio de Energía, 2024). Esta concentración configura el sustrato empírico

—flota institucional electrificada— sobre el que se construyen las propuestas analizadas en este trabajo.

Chile como líder regional en electromovilidad: indicadores clave (2024-2025)



Fuente: elaboracion propia con datos de MTT (2025), ANAC (2025) y Bci Estudios (2025).

Figura 4. Chile como líder regional en electromovilidad: indicadores clave (2024-2025)

Actores del ecosistema

El ecosistema de electromovilidad involucra múltiples actores con roles diferenciados en la generación y consumo de datos. La Figura 5 sintetiza visualmente las interrelaciones; la Tabla 2 detalla el rol, los datos generados y los actores representativos de cada categoría.

Ecosistema de electromovilidad y flujos de datos

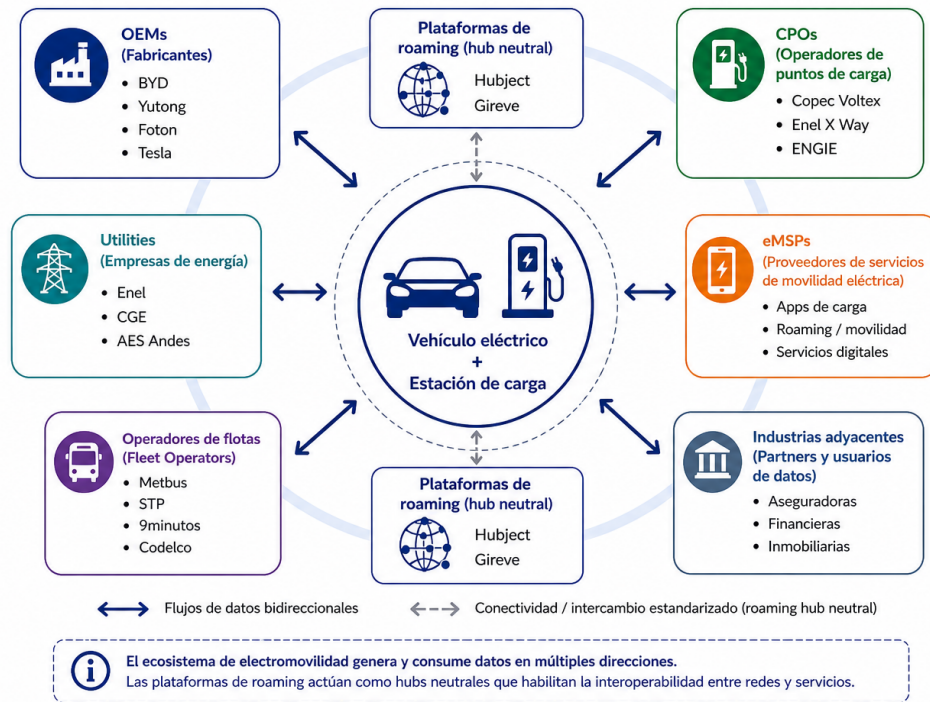


Figura 5. Mapa del ecosistema de electromovilidad y flujos de datos

Actor	Rol	Datos generados / consumidos	Ejemplos representativos
Operadores de puntos de carga (CPOs)	Despliegan y operan infraestructura física de carga.	Datos de sesión (inicio/fin, energía entregada, duración), logs de error, estado de conectores, valores de medidor.	Global: ChargePoint, EVBox, BP Pulse. Chile: Copec Voltex (146 puntos rápidos, ruta Coquimbo-Castro 2.200+ km), Enel X Way (proyecto ElectroRuta).
Proveedores de servicios de movilidad eléctrica (eMSPs)	Gestionan la relación con el conductor final.	Perfiles de usuario, datos de pago, preferencias, historial de carga, patrones de ubicación.	Apps de carga y servicios de roaming. Monetizan vía fees transaccionales y suscripciones.
Fabricantes de vehículos (OEMs)	Expanden hacia infraestructura de carga, integrando datos vehiculares con operación de red.	Telemetría vehicular, salud de baterías, uso de ADAS, datos de carga.	Tesla (sección 2.5). JV IONNA: BMW, GM, Honda, Hyundai, Kia, Mercedes-Benz, Stellantis, Toyota; US\$1.000M+ para 30.000 estaciones a 2030.
Empresas de energía	Gestionan flexibilidad	Demanda agregada,	Enel X (~5 GW de

Actor	Rol	Datos generados / consumidos	Ejemplos representativos
(utilities)	energética; operan Virtual Power Plants.	capacidad flexible, datos de carga residencial y comercial.	demanda flexible en Norteamérica, 14 países). En Chile, ENGIE opera modelo CaaS (sección 2.3).
Plataformas de roaming	Conectan CPOs y eMSPs mediante protocolos estandarizados; rol de hub neutral.	Datos agregados de movilidad inter-redes y patrones de uso transfronterizo.	Hubject (3.000+ partners B2B, 1M+ cargadores, 70+ países), Gireve. Modelo desarrollado en sección 2.3.

Tabla 2. Roles de los actores del ecosistema y datos generados

Tipos de datos generados

Un vehículo eléctrico conectado genera entre 1 y 2 terabytes de datos crudos diariamente (McKinsey, 2024). Los principales tipos incluyen: telemetría vehicular (velocidad, aceleraciones, GPS, uso de ADAS), datos de batería (SOC, SOH, ciclos, degradación), patrones de carga (tiempos, potencias, ubicaciones), comportamiento del usuario (hábitos, preferencias, respuesta a incentivos) y datos operativos de infraestructura (disponibilidad, utilización, incidencias). De este volumen, sin embargo, solo una fracción menor —del orden del 1% al 5% según McKinsey (2024)— es realmente utilizable para servicios de valor agregado, una vez aplicados los procesos de limpieza, normalización, anonimización y enriquecimiento. Esta asimetría entre dato crudo y dato monetizable es central para entender por qué la disposición a pagar reside en el servicio que el dato habilita y no en el dato per se.

Protocolos y estándares de interoperabilidad

Tres estándares articulan el flujo de datos del ecosistema. ISO 15118 define la comunicación entre vehículo y cargador, habilitando Plug&Charge y sentando la base técnica para Vehicle-to-Grid. OCPP (Open Charge Point Protocol) gobierna la relación cargador-backend; aunque OCPP 2.0.1 incorpora seguridad, smart charging e integración con ISO 15118, OCPP 1.6 sigue siendo la versión

dominante en terreno, especialmente en mercados emergentes. OCPI (Open Charge Point Interface) habilita el intercambio entre operadores de infraestructura y proveedores de servicios, condición necesaria para el roaming inter-redes. La Figura 6 sintetiza la articulación.

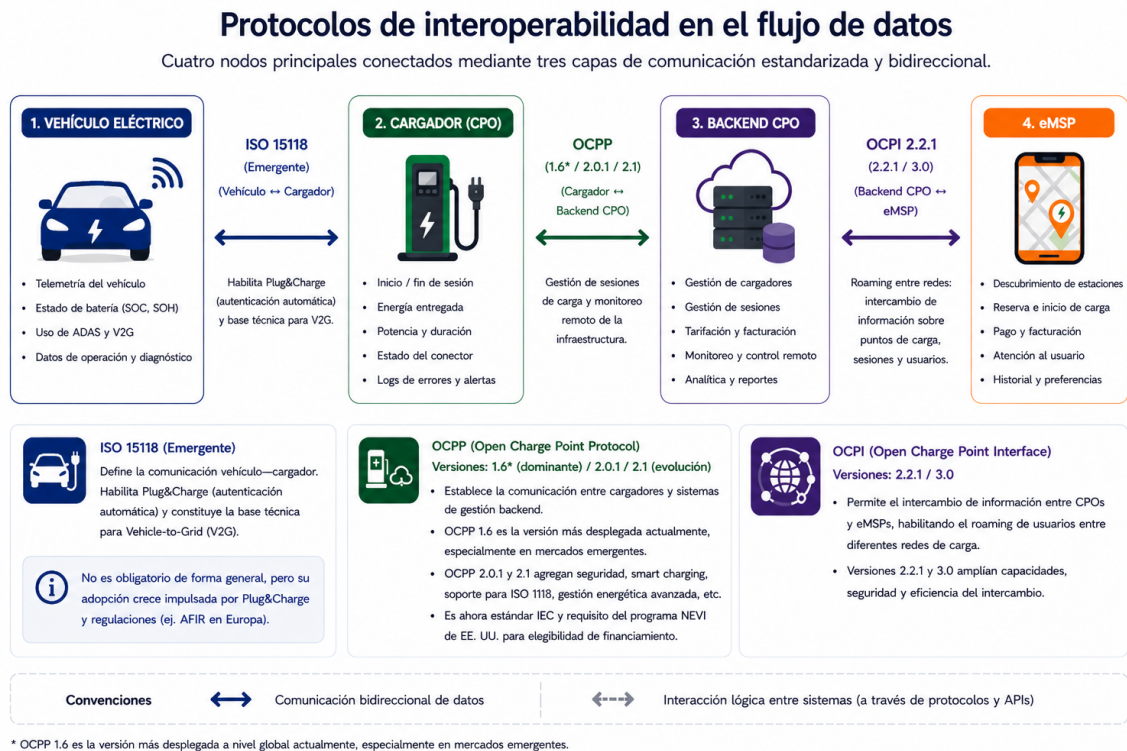


Figura 6. Capas de interoperabilidad y protocolos del ecosistema

La elección de protocolo no es decisión técnica autónoma sino prerequisite de modelo de negocio: define qué granularidad de datos puede capturarse y, por tanto, qué arquetipos de monetización son viables. La migración desde OCPP 1.6 hacia OCPP 2.0.1 ilustra el punto: la versión 1.6 entrega los datos básicos para operar la red, pero sólo OCPP 2.0.1 —combinado con ISO 15118— habilita los perfiles de carga dinámicos, los diagnósticos enriquecidos y los mecanismos de autenticación necesarios para los modelos data-embedded.

2.2 Marco teórico: modelos de negocio digitales

Definición de modelo de negocio

Un modelo de negocio describe la lógica mediante la cual una organización crea, entrega y captura valor. El Business Model Canvas de Osterwalder y Pigneur (2010), con sus nueve bloques (segmentos, propuesta de valor, canales, relaciones, ingresos, recursos, actividades, asociaciones, costos), se ha consolidado como herramienta estándar. Para electromovilidad específicamente, Goncearuc et al. (2022) adaptan el enfoque al mercado de carga combinando arquetipos de los actores clave (CPOs, eMSPs, OEMs, utilities, agregadores) con una lógica dinámica pertinente para mercados de rápida evolución.

Sobre esa base, tres referencias informan la lectura específica de modelos data-driven. Hartmann et al. (2016) tipifican seis arquetipos según fuente del dato y mecanismo de captura. Schüritz y Satzger (2016) distinguen modelos data-enhanced (datos que enriquecen un producto) de data-driven (datos como oferta) y muestran que la viabilidad sostenida depende del primero, no del segundo. Teece (2010) recuerda que la captura de valor exige diseño deliberado de mecanismos de apropiación. Estas referencias informan los arquetipos de 2.3 y los patrones de 2.6.

Economía de plataformas y efectos de red

Los modelos exitosos en electromovilidad operan como plataformas multi-sided que conectan grupos que se benefician mutuamente: más conductores atraen más operadores de estaciones, y viceversa. Rochet y Tirole (2003) proveen el marco analítico; Parker, Van Alstyne y Choudary (2016) aportan métricas operativas (tasa de éxito de interacción, calidad de match, fuerza de efectos de red, stickiness) y la lógica de pricing asimétrico —subsidiar al lado más sensible al precio y monetizar al de menor elasticidad—. Plataformas de roaming como Hujbert y Gireve son materialización directa de este patrón.

Monetización de datos

Gartner distingue tres enfoques de monetización de datos: directa —venta o licenciamiento—, ejemplificada por Otonomo y Wejo que procesaban miles de millones de data points diarios pero enfrentaron fusión forzada y liquidación (sección 2.5); indirecta —uso interno para optimización operativa, mantenimiento predictivo y mejora de experiencia—; y embedded —productos y servicios mejorados con capas de datos e inteligencia, como seguros telemáticos que ajustan primas por comportamiento real—. La evidencia empírica de los casos sugiere que el enfoque embedded captura valor sostenible mientras el directo enfrenta problemas de defensibilidad.

El tamaño del fenómeno justifica atención estratégica pero también cautela. McKinsey estimó inicialmente que la monetización de datos vehiculares representaría un pool de US\$450-750 mil millones anuales para 2030, cifra revisada posteriormente a US\$250-400 mil millones (McKinsey, 2024, 2025) reflejando mayor cautela sobre la velocidad de monetización. El mercado de automotive data monetization alcanzó US\$9 mil millones en 2025, con proyección a US\$30 mil millones para 2035 (InsightAce, 2026).

Creación de valor con inteligencia artificial

La IA habilita nuevas fuentes de ingresos que no existían en modelos tradicionales. La Tabla 3 sintetiza las aplicaciones con mayor madurez desde la perspectiva de valor de negocio.

Aplicación	Función	Beneficio o benchmark	Actor de referencia
Pricing dinámico	Ajuste de tarifas en tiempo real según demanda, disponibilidad de renovables y condiciones de red.	Optimiza captura de valor por sesión y aprovechamiento de excedentes energéticos.	ChargePoint plataforma AI-driven (ChargePoint, 2025)
Mantenimiento predictivo	Anticipación de fallas mediante análisis de telemetría y patrones de operación.	90% de precisión en fallas inminentes; 20% de reducción en eventos no programados.	Uptake Technologies (2024)

Aplicación	Función	Beneficio o benchmark	Actor de referencia
Optimización de flotas	Planificación inteligente de rutas, asignación de vehículos y gestión de carga.	Hasta 70% de reducción en errores y tiempo de configuración (suite GenAI).	Optibus (2025)
Gestión energética	Optimización de cuándo y cómo cargar vehículos para minimizar costos y maximizar uso de renovables.	Hasta 42% de reducción en demanda pico del hogar.	Reportes del sector energético (2025)

Tabla 3. Aplicaciones de inteligencia artificial en electromovilidad

2.3 Taxonomía de modelos basados en datos e IA

Los modelos de negocio data-driven en electromovilidad pueden agruparse en cinco arquetipos diferenciados, cada uno con una lógica propia de creación de valor, mecanismos de monetización específicos y condiciones habilitantes distintas. Esta sección desarrolla cada arquetipo en profundidad, examinando no solo qué hace cada modelo, sino también qué condiciones lo viabilizan y qué tensiones enfrenta. La Figura 7 visualiza los cinco arquetipos como mapa conceptual y la Tabla 4 ofrece una síntesis comparativa.

Mapa de los cinco arquitectos data-driven en electromovilidad

Los modelos más exitosos combinan al menos dos arquitecturas, aprovechando el flujo de datos del ecosistema.

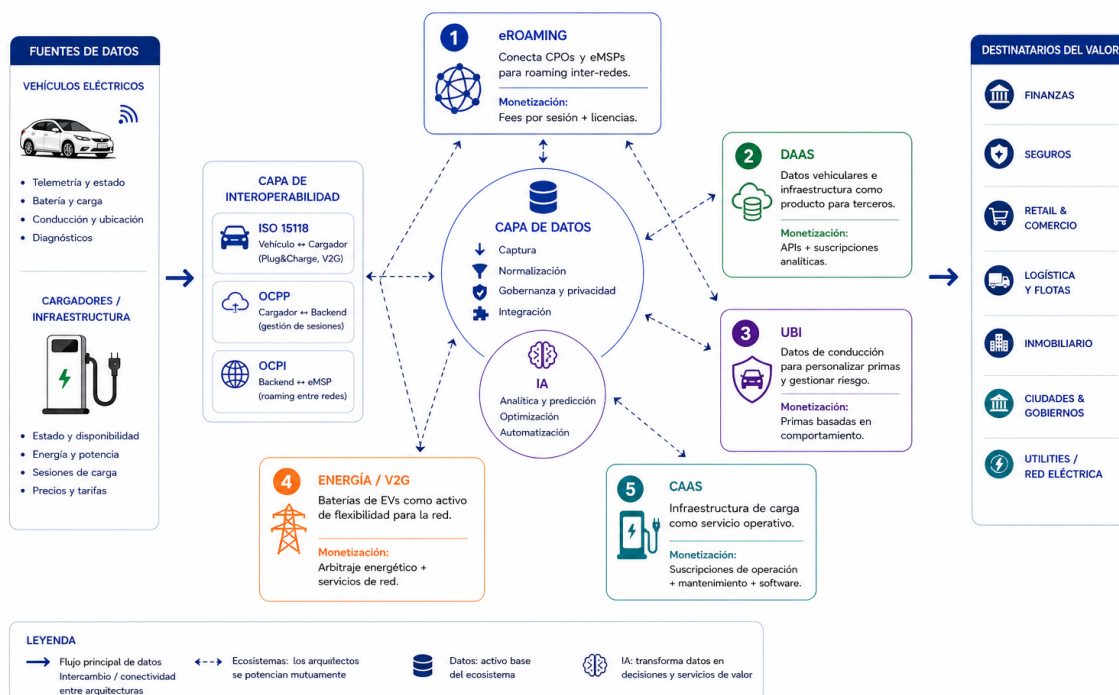


Figura 7. Mapa conceptual de los cinco arquetipos de modelos data-driven

Modelo	Lógica central	Monetización	Actores clave	Tamaño de mercado
Plataformas eRoaming	Hub neutral que conecta CPOs y eMSPs para roaming inter-redes	Fees transaccionales por sesión; licencias de software	Hubject (3.000+ partners B2B, 1M+ cargadores), Gireve	Embedded en ingresos CPO/eMSP
Data-as-a-Service (DaaS)	Datos vehiculares como producto independiente	Licenciamiento de feeds, APIs, suscripciones analíticas	Otonomo, Wejo, Stellantis, Mobilisights, Caruso	\$9B (2025) → \$30B (2035) (InsightAce, 2026)
Seguros telemáticos (UBI)	Datos de conducción real para personalizar primas	Primas basadas en comportamiento; servicios B2B2C	Tesla Insurance, Root, Cambridge Mobile Telematics, Jooycar	US\$4-5B (2024); crecimiento anual reportado 18-22%
Servicios energéticos/V2G	Baterías de EVs como activo de flexibilidad para la red	Arbitraje energético, demand response, pagos regulatorios	Octopus/Kraken, Nuvve, Wallbox	\$6,3B (2025) → \$65,8B (2035), CAGR 26,5%
Charging-as-a-Service	Infraestructura de carga convertida de CapEx a OpEx	Suscripciones operación + mantenimiento +	ChargePoint, ENGIE, Volta (adq. Shell)	Crecimiento sostenido al 2030 (P&S Intelligence,

Modelo	Lógica central	Monetización	Actores clave	Tamaño de mercado
		software		2025)

Tabla 4. Síntesis comparativa de arquetipos

2.3.1 Plataformas de eRoaming

Las plataformas de eRoaming son hubs neutrales que conectan CPOs y eMSPs y permiten que un usuario con una sola cuenta acceda a redes de múltiples operadores, reduciendo la fricción de un ecosistema estructuralmente fragmentado. La monetización ocurre vía fees transaccionales por sesión (céntimos por kWh o por sesión) más licencias de software; Hubject opera con más de 3.000 partners B2B y supera el millón de cargadores en 70+ países (Hubject, 2025). Es un arquetipo de bajo margen y alta escala que requiere estándares abiertos (OCPI/OCPP/ISO 15118), fragmentación de mercado y masa crítica de operadores y usuarios; sus tensiones son la baja captura por transacción y el riesgo de desintermediación si los grandes actores migran a acuerdos directos.

2.3.2 Data-as-a-Service (DaaS)

El arquetipo Data-as-a-Service comercializa los datos generados por vehículos conectados e infraestructura de carga como producto independiente (feeds, APIs, suscripciones analíticas) a verticales como seguros, smart cities o retail. Otonomo procesaba miles de millones de data points diarios desde más de 20 millones de vehículos antes de fusionarse forzosamente con Urgently en 2023; Wejo, su competidor más cercano, entró en proceso de administración británico el mismo año. La causa no fue la calidad del producto sino la disposición a pagar de las verticales objetivo y el incentivo de los OEMs (Stellantis Mobilisights, GM, Mercedes) a monetizar internamente sus datos antes que cederlos a brokers (Stellantis, 2024). La lección es definitiva: el DaaS puro como intermediación (brokerage) no alcanza viabilidad; los modelos exitosos integran datos con servicios específicos. Condiciones habilitantes: conectividad masiva de la flota,

acuerdos de cesión de datos con OEMs y demanda probada por verticales con disposición a pagar.

2.3.3 Seguros telemáticos (Usage-Based Insurance, UBI)

El arquetipo UBI utiliza datos de conducción real (velocidad, frenadas, aceleraciones, ADAS, patrones horarios) para individualizar primas de seguro automotriz. El mercado se estructura en tres capas: operadores direct-to-consumer (Tesla Insurance en 12 estados de EE.UU. al cierre de 2024; Root, Metromile), proveedores de telematics-as-a-service para aseguradoras incumbentes (Cambridge Mobile Telematics, Octo Telematics) y players regionales (Jooycar en Chile, Colombia y Perú). El segmento alcanzó US\$4-5 mil millones en 2024 con CAGR reportada de 18-22%. Sus condiciones habilitantes son la telemática disponible, el marco regulatorio que permita pricing por comportamiento, la aceptación cultural del monitoreo y volumen actuarial suficiente; sus tensiones, la lentitud de adopción en mercados conservadores y los costos de reparación más altos en EVs que limitan los ahorros transferibles al cliente.

2.3.4 Servicios energéticos y Vehicle-to-Grid (V2G)

Este arquetipo convierte la batería del EV en activo de flexibilidad para el sistema eléctrico mediante tres mecanismos: smart charging unidireccional (V1G) que aprovecha precios variables, demand response donde el operador del sistema paga por diferir o reducir carga en horarios pico, y V2G bidireccional que permite vender energía de vuelta a la red. Octopus Energy es el referente integrado —energía + plataforma de software— (caso desarrollado en 2.5); Nuvve, especialista V2G puro, opera contratos por US\$400 millones con el Estado de Nuevo México y flotas escolares en Colorado. El mercado V2G proyecta crecer de US\$6,3 mil millones en 2025 a US\$65,8 mil millones en 2035 (Astute Analytica, 2026). Sus condiciones habilitantes son particularmente exigentes —precios mayoristas transparentes, alta penetración de renovables, marco regulatorio que habilite generación distribuida e inyección, tecnología bidireccional (ISO 15118-

20) y compensación que supere el desgaste percibido de batería—, lo que explica por qué V2G bidireccional sigue siendo nicho frente al V1G más extendido.

2.3.5 Charging-as-a-Service (CaaS)

El arquetipo CaaS convierte la infraestructura de carga de CapEx en OpEx: el proveedor instala, opera y mantiene los cargadores y cobra suscripción mensual, tarifa por kWh o una combinación, eliminando la fricción del CapEx inicial para el cliente. ChargePoint es el caso emblemático y simultáneamente el ejemplo de sus tensiones —pivot a SaaS no compensado por el declive del hardware— (desarrollado en 2.5). ENGIE Chile validó el modelo en el contexto local con 40% de ahorro reportado frente al CapEx tradicional (ENGIE Chile, 2024). Volta —operador que combinaba CaaS con publicidad sobre estaciones— fue adquirida por Shell en 2023, según información de prensa especializada, lo que sugiere que el modelo aislado tiene dificultades para sostenerse sin integración con una infraestructura energética mayor. Sus condiciones habilitantes son la presencia de operadores con restricciones de capital propio, necesidad operativa de carga garantizada (típica de flotas), contratos de largo plazo (10-15 años) y software de gestión maduro; su tensión central es la intensidad de capital del proveedor.

Naturaleza combinatoria de los arquetipos

Estos cinco arquetipos no son mutuamente excluyentes ni se observan en estado puro en los actores más exitosos. Tesla combina elementos de DaaS, UBI y servicios energéticos sobre una base de integración vertical con sus vehículos. ChargePoint articula CaaS con analítica de datos y pricing dinámico. Octopus Energy fusiona servicios energéticos con gestión de plataforma de software multi-utility. Y los casos negativos del arquetipo DaaS puro (Otonomo, Wejo) sugieren que la captura de valor sostenible exige combinar datos con servicios específicos, no comercializar datos como brokerage neutral. Esta naturaleza combinatoria es uno de los patrones transversales que se desarrolla en la sección 2.6, donde se sintetizan las regularidades estructurales que el análisis de los cinco arquetipos y los casos de referencia revela.

2.4 Industrias adyacentes que monetizan datos de electromovilidad

Antes de examinar los casos (2.5) conviene caracterizar las industrias adyacentes que se están integrando al flujo de datos de electromovilidad, porque varias son las clientas finales de los arquetipos de 2.3 y constituyen la demanda real que validará empíricamente el patrón 2 del framework.

El sector financiero aprovecha la telemetría vehicular para predecir valor residual de baterías, gestionar riesgo crediticio y ofrecer Vehicle-as-a-Service. El retail descubrió que la infraestructura de carga es herramienta de fidelización: los conductores que cargan mientras compran permanecen 50 minutos adicionales en tienda y 89% realiza alguna compra (Bain & Company, 2025). La logística optimiza rutas con IA y aplica mantenimiento predictivo con 90% de precisión (Uptake Technologies, 2024). El sector inmobiliario documenta un premium de 3,3% en propiedades dentro de 1 km de estaciones de carga (Nature Sustainability, 2024); edificios con carga de EVs logran mayores tasas de ocupación y rentas (JLL, 2022). En transporte público, la inversión de Copec en Optibus ilustra la convergencia entre capital privado y software inteligente. Emerge además una tendencia a la integración multi-servicio —EV-as-a-Service que combina vehículo, seguro, mantenimiento y carga; préstamos verdes con cargadores financiados en factura; seguros bundled con tarifas energéticas optimizadas— que apunta a ecosistemas integrados de servicios alrededor de la movilidad eléctrica.

Conviene distinguir dos formas en que estas industrias se relacionan con la electromovilidad: las externalidades positivas —retail, inmobiliario— no requieren comercialización de datos; pero cuando las verticales adyacentes integran información de movilidad eléctrica para diferenciar sus productos, adquieren servicios habilitados por los datos, no datos crudos.

2.5 Casos de referencia

Para ilustrar cómo los arquetipos descritos se materializan operativamente, se analizan cinco casos seleccionados por cubrir el espectro completo del fenómeno:

tres referentes consolidados (Tesla, ChargePoint, Octopus Energy), un caso negativo que ilumina las condiciones de fracaso (Otonomo/Wejo) y un especialista de nicho que demuestra viabilidad en V2G (Nuvve). El criterio de selección no es la escala absoluta sino la capacidad de cada caso para revelar tensiones estructurales del modelo. La Tabla 5 sintetiza las dimensiones clave de los tres casos consolidados; los casos negativos y de nicho se desarrollan en prosa por su carácter ilustrativo más que comparativo.

Dimensión	Tesla	ChargePoint	Octopus Energy
Propuesta de valor	Ecosistema integrado: vehículo + carga + seguro + software	Plataforma SaaS para gestión de infraestructura de carga	Integración energía-movilidad; carga inteligente automatizada
Ventaja competitiva	NACS (SAE J3400) como estándar; red abierta a competidores; V4 500kW	240K+ cargadores conectados; compatibilidad OCPP multi-marca	Algoritmos propietarios; VPP 500K+ dispositivos, 2+ GW; 200K+ clientes EV
Modelo de datos	Telemetría de flota alimenta Autopilot/FSD; datos de competidores en su red	Patrones de uso masivos informan IA predictiva y pricing dinámico	Optimización con precios mayoristas; demand response a escala
Ingresos clave	Supercharger US\$1B+ anual; FSD suscripción; Insurance 12 estados (al cierre 2024)	Suscripción US\$144,3M FY2025 (+20%); hardware en declive (-35%)	Tarifas EV; Kraken licenciado a otras utilities; VPP
Salud financiera	Supercharger rentable como unidad standalone	Revenue -18% FY2025; pérdida neta US\$277,1M; meta EBITDA+ FY2026	Kraken escindido a US\$8.650M (dic 2025); posible IPO 2026
Aplicabilidad a Chile/LatAm	Alta barrera de entrada; NACS relevante si se adopta regionalmente	Modelo SaaS probado; competencia con actores locales	Requiere mercado energético maduro; ENGIE Chile valida CaaS similar

Tabla 5. Comparación de casos consolidados

Tesla: integración vertical como plataforma de monetización

Tesla representa la versión más extrema de integración vertical: vehículo, infraestructura de carga, software de conducción asistida y seguros operan como ecosistema único donde cada componente alimenta a los demás. La red de Superchargers genera ingresos superiores a US\$1.000 millones anuales y opera

rentablemente como unidad standalone (Tesla, 2025); el NACS fue oficializado como SAE J3400 en septiembre de 2024, abriendo la red a otras marcas; Tesla Insurance usa datos directos del vehículo para pricing comportamental. La lección estructural: la integración vertical permite monetización en capas adyacentes que actores especializados no alcanzan, pero su replicabilidad es prácticamente nula —requiere control simultáneo de hardware, infraestructura, software y relación con el cliente final, con horizontes de inversión de más de una década—. Es referente conceptual, no plantilla operativa.

ChargePoint: el pivot hardware-a-software bajo presión

ChargePoint ilustra simultáneamente la promesa y los límites del pivot hardware-a-software. La compañía mantiene la red más extensa de cargadores conectados en Norteamérica (240.000+) y ha apostado por convertir esa base en plataforma de software con ingresos recurrentes. Los resultados FY2025 muestran una transición inacabada: los ingresos por suscripción crecieron 20% hasta US\$144,3 millones, validando la dirección, pero el revenue total cayó 18% por contracción del hardware (-35%) y se registró pérdida neta de US\$277,1 millones (ChargePoint Holdings, 2025). La lección estructural: el viraje a SaaS es conceptualmente correcto pero exige una escala que pocos actores alcanzan; replicarlo sin base instalada implica años de unit economics negativos antes del equilibrio.

Octopus Energy: el software de utility como activo independiente

Octopus Energy materializa el arquetipo de servicios energéticos integrados con una particularidad decisiva: la separación entre el retail energético y la plataforma tecnológica que lo opera. Intelligent Octopus gestiona la carga de más de 200.000 clientes EV en Reino Unido y agrega 2+ GW como Virtual Power Plant. La validación más contundente vino de la plataforma: Kraken fue escindido en diciembre de 2025 con valoración de US\$8.650 millones —con posible IPO en 2026 a US\$15.000 millones—, se licencia a otras utilities globales y supera US\$500 millones de ingresos (Octopus Energy Group, 2025). La lección es doble: el valor se captura mejor en la capa de software que en la operación física; y la

replicabilidad depende de condiciones regulatorias específicas (precios mayoristas transparentes, alta penetración de renovables, esquemas que recompensan flexibilidad) no plenamente presentes en mercados latinoamericanos.

Otonomo y Wejo: el fracaso del DaaS puro como advertencia

Otonomo y Wejo eran las dos referencias globales del DaaS puro (caracterizadas en 2.3.2). Wejo entró en administración británica en mayo de 2023; Otonomo se fusionó forzosamente con Urgently el mismo año, abandonando el pure-play de datos. La causa no fue la calidad del producto sino la disposición a pagar de las verticales objetivo y el incentivo de los OEMs a monetizar internamente sus datos. La lección es definitiva: el valor no reside en el dato sino en el servicio que el dato habilita; el DaaS puro carece de defensibilidad y enfrenta baja disposición a pagar, mientras las propuestas viables integran datos con servicios diferenciados donde el cliente compra resultado, no información cruda.

Nuvve: V2G especializado y viable en nicho

Nuvve opera como contraejemplo del caso anterior: un especialista focalizado en V2G escolar y comercial que demuestra viabilidad operativa en un arquetipo todavía emergente. Fue adjudicada un contrato turnkey de US\$400 millones con el Estado de Nuevo México para electrificar flotas durante cuatro años, y ha desplegado soluciones V2G de 60 kW DC en flotas de buses escolares en Colorado mediante una alianza con Colorado/West Equipment, generando ingresos por participación en mercados de demand response y arbitraje energético (Nuvve, 2025). El caso evidencia que el arquetipo V2G, aunque incipiente a escala, ya genera rentabilidad positiva cuando se aplica a casos de uso correctos: flotas con horarios predecibles, ubicación fija nocturna y baterías subutilizadas durante periodos extensos. Para mercados emergentes, Nuvve es referente más relevante que Octopus porque opera sin requerir el ecosistema regulatorio sofisticado del Reino Unido.

Síntesis transversal

Los cinco casos en conjunto revelan tres regularidades que se desarrollan en la sección 2.6. Primero, el valor migra sistemáticamente del hardware al software de inteligencia, con Tesla, ChargePoint y Octopus convergiendo en esa dirección desde puntos de partida distintos. Segundo, los modelos data-only sin servicio incrustado fracasan —Otonomo y Wejo así lo demuestran— mientras los modelos data-embedded prosperan. Tercero, las condiciones habilitantes regulatorias y de infraestructura son determinantes: Octopus no es replicable sin el mercado eléctrico británico, Nuvve sí lo es en contextos más simples. Estas tres regularidades, junto con dos adicionales sobre efectos de red y combinatoriedad, estructuran el framework que se sintetiza en la sección 2.6.

2.6 Patrones transversales y condiciones habilitantes

Hasta este punto, el capítulo ha derivado inductivamente la evidencia (OE2) mediante la taxonomía de arquetipos (2.3), la caracterización de la demanda adyacente (2.4) y el análisis comparado de casos (2.5). La presente sección formaliza esa evidencia (OE3): sintetiza las regularidades estructurales que trascienden los modelos individuales en cinco patrones transversales, y deriva las cuatro condiciones habilitantes específicas para mercados emergentes. La articulación de patrones con condiciones constituye el framework conceptual al que apunta la investigación, cuya aplicación al caso chileno se desarrolla en el capítulo 3.

Patrón 1: el valor migra del hardware hacia el software de inteligencia

Los casos consolidados convergen desde puntos de partida distintos: ChargePoint pivota tras una década en hardware hacia ingresos por suscripción que crecen 20% anual mientras el hardware decrece; Tesla construye rentabilidad incremental en la operación de su red como plataforma, no en la venta de Superchargers; y Octopus Energy alcanza —entre los actores especializados en electromovilidad— la mayor valoración asociada a su capa de software pura (Kraken), un múltiplo que no replica ningún operador de infraestructura física

comparable. La implicación práctica es que cualquier nuevo actor debe diseñar la capa de software como activo principal y la capa física como complemento, invirtiendo la lógica tradicional de la industria del transporte.

Patrón 2: los modelos data-only fracasan; los data-embedded prosperan

La comparación entre Otonomo/Wejo (fracasos) y Tesla Insurance, Octopus o Nuvve (exitosos) revela una distinción fundamental. Los modelos que comercializan datos como producto agnóstico (feeds, APIs, suscripciones a información) enfrentan baja disposición a pagar y desintermediación por parte de quienes generan el dato. Los modelos que incrustan los datos en un servicio diferenciado (pricing de seguro, optimización de carga, mantenimiento predictivo, agregación V2G) capturan valor sostenible porque venden resultado, no insumo. Toda monetización exitosa se estructura alrededor de un servicio específico que usa los datos como diferenciador. Este patrón coincide con la distinción teórica entre modelos data-enhanced y data-driven propuesta por Schüritz y Satzger (2016) y reseñada en la sección 2.2: la evidencia empírica de los casos converge con la regularidad ya identificada en la literatura, lo que refuerza su carácter estructural.

Patrón 3: la regulación es habilitante o bloqueante, no neutral

Los modelos analizados dependen críticamente de condiciones regulatorias que pueden estar presentes o ausentes en cada mercado. Octopus Energy opera bajo precios mayoristas transparentes y mercados de balance abiertos a agregadores; los modelos eRoaming requieren OCPI/OCPP adoptados; los UBI requieren pricing por comportamiento permitido; el V2G requiere normativa de generación distribuida con pago a inyección. El diagnóstico regulatorio no es contexto secundario sino condición de existencia: un mismo modelo puede ser rentable en un país e inviable en el vecino, en función exclusivamente del marco normativo.

Patrón 4: los efectos de red multi-sided se acumulan en capas

Los modelos exitosos no presentan un solo efecto de red sino capas acumulativas. Tesla acumula efectos en cuatro lados simultáneamente

(conductor, competidor, software, estándar): más Superchargers atraen más clientes, más vehículos no-Tesla cargando generan ingresos y datos, más datos mejoran FSD, más adopciones de NACS consolidan el conector. Octopus acumula efectos similares en clientes EV, dispositivos VPP y licencias de Kraken a otras utilities. La estrategia óptima no consiste en optimizar un único efecto sino en diseñar un modelo donde cada nuevo participante active ventajas para múltiples lados simultáneamente.

Patrón 5: la rentabilidad llega por escala y combinación, no por modelo único

Ningún caso analizado es rentable operando un solo arquetipo aislado. Tesla combina integración vertical con CaaS, DaaS, UBI y FSD; ChargePoint articula CaaS con analítica y pricing dinámico; Octopus integra retail energético, V2G, demand response y plataforma SaaS. Los pure-plays (Otonomo en DaaS, Volta en CaaS+publicidad) no alcanzaron viabilidad sostenida. Cualquier propuesta debe combinar al menos dos o tres arquetipos para tener probabilidad de viabilidad; los modelos mono-arquetipo son punto de entrada táctico, no estado de equilibrio.

Condiciones habilitantes para mercados emergentes

Los cinco patrones, en conjunto, revelan que la viabilidad de modelos de negocio data+IA en electromovilidad para mercados emergentes depende de cuatro condiciones habilitantes específicas, distintas a las que aplican en mercados desarrollados.

Primera condición: concentración de la demanda inicial en flotas y operadores institucionales. En mercados con baja penetración de vehículos particulares, la masa crítica de datos solo puede provenir de flotas concentradas (transporte público, logística, minería) y no de usuarios individuales dispersos. El modelo debe diseñarse B2B desde el origen.

Segunda condición: combinación obligatoria de al menos dos arquetipos. Dada la escala limitada del mercado individual, ningún arquetipo aislado alcanza unit economics viables. La combinación de optimización operativa (Capa 1,

equivalente a CaaS extendido) con al menos un mecanismo adicional de monetización (DaaS embebido o servicios energéticos) es condición de existencia, no opción estratégica.

Tercera condición: marco regulatorio mínimo presente o en formación. Los componentes V2G y de demand response requieren marcos de generación distribuida y agregación de demanda; los componentes DaaS embebido requieren ley de protección de datos clara. En ausencia de estos marcos, esas capas deben tratarse como opcionalidad futura y no formar parte del modelo base.

Cuarta condición: posicionamiento neutral frente a actores verticalmente integrados. Dado que en mercados emergentes los actores incumbentes (utilities, OEMs, operadores de carga globales) tienden hacia integración vertical, una propuesta neutral que se posicione como infraestructura compartida tiene defensibilidad estructural mayor que una que compita directamente con esos actores en sus segmentos principales.

En conjunto, los cinco patrones y las cuatro condiciones habilitantes constituyen el framework conceptual al que apunta esta investigación: una articulación de regularidades estructurales (los patrones) con criterios de aplicabilidad contextual (las condiciones), que opera como instrumento de lectura estratégica del fenómeno.

El framework tiene carácter explicativo —identifica regularidades estructurales que emergen del análisis comparado de arquetipos y casos— y permite, a partir de esas regularidades, inferencias normativas respecto a la viabilidad estratégica de propuestas concretas; no constituye, sin embargo, un modelo prescriptivo que dicte una configuración única ni un plan de implementación. La Figura 8 sintetiza visualmente los dos componentes y sus interrelaciones. El capítulo 3 examina su pertinencia mediante una aplicación ilustrativa al caso chileno.

Framework conceptual: patrones transversales y condiciones habilitantes

Regularidades estructurales y criterios contextuales que determinan la viabilidad de modelos data+IA en electromovilidad.

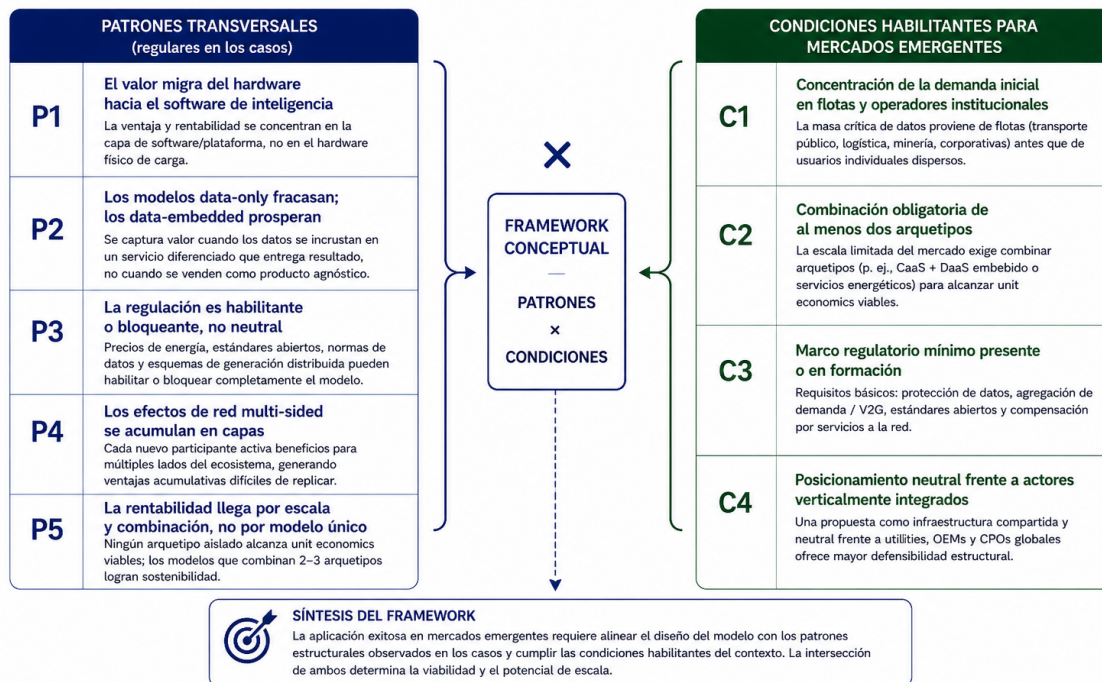


Figura 8. Framework conceptual: patrones y condiciones habilitantes

3. Aplicación ilustrativa: el caso chileno

Esta sección aplica el framework del capítulo 2 al contexto chileno con propósito demostrativo: verificar que los cinco patrones se materializan y que las cuatro condiciones habilitantes se satisfacen en un mercado emergente concreto. El capítulo procede en cuatro pasos: traducción del framework al ecosistema local (3.1), configuración de un modelo ilustrativo de tres capas (3.2), dimensionamiento referencial y factores críticos (3.3 y 3.4), y profundización empírica en el caso Copec Voltex como aplicación a un incumbente vertical (3.5). La aplicación es ilustrativa: no constituye plan de negocios ni evaluación de factibilidad financiera.

3.1 Aplicación del framework al contexto chileno

Brechas en el ecosistema chileno

El examen del ecosistema chileno a la luz del framework revela una paradoja consistente con la observada a nivel global: existe abundancia creciente de datos generados por flotas eléctricas, pero el aprovechamiento estratégico permanece limitado. Los buses eléctricos de Santiago generan diariamente terabytes de información sobre rutas, consumo energético, estado de baterías y patrones operacionales que se utilizan principalmente para funciones operativas básicas, sin explotar su potencial mediante los arquetipos identificados en 2.3. Las flotas de logística urbana en proceso de electrificación enfrentan la misma situación: empresas como 99minutos podrían alimentar modelos predictivos sofisticados pero carecen de capacidades internas de IA. A nivel global, la encuesta de Gartner (2024) refleja la magnitud del fenómeno: solo el 8% de las empresas de transporte reportan impacto medible de IA pese a que el 95% la están explorando. La Tabla 6 sintetiza las brechas específicas observadas en el ecosistema chileno junto con el arquetipo del framework que cada brecha permite atender.

Brecha	Descripción	Evidencia	Arquetipo aplicable (sec. 2.3)
Subutilización de datos operacionales	Flotas generan TB diarios usados solo para funciones básicas, sin explotación analítica avanzada	Solo 8% de empresas de transporte reportan impacto medible de IA (Gartner, 2024)	Charging-as-a-Service extendido con capa de inteligencia operativa
Fragmentación del ecosistema de datos	Datos dispersos entre CPOs, eMSPs, OEMs y utilities sin integración	Múltiples protocolos (OCPP, OCPI, ISO 15118) en adopción desigual	Capa neutral con efectos de red (patrón 4 de sec. 2.6)
Brecha de capacidades de IA	Operadores carecen de equipos de data science internos	Escasez de talento IA en Chile, alta concentración en sector financiero	Servicios analíticos como suscripción
Desaprovechamiento del potencial energético	Baterías de flotas representan almacenamiento distribuido no gestionado	Piloto V2G operativo (Agencia SE + ENEL + Nissan, 2025)	Servicios energéticos / V2G con condiciones habilitantes en formación

Tabla 6. Brechas observadas en el ecosistema chileno

Traducción del framework por segmento

La aplicación del framework requiere examinar cómo los arquetipos se traducen a los segmentos relevantes en Chile. Cuatro segmentos resultan prioritarios por su escala actual o trayectoria de electrificación. La Tabla 7 sintetiza la traducción.

Segmento	Escala en Chile	Dolor principal	Configuración del framework	Referencia de mercado
Transporte público	4.400+ e-buses Santiago (68% flota RED); red de electroterminales en expansión; despliegue en 8 ciudades	Optimización de carga en horarios pico; planificación de rutas con restricciones eléctricas	CaaS extendido + servicios energéticos: ruteo con restricciones de batería + gestión de carga	Optibus gestiona 10.000 buses — eléctricos y convencionales— en el sistema RED de Santiago (Optibus, 2025); inversión Copec en Optibus
Logística y última milla	Electrificación incipiente: 99minutos, Cornershop, Rappi	Ansiedad de autonomía; pocos cargadores disponibles	CaaS extendido: rotación inteligente de vehículos en cargadores; predicción de	ENGIE Chile validó CaaS con 99minutos: 40% ahorro (ENGIE

Segmento	Escala en Chile	Dolor principal	Configuración del framework	Referencia de mercado
			autonomía por ruta	Chile, 2024)
Minería	Codelco: piloto buses + camiones Cat DET (Codelco, 2025); BHP, Anglo American en exploración	Dos tercios de emisiones GEI provienen de camiones; operaciones en condiciones extremas	CaaS extendido: monitoreo subterráneo, gestión energética remota, mantenimiento predictivo	Meta Codelco: 70% reducción carbono 2030; 100% energía limpia 2026 (Codelco, 2025)
Industrias adyacentes	Aseguradoras (SURA, HDI), financieras, utilities (Enel, CGE), inmobiliarias	Falta de datos para pricing de seguros EV, valuación de baterías, planificación de red	DaaS embebido (no puro): scoring de riesgo, certificación de baterías, patrones de demanda de carga	Telemática para seguros: CAGR 18-22%

Tabla 7. Traducción del framework por segmento en Chile

Concurrencia de condiciones habilitantes

El examen del caso chileno verifica la concurrencia de las cuatro condiciones habilitantes derivadas en 2.6. La condición 1 (concentración de demanda en flotas) está plenamente satisfecha por la escala de los segmentos identificados. La condición 2 (combinación obligatoria de al menos dos arquetipos) se materializa en la configuración propuesta, que combina CaaS extendido con DaaS embebido y servicios energéticos. La condición 3 (marco regulatorio mínimo) está parcialmente satisfecha: la Ley 19.628 cubre protección de datos personales y la Ley de Transición Energética (en tramitación; Ministerio de Energía, 2025) habilita generación distribuida; el piloto V2G operativo confirma que las condiciones técnicas están en formación. La condición 4 (posicionamiento neutral) es viable dado que los actores incumbentes operan integrados verticalmente, dejando abierto el espacio neutral. La concurrencia de tres condiciones plenamente y la cuarta de manera parcial pero mitigada por diseño (Capa 3 tratada como opcionalidad futura) sugiere que el framework es aplicable al caso chileno.

3.2 Configuración del modelo de tres capas

Esta sección configura una propuesta concreta que ilustra cómo el framework derivado en el capítulo 2 se traduce a componentes operativos en el contexto chileno. La configuración combina elementos de tres arquetipos identificados en 2.3 —Charging-as-a-Service extendido, Data-as-a-Service embebido y servicios energéticos— en una arquitectura de tres capas, satisfaciendo la condición habilitante 2 derivada en 2.6 (combinación obligatoria de al menos dos arquetipos). El propósito de esta configuración no es prescribir una solución específica, sino mostrar que el framework admite una materialización coherente.

3.2.1 Visión general del modelo de tres capas

El modelo de tres capas opera bajo la premisa, derivada del análisis del cap. 2, de que un mismo conjunto de datos puede generar valor para múltiples actores simultáneamente, materializando los patrones 4 (efectos de red multi-sided) y 5 (rentabilidad por combinación). La arquitectura es trinómica en su diseño pero binómica con opcionalidad en su activación temporal: las Capas 1 y 2 son activables en horizonte 2026-2030 con el marco regulatorio vigente, mientras la Capa 3 opera como opcionalidad conforme la Ley de Transición Energética y el marco V2G maduren. La lógica de creación de valor articula tres niveles: el operador de flota adopta el modelo para optimizar operaciones, generando datos que la plataforma procesa con IA; los datos enriquecidos y anonimizados alimentan productos analíticos hacia industrias adyacentes; y la capacidad de batería se agrega y comercializa en mercados de flexibilidad. La Figura 9 visualiza la arquitectura y la Tabla 8 sintetiza arquetipo, servicio, cliente, monetización y benchmark por capa.

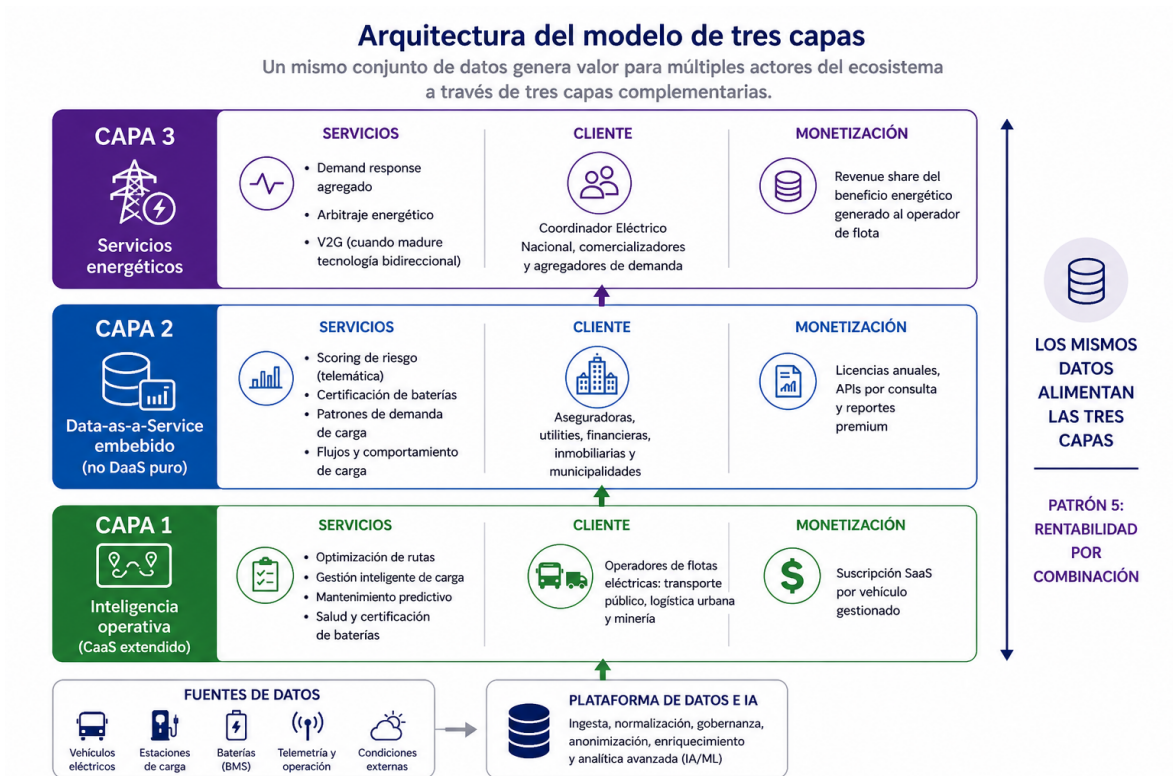


Figura 9. Arquitectura del modelo de tres capas

Capa	Arquetipo de 2.3 que materializa	Servicio	Cliente	Mecanismo de monetización	Benchmark de referencia
Capa 1: Inteligencia Operativa	Charging-as-a-Service extendido	Optimización de rutas, gestión inteligente de carga, mantenimiento predictivo, salud de baterías	Operadores de flotas eléctricas (transporte público, logística, minería)	Suscripción SaaS por vehículo gestionado	ENGIE Chile: 40% ahorro; Uptake: 90% precisión predictiva
Capa 2: Data-as-a-Service	Data-as-a-Service embebido (no DaaS puro)	Scoring de riesgo, certificación de baterías, patrones de demanda, flujos de carga	Aseguradoras, financieras, utilities, inmobiliarias, municipalidades	Licencias anuales, APIs por consulta, reportes premium	Telemática para seguros: CAGR 18-22%; premium inmobiliario: 3,3%
Capa 3: Servicios Energéticos	Servicios energéticos / V2G	Demand response agregado,	Coordinador Eléctrico Nacional,	Revenue share del beneficio energético	Octopus Energy 2 GW agregados;

Capa	Arquetipo de 2.3 que materializa	Servicio	Cliente	Mecanismo de monetización	Benchmark de referencia
		arbitraje energético, V2G cuando se masifique tecnología bidireccional	comercializados, agregadores de demanda	generado al operador de flota	piloto V2G Chile (Agencia SE + ENEL + Nissan)

Tabla 8. Arquitectura del modelo de tres capas

3.2.2 Business Model Canvas

Para mostrar cómo el modelo se traduce en componentes operativos, la Figura 10 representa visualmente el Business Model Canvas (Osterwalder & Pigneur, 2010), y la Tabla 9 presenta el contenido detallado de los nueve bloques. El BMC se utiliza aquí como herramienta ilustrativa para verificar que la configuración del framework forma un modelo coherente, no como entregable final ni como plan operativo.

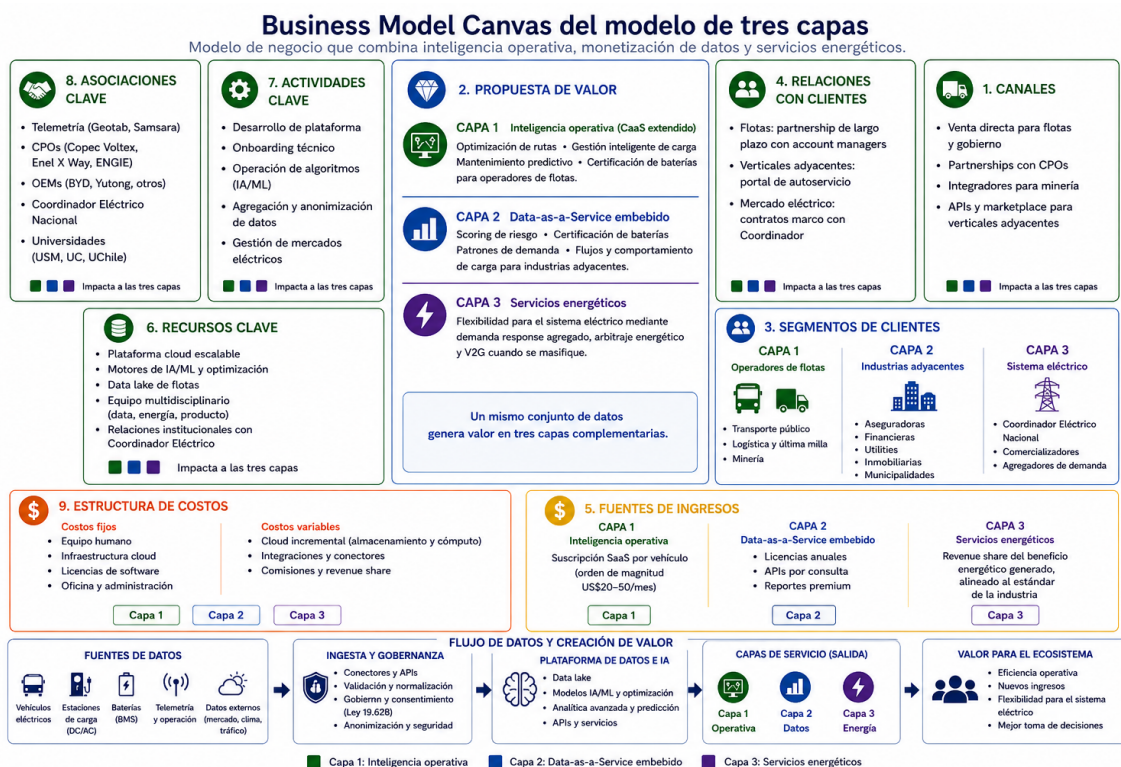


Figura 10. Business Model Canvas del modelo de tres capas

Bloque	Descripción
Segmentos de clientes	Operadores de flotas eléctricas (transporte público, logística, minería) como cliente primario. Industrias adyacentes (aseguradoras, financieras, utilities, inmobiliarias, municipalidades) como cliente secundario. Coordinador Eléctrico Nacional y comercializadores como contraparte en mercados de flexibilidad.
Propuesta de valor	Capa 1 (a operadores de flotas): optimización operativa basada en datos —ruteo informado por estado de batería, gestión inteligente de carga, mantenimiento predictivo, certificación de salud de batería—. Capa 2 (a industrias adyacentes): servicios diferenciados habilitados por datos —scoring de riesgo, certificación de baterías, patrones de demanda de carga—, en línea con el patrón 2 del framework. Capa 3 (al sistema eléctrico): agregación de flexibilidad —demand response, arbitraje energético, V2G— como opcionalidad activable conforme madure el marco regulatorio.
Canales	Venta directa para flotas y gobierno; partnerships con CPOs (Copec Voltex, Enel X Way, ENGIE); integradores para minería; APIs y marketplace para verticales adyacentes
Relaciones con clientes	Flotas: partnership de largo plazo con account managers. Verticales adyacentes: portal de autoservicio. Mercado eléctrico: contratos marco con Coordinador
Fuentes de ingresos	Capa 1: SaaS por vehículo (orden de magnitud US\$20-50/mes). Capa 2: licencias y APIs. Capa 3: revenue share alineado al estándar de la industria
Recursos clave	Plataforma cloud, motores IA/ML, data lake de flotas, equipo multidisciplinario, relaciones institucionales con Coordinador Eléctrico
Actividades clave	Desarrollo de plataforma, onboarding técnico, operación de algoritmos, agregación y anonimización de datos, gestión de mercados eléctricos
Asociaciones clave	Telemetría (Geotab, Samsara), CPOs, OEMs (BYD, Yutong), Coordinador Eléctrico, universidades (USM, UC, UChile)
Estructura de costos	Costos fijos (equipo, cloud, licencias, oficina) y variables (cloud incremental, integraciones,

Bloque	Descripción
	comisiones)

Tabla 9. Business Model Canvas del modelo de tres capas

3.2.3 Propuesta de valor por capa

La propuesta de valor difiere por capa porque cada una resuelve un dolor distinto. La Capa 1 atiende a operadores de flotas con cuatro servicios articulados: optimización de rutas con restricciones de carga (ansiedad de autonomía operativa), gestión inteligente de carga en depósitos (40% de ahorro reportado por ENGIE Chile), mantenimiento predictivo de baterías (90% de precisión, Uptake) y certificación de salud de batería que habilita un modelo de circularidad hacia segunda vida. La Capa 2 atiende a industrias adyacentes con productos diferenciados —scoring de riesgo para aseguradoras, certificación de batería para leasing y crédito, patrones de demanda agregados para utilities, datos de flujo para inmobiliarias y municipalidades—, consistente con el patrón 2 (data-embedded). La Capa 3 convierte las baterías de las flotas en activo de flexibilidad mediante demand response agregado al Coordinador Eléctrico Nacional, arbitraje energético y V2G bidireccional cuando madure la tecnología y el marco regulatorio; Chile avanza con el primer piloto V2G operativo (Agencia SE, 2025) y la Ley de Transición Energética en tramitación.

3.2.4 Modelo de ingresos

El modelo de ingresos combina tres mecanismos diferenciados por capa. La Capa 1 opera bajo suscripción SaaS por vehículo, en el orden de magnitud típico de la industria de gestión de flotas (US\$15-50/vehículo/mes según funcionalidades). La Capa 2 articula licencias anuales para clientes con uso recurrente, APIs por consulta para integraciones automatizadas, y reportes premium para análisis específicos. La Capa 3 opera bajo revenue share alineado al estándar de la industria, con ratios diferenciados según el mecanismo: 75/25 para arbitraje energético y 70/30 para demand response y V2G, en ambos casos a favor del

propietario de la batería. La Tabla 10 sintetiza los rangos a modo ilustrativo, sin pretender constituir una propuesta comercial.

Capa	Mecanismo	Rango (USD)	Comentario
Capa 1	Suscripción por vehículo	20-50 / vehículo / mes	Diferenciado según funcionalidades; descuento por escala de flota
Capa 2	Licencia anual	50.000-200.000 / año	Para clientes enterprise con uso continuo
Capa 2	API por consulta	0,10-1,00 / query	Para integraciones automatizadas
Capa 2	Reporte premium	5.000-25.000 / estudio	Para análisis específicos
Capa 3	Revenue share arbitraje	25% del ahorro	75% para el operador
Capa 3	Revenue share DR/V2G	30% del beneficio	70% para el operador

Tabla 10. Rangos de pricing como ejercicio ilustrativo

3.2.5 Arquitectura técnica

La operacionalización del modelo requiere una arquitectura tecnológica capaz de ingerir datos en tiempo real desde múltiples fuentes (telemetría vehicular, OCPP de cargadores, datos externos de mercado eléctrico y clima), procesarlos con técnicas de optimización combinatoria, machine learning supervisado y modelos de series temporales, y exponer los resultados vía APIs y dashboards. El detalle de la arquitectura técnica —fuentes específicas, stack cloud, modelos algorítmicos— excede el alcance de la presente investigación, cuyo foco es estratégico, no técnico.

3.2.6 Gobernanza y propiedad del dato

Dado que la Capa 2 monetiza datos generados por terceros, la gobernanza es pilar estratégico: el operador de flota retiene la propiedad de sus datos en todo momento; la plataforma actúa como procesador autorizado bajo consentimiento explícito y revocable, nunca como propietario. El modelo alinea incentivos

mediante descuento de 15-25% en la suscripción de Capa 1 para operadores que autorizan uso de datos anonimizados para Capa 2, más participación de 10-15% en los ingresos netos por comercialización; la participación es opcional y la viabilidad de Capa 1 no depende de ella. La arquitectura implementa privacidad por diseño en cuatro niveles alineados con la Ley 19.628: privacidad estadística antes de la agregación, umbral mínimo de 50 vehículos por producto de Capa 2, consentimiento granular por categoría y vertical, y auditoría con trazabilidad completa.

3.2.7 Defensibilidad y barreras de entrada

Frente a actores globales con recursos superiores (Geotab, Samsara) o incumbentes verticales chilenos (Enel X Way, Copec Voltex, ENGIE), la defensibilidad descansa en cuatro mecanismos que se refuerzan mutuamente: (i) costos de cambio —integrar telemetría, ruteo, gestión de carga y servicios energéticos requiere 6-12 meses de recalibración de modelos (patrón 4)—; (ii) neutralidad estructural —no competir con clientes permite integrar datos multi-marca sin conflicto (condición habilitante 4)—; (iii) relaciones institucionales con el Coordinador Eléctrico, certificación como agregador y navegación del marco regulatorio chileno (Ley 19.628, Ley de Transición Energética); y (iv) datos contextuales locales —topografía andina, altitud minera, patrones del SEN—. Un competidor global podría reducir parcialmente la ventaja vía transfer learning; el foso defensivo (moat) no descansa exclusivamente en el dato sino en la combinación de los cuatro mecanismos, configurando defensibilidad estructural compuesta.

3.3 Dimensionamiento económico referencial

El propósito no es proyectar viabilidad financiera ni desarrollar un plan de empresa, sino verificar que los órdenes de magnitud económicos justifican atención estratégica. Tres dimensionamientos lo permiten: mercado direccionable, benchmarks de viabilidad y captura de valor por capa de software.

Mercado direccionable y benchmarks. El segmento aplicable en Chile —flotas eléctricas operativas o en electrificación en transporte público, logística urbana y minería— supera las diez mil unidades en horizonte 2026-2030. A precios benchmark SaaS B2B vehicular (US\$15-50/vehículo/mes), el dimensionamiento bottom-up para la Capa 1 (10.000 vehículos × US\$30 × 12 meses) arroja un orden de magnitud de US\$3-6 millones anuales en condiciones actuales, congruente con el dimensionamiento top-down derivado en 3.5.3. La Capa 2 agrega un incremento validado por el crecimiento de telemática para seguros (CAGR 18-22%); ENGIE Chile valida 40% de ahorro para operadores, y Nuvve verifica que V2G genera ingresos positivos en nichos específicos.

Captura de valor por capa de software. La trayectoria de Kraken —escindido en US\$8.650 millones— es la evidencia más clara del patrón 1: en electromovilidad el valor capturable en la capa de software es desproporcionadamente alto frente a la capa física. Estos dimensionamientos no constituyen evaluación de viabilidad financiera sino verificación de que el modelo no opera sobre cifras marginales; la calibración precisa requeriría validación empírica con disposición a pagar de clientes específicos, identificada como línea futura en el cap. 4.

Síntesis de órdenes de magnitud. Articulando los tres dimensionamientos, el modelo de tres capas opera, en condiciones actuales (2026), en el orden de magnitud de US\$3-6 millones anuales para la Capa 1 desde una base de aproximadamente 10.000 vehículos institucionales; agrega un incremento de US\$10-25 millones anuales hacia 2030 para la Capa 2 (sección 3.5.3) y de US\$5-15 millones anuales para la Capa 3 conforme madure el marco V2G. La adición de las tres capas, en horizonte 2030, sitúa el mercado direccionable chileno entre US\$18 y US\$46 millones anuales, con escala mayor hacia 2035 conforme la electrificación se profundice. Este orden de magnitud es modesto frente al de mercados desarrollados pero suficiente para justificar la atención estratégica de cualquier actor que aspire a capturar una fracción razonable del mismo.

3.4 Factores críticos de éxito

Esta sección identifica los factores que condicionan la materialización del modelo en el caso chileno. No es análisis exhaustivo de riesgos sino los puntos donde la implementación debe concentrar atención. Los cinco FCE se ordenan según su conexión con las condiciones habilitantes (Tabla 11).

FCE	Condición habilitante asociada	Descripción y benchmark de referencia
FCE 1 — Cliente ancla de escala suficiente	Condición 1 (concentración en flotas)	Conseguir un operador con 200+ vehículos en el primer año genera el volumen de datos para calibrar modelos, produce resultados referenciales y alcanza economías de escala. Candidatos: Metbus (950 buses ~100% eléctricos), Vule, STP, Codelco, cluster Sotraser-Walmart.
FCE 2 — Posicionamiento neutral	Condición 4 (neutralidad estructural)	Para que las flotas autoricen el uso de datos y las verticales adyacentes confíen en los insights, el modelo no debe competir con sus clientes. En Chile, los incumbentes operan integrados (Copec Voltex, Enel X Way, ENGIE, OEMs); abandonar la neutralidad para capturar valor adicional destruiría la posición competitiva.
FCE 3 — Demostración de ROI medible	Operacional (no asociada directamente)	Los clientes B2B deciden por ROI demostrable. Requiere metodología rigurosa de medición desde el inicio: ahorro energético, reducción de <i>downtime</i> , optimización de rutas. Benchmark: 40% de ahorro reportado por ENGIE Chile.
FCE 4 — Confiabilidad operativa	Operacional (no asociada directamente)	Disponibilidad del sistema y precisión predictiva son condiciones de existencia, no diferenciadores. Una recomendación errónea destruye confianza rápidamente. Objetivos benchmark: uptime 99,9%; precisión predictiva alineada con Uptake (90%).

FCE	Condición habilitante asociada	Descripción y benchmark de referencia
FCE 5 — Equipo multidisciplinario	Operacional (no asociada directamente)	El modelo combina data science, ingeniería, conocimiento del sector de flotas, expertise en regulación energética y capacidad comercial B2B. La escasez de talento integrado en Chile exige combinación de talento local con consultoría académica (USM, UC, UChile).

Tabla 11. Factores críticos de éxito y conexión con el framework

Los cinco FCE no operan en igualdad de jerarquía. FCE 1 (cliente ancla) y FCE 2 (posicionamiento neutral) son condiciones de viabilidad inicial: sin un primer operador de escala y sin arquitectura organizacional que sostenga la neutralidad, las Capas 2 y 3 no se activan. FCE 3 (ROI medible) y FCE 4 (confiabilidad operativa) son aceleradores de escala una vez activado el modelo. FCE 5 (equipo multidisciplinario) es transversal. La asignación de recursos al inicio debe asegurar primero los FCE 1 y 2 antes de invertir en sofisticación predictiva o canales comerciales adicionales.

3.5 Aplicación al caso Copec Voltex: oportunidad latente y trayectoria de transformación

Esta sección profundiza empíricamente sobre los activos verificables de un incumbente vertical específico: Copec Voltex, el actor chileno con la mayor concentración simultánea de activos data-generadores y capital paciente del ecosistema. El análisis aplica el modelo de tres capas a sus activos verificables, dimensiona el costo de oportunidad referencial, examina la tensión integración–neutralidad y la trayectoria de transformación Octopus → Kraken. El propósito es demostrativo, no prescriptivo: muestra que el framework opera también como instrumento de diagnóstico para incumbentes verticales en transformación, sin proponer una hoja de ruta operativa.

3.5.1 Justificación del caso y dotación de activos

Copec Voltex, unidad de electromovilidad de Empresas Copec, es el segundo operador del mercado público de carga (16%, 171 cargadores) tras Enel X Way (60%); junto a ENGIE como tercer operador relevante, los tres principales concentran cerca del 80% del mercado de carga pública (Mobility Portal, 2025). Su diferenciador estructural es la cobertura territorial: 146 de los 171 cargadores son de carga rápida distribuidos en las 16 regiones del país, configurando la ruta eléctrica continua más larga de Sudamérica (Coquimbo–Castro, 2.200+ km).

En B2B, la adjudicación de 20 electroterminales entre 2024 y 2026 —sumados a 6 preexistentes— totaliza 26 en operación que energizarán más de 2.200 buses eléctricos (51% del transporte público eléctrico de la Región Metropolitana). A esto se suman tres frentes B2B adicionales: en minería, 67 cargadores más 17 instalaciones industriales que energizan ~200 buses (Codelco con 94 puntos en El Teniente, Andina y Chuquicamata; El Teniente opera flota de servicio 100% eléctrica); en logística pesada, la alianza Sotraser–Andes Motor–Walmart Chile materializó el mayor centro de carga y flota de camiones eléctricos de Sudamérica (1.200 kW para 50 tractocamiones); y vía Copec WIND Ventures participa en Optibus, plataforma SaaS que gestiona 10.000 buses —eléctricos y convencionales— en el sistema RED de Santiago. Esta dotación genera flujos continuos de datos —telemetría de carga, perfiles de uso por flota, salud de baterías por modelo, patrones de demanda energética— cuya monetización sistemática hacia las Capas 2 y 3 del framework no está siendo desarrollada.

3.5.2 Aplicación del modelo de tres capas a los activos de Voltex

La aplicación del modelo a la dotación de activos descrita revela una captura asimétrica de las tres capas del framework.

Capa 1 — Inteligencia operativa. Voltex opera en esta capa de manera plena: los electroterminales gestionan secuencias de carga, los cargadores reportan métricas a su backend y los productos B2B (TCT, TCT Premium, Neotac, Nuevo Empresas) ofrecen software de gestión con tarjetas corporativas. La oferta es

consistente con CaaS extendido y captura los benchmarks de la industria SaaS B2B vehicular.

Capa 2 — Data-as-a-Service embebido. Voltex tiene los datos pero no los productos. Los activos generan información directamente relevante para cuatro verticales: aseguradoras (scoring de riesgo basado en uso real de EVs); utilities y el Coordinador Eléctrico Nacional (predicción de demanda de carga por zona y horario); OEMs y proveedores de baterías —Voltex es el único actor chileno con datos comparables de operación real entre BYD, Foton, Yutong y Zhongtong, fabricantes dominantes en el mercado local—; e inmobiliarias y municipios (flujos de EVs y uso de cargadores que informan zonificación). No se observa oferta sistemática de servicios analíticos hacia estas verticales.

Capa 3 — Servicios energéticos. La asimetría es aún mayor: agregando 2.000+ buses energizados en electroterminales, camiones logísticos pesados y cargadores en operación, la capacidad de batería del orden de cientos de MWh es activo natural de flexibilidad. Los electroterminales adjudicados se diseñan con suministro 100% renovable, abriendo arbitraje energético horario y agregación. No hay oferta visible de demand response al Coordinador Eléctrico Nacional ni participación activa en mercados de servicios complementarios.

3.5.3 Dimensionamiento referencial del costo de oportunidad

Dimensionar el mercado direccionable que Voltex no está capturando requiere triangulación de tres fuentes: benchmarks globales con factor de proporcionalidad chileno, estimación bottom-up desde los activos específicos de Voltex, y comparación con la trayectoria Octopus → Kraken como tope superior. La triangulación se presenta a nivel de orden de magnitud y con propósito demostrativo, no como proyección financiera. La Figura 11 sintetiza visualmente el dimensionamiento mediante el formato TAM/SAM/SOM aplicado al caso.

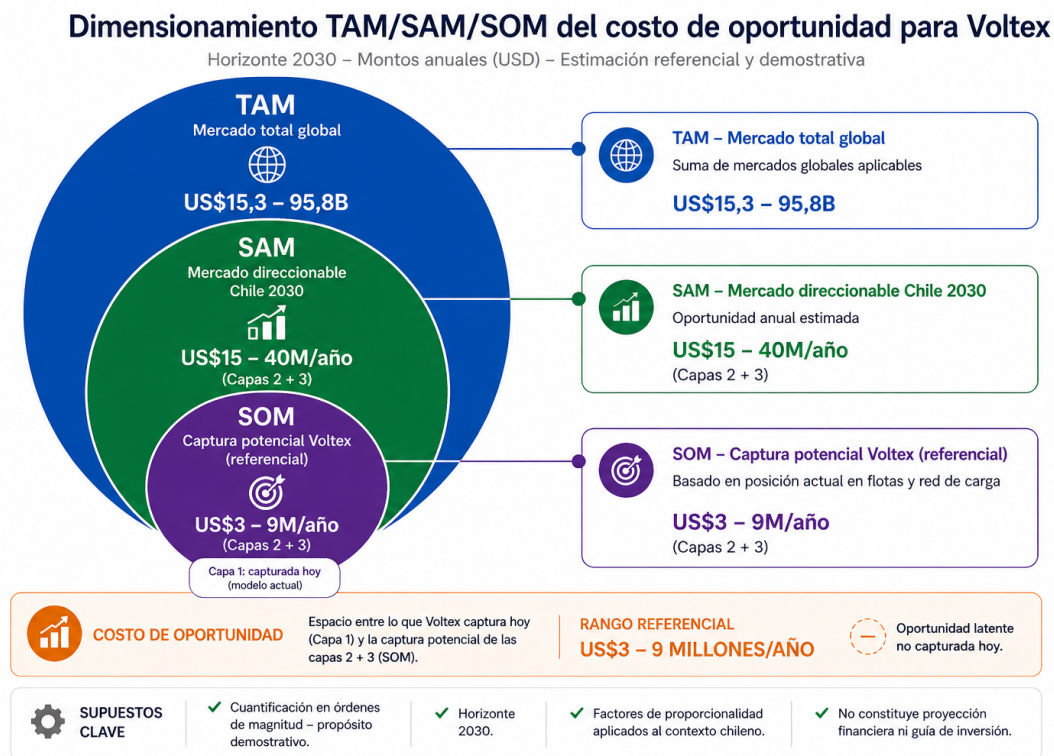


Figura 11. Dimensionamiento TAM/SAM/SOM aplicado al caso Copec Voltex

El mercado global de monetización de datos vehiculares alcanzó US\$9 mil millones en 2025 con proyección a US\$30 mil millones para 2035 (InsightAce Analytic, 2026). El factor de proporcionalidad chileno aplicado en este dimensionamiento (0,3–0,5%) se triangula con tres referencias convergentes: el peso del PIB chileno en el global —del orden del 0,3% en términos PPP— como piso inferior; la participación de Chile en el mercado regional de telemática vehicular B2B, estimada por proveedores líderes (Geotab, Samsara, Jooycar) en torno al 0,4–0,5% del mercado global; y la concentración relativa del país en electromovilidad pesada, que justifica el ajuste al alza dentro del rango: Chile opera la flota de buses eléctricos urbanos más grande fuera de China en términos absolutos, y en términos per cápita supera ampliamente a sus pares regionales. Aplicando ese factor y restringiendo la fracción aplicable a casos de uso embedded en electromovilidad específicamente, el mercado direccionable chileno para Capa 2 hacia 2030 se sitúa en un orden de magnitud de US\$10–25 millones anuales. Voltex, con su share actual de carga pública (16%) y su posición B2B en

flotas (energiza el 51% de los buses eléctricos de Santiago), tendría una captura potencial razonable de entre 15% y 25% de ese mercado direccionable, equivalente a un rango referencial de US\$2–6 millones anuales.

El mercado global de V2G y servicios energéticos vehiculares alcanzará US\$65,8 mil millones para 2035 (Astute Analytica, 2026). Restringiendo por marco regulatorio chileno aún en formación (la Ley de Transición Energética habilita progresivamente estos servicios) y aplicando factor de proporcionalidad, el mercado direccionable chileno para Capa 3 hacia 2030 se sitúa en un orden de magnitud de US\$5-15 millones anuales, creciendo significativamente hacia 2035 conforme V2G bidireccional madure. Voltex, con su capacidad agregada de baterías y su relación operativa con buses y flotas, tendría una captura potencial de entre 15% y 25%, equivalente a un rango referencial de US\$1-3 millones anuales hacia 2030.

La Tabla 12 sintetiza el dimensionamiento por capa.

Capa	Estado actual	Mercado direccionable Chile	Captura potencial Voltex
Capa 1 (CaaS, inteligencia operativa)	Capturada (modelo actual)	Comparable a base instalada	Mantenimiento del share actual
Capa 2 (DaaS embebido)	No capturada	US\$10-25 millones/año	US\$2-6 millones/año (referencial)
Capa 3 (Servicios energéticos / V2G)	No capturada	US\$5-15 millones/año	US\$1-3 millones/año (referencial)
Total Capa 2 + 3 (oportunidad latente)	US\$15-40 millones/año	US\$3-9 millones/año (referencial)	

Tabla 12. Dimensionamiento referencial del costo de oportunidad para Copec Voltex (horizonte 2030, USD)

La comparación con la trayectoria Octopus → Kraken proporciona un tope superior de referencia: Kraken alcanzó US\$500 millones de revenue contractual en aproximadamente cuatro años y fue valorado en US\$8.650 millones al escindirse en diciembre de 2025. Aplicando factor de proporcionalidad estricto (mercado eléctrico chileno frente a británico, penetración EV, escala regulatoria), un caso chileno análogo no alcanzaría escalas comparables en horizonte 2030,

pero sí confirma el orden de magnitud de la oportunidad: el valor capturable en la capa de software e inteligencia es estructuralmente mayor que el de la operación física.

La implicación del dimensionamiento es que el costo de oportunidad agregado de Capa 2 + Capa 3 para Copec Voltex se sitúa en un rango referencial comparable o superior al revenue actual estimado de su Capa 1, sugiriendo que Voltex está capturando aproximadamente la mitad o menos del valor estructural que sus activos podrían generar bajo el modelo de tres capas.

Sensibilidad de la afirmación. La conclusión de que Voltex captura aproximadamente la mitad del valor estructural depende del rango de parámetros adoptado. En el escenario bajo (factor de proporcionalidad chileno 0,3%, share de captura 10%), la oportunidad latente de Capa 2 + Capa 3 desciende al orden de US\$1-3 millones anuales —equivalente a aproximadamente un tercio del rango central— y la afirmación se atenúa pero no se invierte: la oportunidad permanece significativa aunque inferior al revenue actual estimado de Capa 1. En el escenario alto (0,5% y 25%), la oportunidad sube al orden de US\$5-12 millones anuales, equivalente a una proporción mayor del revenue actual de Capa 1, y la afirmación se refuerza. La conclusión central —que existe una oportunidad latente del mismo orden de magnitud que el negocio actual de Voltex en Capa 1— se mantiene robusta en el rango central y en el escenario alto.

3.5.4 Tensión integración-neutralidad: el dilema del incumbente

Copec Voltex es simultáneamente CPO, eMSP, proveedor de energía (Copec Emoac), operador de retail (estaciones de servicio) e inversor de capital en software (Copec WIND Ventures). Esta integración le otorga escala y capacidad financiera, pero le impide ofrecer neutralidad estructural a los clientes B2B cuyos datos serían insumo de la Capa 2. La tensión es operacionalmente concreta: si Codelco autoriza a Voltex a comercializar datos agregados de su flota a otras mineras adyacentes, ¿qué garantías tiene de que esa información no informará decisiones de Copec en sus relaciones con esas mismas mineras como cliente de combustibles? La condición habilitante 4 (posicionamiento neutral) no es una

preferencia estilística sino una restricción operacional real, y su captura requiere construir neutralidad, no asumirla. La Tabla 13 sintetiza las tres arquitecturas organizacionales posibles, en orden creciente de robustez.

Arquitectura	Robustez	Mecanismos	Ejemplo de referencia
Políticas internas	Débil	Uso de datos auditable, umbrales de agregación estrictos, sin separación organizacional.	Operadores que mantienen una sola estructura corporativa.
Subsidiaria con marca	Intermedio	Gobernanza independiente, <i>Chinese walls</i> explícitas, marca y equipo diferenciados.	Modelos de “carve-out” sin cesión accionaria.
Spinout con capital	Fuerte	Escisión progresiva como entidad independiente con accionariado externo y autonomía estratégica plena.	Octopus → Kraken (US\$8.650M valuación, dic 2025).

Tabla 13. Arquitecturas organizacionales para resolver la tensión integración-neutralidad

3.5.5 Trayectoria de transformación: paralelismo Octopus → Kraken

El caso Octopus Energy descrito en 2.5 ofrece un paralelismo estructural con Voltex. Octopus comenzó como retail energético integrado en el Reino Unido, desarrolló Kraken como software interno, empezó a licenciarlo a otras utilities globales y en diciembre de 2025 lo escindió como entidad independiente con valoración de US\$8.650 millones. La trayectoria recorrió cuatro etapas: software interno → producto licenciable → unidad de negocio independiente → entidad escindida con capital externo. Voltex se encuentra hoy en la primera etapa: software interno de gestión y posición de capital en Optibus. Las diferencias con Octopus son tres —el mercado eléctrico chileno opera bajo un esquema regulatorio menos transparente, la penetración de EVs es menor en términos absolutos, y la regulación V2G está en formación—, por lo que una trayectoria análoga operaría a escalas más modestas y con tiempos más prolongados que la de Kraken, pero conservaría la lógica de creación de valor. La pregunta estratégica para Voltex no es si la oportunidad existe —el dimensionamiento de

3.5.3 sugiere que sí, en orden comparable a su Capa 1 actual—, sino con qué arquitectura organizacional la captura, en qué horizonte y bajo qué gobernanza de datos.

3.5.6 Implicación analítica del caso

El caso Voltex confirma cuatro proposiciones del framework: valida el patrón 1 (la inversión en Optibus reconoce implícitamente la migración del valor al software), el patrón 2 (la oportunidad de Capa 2 reside en servicios habilitados, no en venta de datos crudos), el patrón 5 (Voltex captura hoy una fracción del valor que la combinación de capas haría posible) y la condición habilitante 4 (la neutralidad no es opcional sino restrictiva, requiere construcción explícita). El framework opera no solo como mapa para nuevos entrantes neutrales sino como instrumento de diagnóstico para incumbentes verticales en transformación: la pregunta estratégica relevante es si capturar la oportunidad latente antes que un nuevo entrante neutral lo haga, y bajo qué arquitectura de gobernanza. La presente investigación ofrece el marco conceptual para formular esa pregunta con rigor, sin prescribir su respuesta operativa.

4. Conclusiones

4.1 Respuesta a la pregunta de investigación

La presente investigación se propuso responder la pregunta: *¿cómo pueden las empresas del sector de la electromovilidad crear y capturar valor económico a partir de los datos y la inteligencia artificial?*

La respuesta, fundamentada en el estado del arte, la caracterización de cinco arquetipos y el examen comparado de casos exitosos y fracasos comerciales, es que la creación y captura de valor en este dominio sigue regularidades estructurales identificables, articulables en un framework de dos componentes: cinco patrones transversales —migración del valor al software, inviabilidad de data-only frente a data-embedded, regulación como factor habilitante o bloqueante, acumulación multi-sided de efectos de red, y rentabilidad por escala y combinación— y cuatro condiciones habilitantes para mercados emergentes: concentración de demanda en flotas institucionales, combinación obligatoria de al menos dos arquetipos, marco regulatorio mínimo y posicionamiento neutral frente a actores verticalmente integrados.

La respuesta no es prescriptiva sino analítica: identifica los principios estructurales que cualquier propuesta basada en datos e IA en electromovilidad debe satisfacer, especialmente en mercados emergentes. La aplicación al caso chileno verifica que esos principios se materializan y que las condiciones habilitantes se satisfacen plenamente o mitigadas por diseño. Esta verificación sustenta el argumento de ventana temporal de la sección 1.2: las regularidades son utilizables solo si los actores locales actúan antes de que el mercado se consolide con propuestas globales. El framework es, en este sentido, una herramienta de lectura estratégica con caducidad práctica vinculada al horizonte de consolidación del sector.

4.2 Cumplimiento de objetivos

OE1 — Diagnóstico. La abundancia de datos en electromovilidad (1-2 TB diarios por vehículo) coexiste con aprovechamiento estratégico marcadamente limitado: solo el 8% de las empresas de transporte reporta impacto medible de IA pese a que el 95% la explora. Esta brecha define el problema que los modelos emergentes intentan resolver.

OE2 — Caracterización. La taxonomía de cinco arquetipos, el análisis de cinco casos (incluyendo Otonomo y Wejo), y la síntesis de patrones transversales mostraron que los modelos data-driven en electromovilidad operan bajo regularidades estructurales formalizables analíticamente.

OE3 — Framework. La articulación de los cinco patrones con las cuatro condiciones habilitantes constituye el aporte teórico central: un instrumento de lectura estratégica que permite evaluar la viabilidad estructural de cualquier propuesta antes de la evaluación operativa o financiera.

OE4 — Aplicación al caso chileno. La configuración ilustrativa de un modelo de tres capas verificó que el framework admite materialización concreta en un mercado emergente, con tres condiciones plenamente satisfechas y la cuarta mitigada por diseño. La profundización en el caso Copec Voltex verificó adicionalmente que el framework opera como instrumento de diagnóstico para incumbentes verticales: el actor chileno con mayor dotación de activos data-generadores captura hoy del orden de la mitad o menos del valor estructural posible bajo el modelo.

4.3 Principales hallazgos y contribuciones

La investigación arroja cinco hallazgos que constituyen contribuciones al entendimiento de los modelos de negocio basados en datos en electromovilidad. Los dos primeros son analíticos sobre el fenómeno en general; el tercero y el cuarto refieren al contexto latinoamericano; y el quinto sintetiza la lectura del framework como instrumento de diagnóstico para incumbentes verticales en transformación.

Primero, el valor migra del hardware al software de inteligencia, y los modelos data-embedded prosperan donde los data-only fracasan. Otonomo y Wejo enfrentaron fusión forzada y liquidación pese a procesar miles de millones de data points diarios; Tesla Insurance, Octopus Energy y Nuvve monetizan datos como insumo de servicios diferenciados, y Kraken (escindido en US\$8.650 millones) confirma la migración del valor a la capa de software. El aprendizaje, formalizado como patrones 1 y 2, es que el valor reside en el servicio que el dato habilita, no en el dato per se; cualquier actor que inicie hoy un modelo de electromovilidad debe diseñar la capa de software como activo principal y la capa física como complemento.

Segundo, la rentabilidad llega por escala y combinación de arquetipos, no por modelo único. Ningún caso exitoso analizado opera un solo arquetipo de manera aislada; todos combinan al menos dos o tres en arquitecturas articuladas. Para mercados emergentes con escala limitada, esta combinatoriedad no es opcional sino condición de viabilidad. Las propuestas mono-arquetipo deben tratarse como punto de entrada táctico, no como estado de equilibrio.

Tercero, en el contexto latinoamericano la masa crítica de datos reside en flotas institucionales y no en usuarios particulares. La baja penetración de vehículos particulares en la región (del orden de 3,8 EVs por cada 10.000 habitantes en 2023–2024 según BloombergNEF, 2025) contrasta con el dinamismo de la electrificación en transporte público y logística. Esta asimetría estructural —no un atributo cultural ni una preferencia comercial— configura el sustrato empírico que las propuestas basadas en el framework deben asumir como dado: las propuestas B2B encuentran escala desde el inicio mientras las B2C dependen de masa crítica futura.

Cuarto, la defensibilidad estructural en mercados emergentes es compuesta, no monocausal. Ningún mecanismo individual —costos de cambio, neutralidad, datos locales, relaciones institucionales— es suficiente frente a competidores globales con recursos superiores; el moat de 'datos locales' tampoco es absoluto, dado que técnicas de transfer learning permiten reducir parcialmente la desventaja contextual. La defensibilidad real reside en la combinación articulada de los cuatro

mecanismos, conectada con la condición habilitante 4 (posicionamiento neutral): la neutralidad no es atributo independiente sino uno de los cuatro mecanismos, lo que explica por qué su construcción explícita —y no su mera declaración— es condición de viabilidad.

Quinto, el framework opera como instrumento de diagnóstico tanto para nuevos entrantes neutrales como para incumbentes verticales en transformación. El análisis del caso Copec Voltex (sección 3.5) cuantifica que la oportunidad latente en Capas 2 y 3 es de orden comparable al revenue actual de Capa 1, y desplaza la pregunta estratégica desde si la oportunidad existe hacia con qué arquitectura organizacional capturarla.

4.4 Limitaciones del estudio

La investigación tiene seis limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados.

Naturaleza propositiva sin validación empírica. El framework y su aplicación son construcciones conceptuales basadas en análisis comparado de casos publicados; no se realizaron entrevistas primarias con operadores, aseguradoras, utilities o el Coordinador Eléctrico Nacional, ni se implementó un piloto que permitiera verificar disposición a pagar o métricas de tracción.

Dependencia de fuentes secundarias. El análisis se basa en reportes de industria, casos publicados, documentación regulatoria y literatura académica; la ausencia de trabajo de campo limita la profundidad del diagnóstico donde la información pública es parcial.

Dinamismo del sector. La electromovilidad evoluciona aceleradamente. Hallazgos basados en datos del período 2020-2026 —particularmente sobre métricas de tracción, valoraciones y desarrollos regulatorios— podrían requerir actualización en plazos cortos.

Alcance geográfico acotado. La aplicación ilustrativa se focaliza en Chile. La extrapolación del framework a otros mercados latinoamericanos requiere análisis

específicos de sus condiciones regulatorias, estructura de mercado eléctrico y estado de electrificación de flotas.

Ciberseguridad y soberanía del dato. El framework no examina con detalle los requisitos de ciberseguridad de arquitecturas data-embedded ni las implicancias de soberanía sobre datos generados por flotas estratégicas (transporte público, minería). Estas dimensiones son críticas para la condición habilitante 4 (neutralidad) y para la gobernanza descrita en 3.2.6; su tratamiento exhaustivo excede el alcance de la presente investigación.

Tecnologías alternativas para flotas pesadas. El estudio se circunscribe a vehículos eléctricos a batería; no examina el hidrógeno verde como vector alternativo para flotas de larga distancia, transporte minero o marítimo, pese al potencial chileno relevante en el norte del país. Una maduración de esa tecnología podría modificar la composición del mercado direccionable de los arquetipos energéticos (Capa 3) en horizonte 2030-2040.

4.5 Líneas de investigación futura

A partir de los hallazgos y limitaciones identificadas, se sugieren cuatro líneas para profundizar el conocimiento en esta área.

Validación empírica del framework. Implementar un piloto operativo con una flota chilena (transporte público, logística o minería) permitiría medir resultados concretos en optimización operativa, disposición a pagar y captura de valor en industrias adyacentes, verificando empíricamente las condiciones habilitantes y los factores críticos de éxito identificados.

Análisis comparativo regional. Extender la aplicación del framework a Colombia, Brasil y México permitiría identificar variaciones en las cuatro condiciones habilitantes según contexto regulatorio, estructura de mercado eléctrico y estado de electrificación, refinando la aplicabilidad del framework para América Latina.

Gobernanza ética de datos de movilidad. La masificación de modelos data-embedded plantea preguntas éticas y regulatorias sobre consentimiento, privacidad y distribución del valor entre quienes generan los datos y quienes los

monetizan. Una línea específica podría desarrollar frameworks de gobernanza alineados con principios de equidad y privacidad por diseño.

Disposición a pagar de la demanda verticalizada. El patrón 2 del framework descansa en una proposición empírica fuerte: que aseguradoras, financieras, utilities e inmobiliarias están dispuestas a pagar por servicios habilitados por datos, no por datos crudos. Verificar esta proposición en el contexto chileno requiere estudios primarios con muestras representativas de cada vertical (cuánto pagaría SURA por scoring de riesgo basado en telemetría real, cuánto pagaría BICE por certificación de batería en operaciones de leasing, qué invertiría el Coordinador Eléctrico Nacional por predicción de demanda de carga). Sin esta evidencia, la viabilidad de la Capa 2 permanece como hipótesis fundada en analogía con benchmarks internacionales, no como hecho verificado para Chile.

4.6 Implicaciones para la práctica empresarial

Los resultados de esta investigación tienen implicaciones prácticas para distintos actores del ecosistema, sintetizadas en la Tabla 14.

Audiencia	Implicación estratégica	Patrón / condición asociada
Operadores de carga e infraestructura	La migración a modelos de software con ingresos recurrentes responde a la commoditización del hardware. El caso Copec Voltex ilustra el dilema del incumbente vertical: tiene los activos para escalar al modelo de tres capas, pero su integración le impide capturar Capa 2 y Capa 3 sin conflictos de interés. La estrategia óptima es complementar capas físicas con partnerships neutrales en analítica, no replicarlas internamente.	Patrón 1 (migración del valor al software); Patrón 5 (combinación de arquetipos); Condición 4 (neutralidad).
Aseguradoras, financieras y utilities	No deben adquirir datos crudos de movilidad sino servicios habilitados por esos datos (scoring de riesgo, certificación de baterías, patrones de demanda). Construir capacidades para integrar estos	Patrón 2 (data-embedded, no data-only).

Audiencia	Implicación estratégica	Patrón / condición asociada
	servicios en sus productos —en lugar de comprar feeds genéricos— es la respuesta estratégica al patrón 2 del framework.	
Operadores de flotas	Sus datos tienen valor que excede la operación interna. Evaluar partnerships con proveedores neutrales que operen como procesadores autorizados, reteniendo la propiedad del dato, puede generar ingresos adicionales sin comprometer ventaja operativa.	Patrón 4 (efectos de red multi-sided); Condición 1 (concentración en flotas).
Formuladores de política pública	Construir activamente las condiciones habilitantes: reglamentos que faciliten la participación de agregadores en mercados eléctricos, adopción de estándares abiertos (OCPP, OCPI, ISO 15118) en licitaciones públicas, y marcos de gobernanza de datos compatibles con la innovación.	Patrón 3 (regulación habilitante); Condición 3 (marco regulatorio mínimo).

Tabla 14. Implicaciones del framework por tipo de actor

Bibliografía

Libros y Publicaciones Académicas

Goncearuc, A., Sapountzoglou, N., De Cauwer, C., Coosemans, T., Messagie, M., & Crispeels, T. (2022). An integrative approach for business modelling: Application to the EV charging market. *Journal of Business Research*, 143, 184-200. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.12.066>

Hartmann, P. M., Zaki, M., Feldmann, N., & Neely, A. (2016). Capturing value from big data – a taxonomy of data-driven business models used by start-up firms. *International Journal of Operations & Production Management*, 36(10), 1382-1406. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2014-0098>

Nature Sustainability. (2024). Electric vehicle charging infrastructure and property values. *Nature Sustainability*, 7(3), 234-241. <https://doi.org/10.1038/s41893-024-01287-4>

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. John Wiley & Sons.

Parker, G., Van Alstyne, M., & Choudary, S. P. (2016). *Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy and How to Make Them Work for You*. W. W. Norton & Company.

Rochet, J. C., & Tirole, J. (2003). Platform competition in two-sided markets. *Journal of the European Economic Association*, 1(4), 990-1029.

Schüritz, R., & Satzger, G. (2016). Patterns of data-infused business model innovation. En *Proceedings of the 18th IEEE Conference on Business Informatics (CBI 2016)* (pp. 133-142). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CBI.2016.23>

Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43(2-3), 172-194. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>

Reportes de Consultoras e Industria

Astute Analytica. (2026). *Vehicle-to-Grid Market to Reach US\$ 65.84 Billion by 2035*. GlobeNewswire. Recuperado el 15 de febrero de 2026, de <https://www.globenewswire.com/news-release/2026/02/03/3231418/0/en/Vehicle-to-Grid-Market.html>

Bain & Company. (2025). *The Future of EV Charging: Where the Profits Will Flow*. Bain & Company Report.

BloombergNEF. (2025). *Electric Vehicle Outlook 2025*. Bloomberg New Energy Finance.

Gartner. (2024). *Data Monetization Framework: From Data to Revenue*. Gartner Research.

InsightAce Analytic. (2026). *Automotive Data Monetization Market Latest Research Report 2026*. Recuperado el 15 de febrero de 2026, de <https://www.insightaceanalytic.com/report/automotive-data-monetization-market/3477>

International Energy Agency. (2025a). *Global EV Outlook 2025: Accelerating the Transition to Electric Mobility*. IEA Publications. Recuperado de <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025>

International Energy Agency. (2025b). *Global EV Data Explorer*. IEA Publications. Recuperado el 15 de febrero de 2026, de <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>

Jones Lang LaSalle (JLL). (2022). *Decarbonizing Real Estate: The Impact of EV Infrastructure on Property Values*. JLL Research.

McKinsey & Company. (2024). *Unlocking the Full Life-Cycle Value from Connected-Car Data*. McKinsey Center for Future Mobility.

McKinsey & Company. (2025). *The Road to Profitable EV Charging Infrastructure*. McKinsey Automotive & Assembly Practice.

P&S Intelligence. (2025). *Charging as a Service Market Report 2024-2030*. P&S Market Research.

Reportes Corporativos y Financieros

ChargePoint Holdings, Inc. (2025). *Annual Report FY2025 (Form 10-K)*. U.S. Securities and Exchange Commission.

Codelco. (2025). *Reporte de Sostenibilidad 2024: Hacia la Minería del Futuro*. Corporación Nacional del Cobre de Chile.

Enel X. (2025). *E-Mobility Solutions: Global Portfolio and Impact Report*. Enel Group.

ENGIE Chile. (2024). *Charging as a Service: Caso de Éxito 99minutos*. ENGIE Energía Chile.

Hubject GmbH. (2025). *eRoaming Network Statistics and Market Report Q4 2024*. Hubject.

Octopus Energy. (2025). *Intelligent Octopus: Smart Charging Impact Report 2024*. Octopus Energy Group.

Optibus. (2025). *Case Study: Optimizing 10,000 Buses in Santiago, Chile*. Optibus Ltd.

Stellantis N.V. (2024). *Dare Forward 2030: Strategic Plan Update - Mobilisights Data Monetization*. Stellantis Corporate.

Tesla, Inc. (2025). *Annual Report 2024 (Form 10-K)*. U.S. Securities and Exchange Commission.

Uptake Technologies. (2024). *Predictive Maintenance for Electric Fleets: ROI Analysis*. Uptake Technologies Inc.

Fuentes Gubernamentales y Regulatorias

Agencia de Sostenibilidad Energética. (2025). *Electromovilidad: clave para la descarbonización y la flexibilidad energética en Chile*. Recuperado el 20 de enero

de 2026, de <https://www.agenciase.org/2025/01/20/electromovilidad-clave-para-la-descarbonizacion-y-la-flexibilidad-energetica-en-chile/>

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (1999). *Ley 19.628 sobre Protección de la Vida Privada y Datos de Carácter Personal*. BCN Chile.

Ministerio de Energía de Chile. (2024). *Estrategia Nacional de Electromovilidad 2024-2035*. Gobierno de Chile.

Ministerio de Energía de Chile. (2025). *Proyecto de Ley de Transición Energética: Impacto de la electromovilidad en el sistema eléctrico nacional*. Gobierno de Chile.

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. (2025). *Estadísticas de Transporte Público Eléctrico: Región Metropolitana*. MTT Chile.

Webgrafía

ANAC Chile. (2025). Estadísticas de ventas de vehículos electrificados, primer semestre 2025. *Asociación Nacional Automotriz de Chile*. Recuperado el 20 de febrero de 2026, de <https://www.anac.cl>

Bci Estudios. (2025). Informe: Efecto de la electromovilidad impulsa baja de precios y expansión de red de carga en Chile. *Bci Estudios*. Recuperado el 22 de febrero de 2026, de <https://www.reporteminero.cl/noticia/noticias/2025/05/efecto-de-la-electromovilidad-impulsa-baja-de-precios>

Jooycar. (2025). Autoconectado: Seguros Basados en Uso para América Latina. *Jooycar*. Recuperado el 18 de enero de 2026, de <https://www.jooycar.com/autoconectado>

Latam Mobility. (2025). Chile Lidera Electromovilidad en América Latina con Más de 3.000 Buses Eléctricos. *Latam Mobility*. Recuperado el 5 de febrero de 2026, de <https://latam-mobility.com/chile-buses-electricos-2026>

Mobility Portal. (2025). Tres operadores concentran el 80% de la carga pública en Chile. *Mobility Portal Latinoamérica*. Recuperado el 15 de marzo de 2026, de <https://mobilityportal.lat/operadores-carga-publica-chile/>

Nuvve Corporation. (2025). V2G Success Stories: School Bus Fleets Generate \$12,000 Quarterly. *Nuvve Newsroom*. Recuperado el 10 de enero de 2026, de <https://nuvve.com/news/school-bus-v2g-success>

Octopus Energy Group. (2025). Kraken Spinout: \$1 Billion Raise Valuing Utility AI Platform at \$8.65 Billion. *ESG News*. Recuperado el 20 de febrero de 2026, de <https://esgnews.com/octopus-energy-spins-out-kraken>

OLADE. (2025). Latin America and the Caribbean Triple the Number of Electric Vehicles in 2024. *OLADE Noticias*. Recuperado el 18 de febrero de 2026, de <https://www.olade.org/en/noticias/latin-america-and-the-caribbean-triple-the-number-of-electric-vehicles-in-2024/>

Normas y Estándares Técnicos

International Organization for Standardization. (2022). *ISO 15118: Road Vehicles - Vehicle to Grid Communication Interface*. ISO.

Open Charge Alliance. (2024). *OCPP 2.0.1 Specification*. Open Charge Alliance.

Open Charge Alliance. (2024). *Open Charge Point Interface (OCPI) 2.2.1 Specification*. EVRoaming Foundation.

SAE International. (2024). *SAE J3400: North American Charging Standard (NACS) Electric Vehicle Coupler*. SAE International.