



Agencia de
Sostenibilidad
Energética

5

PASOS PARA LA
**ELECTRO
MOVILIDAD**





© **Agencia Chilena de Eficiencia Energética**

La Guía de los 5 Pasos de la Electromovilidad, es un documento desarrollado por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética en el marco de las acciones del Equipo de Transporte Eficiente financiada por el Ministerio de Energía de Chile.

Autores del texto:

Gabriel Guggisberg Alarcón, Agencia Chilena de Eficiencia Energética
Cristina Victoriano Bugueño, Agencia Chilena de Eficiencia Energética
Javier Rojas Jeanneret, Agencia Chilena de Eficiencia Energética
Esteban Candía Gonzalez, Agencia Chilena de Eficiencia Energética
Claudio Pérez Barra, Agencia Chilena de Eficiencia Energética
Matías Vera Zurita, Agencia Chilena de Eficiencia Energética

Revisión y edición:

Daniela Soler Lavin, Ministerio de Energía
Armando Pérez Pereira, Ministerio de Energía

Diseño gráfico:

Carlos Muñoz Matilla, Independiente
Víctor Vinagre Díaz, Agencia de Sostenibilidad Energética

Derechos reservados
Prohibida su reproducción

Guía desarrollada en el 2020

01

Caracterización Integral

- Flota Actual
- Evaluación Técnico-Económica
- Regulación e Institucionalidad

02

Infraestructura Eléctrica

- Lugar de instalación
- Sistema Eléctrico
- Cargadores

03

Mercado y Servicios

- Vehículos
- Cargadores
- Monitoreo

04

Modelos de Carga

- Actores
- Interacciones
- Despliegue

05

Operación

- Conducción
- Batería y Cargador
- Gestión de Carga
- Emisiones

El objetivo de esta guía es otorgar a los usuarios de flotas de vehículos una visión integral a la hora de planificar la transición hacia la electromovilidad. Muchos actores perciben la electromovilidad reducida a un vehículo eléctrico sin embargo para la correcta implementación de un proyecto se requiere analizar el sistema de movilidad actual y el sistema de movilidad electrificado junto a todos sus componentes. Esta guía otorga esa mirada integral considerando los cinco pasos descritos en la imagen superior. La guía cuenta con información teórica, práctica, y está enfocada en la realidad nacional.



Glosario

Ansiedad de Rango	Sensación provocada por la idea de que el vehículo eléctrico quede sin batería antes de llegar a un punto de carga.
Autonomía	Kilometraje teórico que puede recorrer el vehículo en función de la cantidad de carga que posee el vehículo.
Bien Nacional de Uso Público	Aquellos bienes que pertenecen a la nación y que pueden ser usados por todos los habitantes de ésta.
Canalización	Conjunto de conductores eléctricos y los elementos usados para su fijación.
Ciclo de carga	Proceso completo de carga por sobre el 80% de la batería y descarga por bajo el 20% de su capacidad.
Conector CCS 1	Conector de vehículo eléctrico que Combina la carga en corriente DC y en Corriente AC utilizado en USA
Conector CCS 2	Conector de vehículo eléctrico que Combina la carga en corriente DC y en Corriente AC utilizado en Europa.
Conector CHAdeMO	Conector de vehículo eléctrico en corriente DC de origen japones.
Conector GB/T	Conector de vehículo eléctrico, tanto AC como DC, de origen chino.
Conector Tipo 1	Conector de vehículo eléctrico en corriente AC utilizado en Estados Unidos.
Conector Tipo 2	Conector de Vehículo eléctrico en corriente AC utilizado en Europa.
Corriente AC	Corriente alterna, comúnmente utilizada en las redes eléctricas.
Corriente DC	Corriente continua, usada en las baterías.
Empalme	Lugar de conexión entre la red eléctrica de distribución y el circuito privado.
Freno Regenerativo	Sistema de frenado que poseen los vehículos eléctricos que aprovecha la energía cinética del VE en el momento del frenado para cargar la batería.
NCh 4/2003	Norma Chilena 4 de instalaciones de consumo. Conjunto de requisitos que deben cumplir las instalaciones eléctricas dentro de un circuito privado.

Número de Folio	Número de identificación único que se entrega al momento de inscribir una instalación eléctrica.
OOCC	Obras Civiles.
Pliego Técnico Normativo	Capítulo de una norma. Especifica requerimientos técnicos que debe cumplir cierto tipo de instalación en particular.
Potencia Disponible	Potencia máxima que es capaz de soportar cierto componente en forma permanente o de diseño.”
SAVE	Sistema de Alimentación de Vehículo Eléctrico. Sistema que es capaz de entregar energía a las baterías de un vehículo eléctrico.
SOC	Estado de carga de la batería del VE
SOH	Estado de salud de la batería vinculado a la degradación de ésta en el tiempo.
Tablero	Componente de vital importancia en una instalación eléctrica. Contiene las protecciones de cada uno de los circuitos en los que se divide la instalación.
TCO - Costo Total de Adquisición	Evaluación Económica que considera todos los costos vinculados a la adquisición y operación de un Vehículo en un periodo de tiempo determinado.
TE-6	Trámite Eléctrico 6. Trámite electrónico específico para instalaciones de carga de vehículo eléctrico a realizarse por un instalador autorizado por la SEC.
VC	Vehículo Convencional - propulsado por un motor de combustión interna.
VE	Vehículo eléctrico - propulsado por un motor eléctrico.
W	Unidad de potencia que indica la capacidad del cargador.
Wh	Unidad de energía que indica la capacidad que puede almacenar o entregar una batería.
3CV	Centro de Control y Certificación Vehicular es un organismo dependiente del MTT cuya función es velar por que los vehículos que circulen por el país cuenten con los estándares mínimos según la legislación chilena.

01

Caracterización Integral

- Flota Actual
- Evaluación Técnico-Económica
- Regulación e Institucionalidad

CONTEXTO DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA FLOTA:

Para la renovación de flota a vehículos eléctricos (VEs) es fundamental considerar aquellas unidades existentes con datos de operación y adquisición. El poder identificar dónde se generarán ahorros y comprender las diferencias entre la tecnología de vehículos a combustión interna (VC) y los VEs permitirá realizar un análisis técnico-económico preciso tanto para la compra como para la operación permitiendo una correcta implementación.

EN ESTE MÓDULO ENCONTRARÁS:

Detalles de los principales elementos a incorporar en una caracterización de flota. El foco de esta sección es la evaluación económica de la adquisición de un vehículo usando el método "costo total de adquisición (TCO)". Se incluyen los parámetros más relevantes y su interpretación, también se describen las instituciones involucradas en la electromovilidad, sus roles, objetivos, y herramientas. Se presentan dos ejemplos, el primero relacionado al dimensionamiento de flota, y el segundo al TCO.

¿CÓMO IDENTIFICO LA OPORTUNIDAD DE AHORRO?

Los ahorros generalmente se encuentran asociados a los costos de operación. Identificar el costo de operación de los vehículos convencionales y compararlo con el de un vehículo eléctrico permite visualizar cuando se recupera la inversión. Los costos de operación son todos aquellos costos al uso cotidiano de utilizar el vehículo.

Costos:

- Combustible o Electricidad (km, litros, kWh, \$, por unidad tiempo)
- Mantenimiento (\$, o días fuera de operación)
- Permisos e impuestos
- Seguros
- Depreciación del activo
- Intereses de crédito

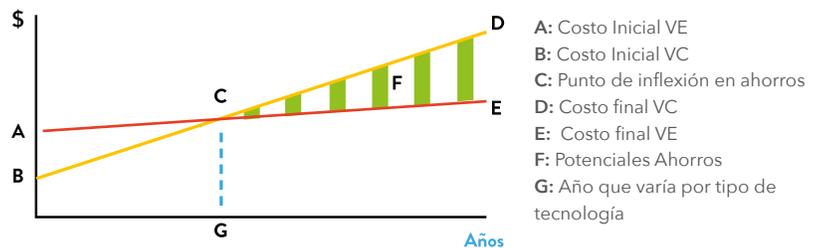
A favor:

- Precio de reventa del vehículo
- Ahorros por beneficios locales (estacionamiento gratuito u otro)

“Costo Total de Adquisición” (TCO):

Concepto utilizado para poder comparar el costo total del sistema de movilidad que se busca reemplazar. Este incorpora una evaluación económica en todo el periodo de operación, permitiendo visualizar los ahorros relacionados a la tecnología de la electromovilidad que mayoritariamente están en los elementos mencionados en el recuadro de la izquierda.

Figura 1: Costo total de adquisición



VARIABLES PARA CONSIDERAR Y POR QUÉ DEBO CONSIDERARLAS

Tipo de vehículo

No todos los segmentos vehiculares cuentan con símiles eléctricos en Chile. Se sugiere acotar la renovación de vehículos por aquellos que cuenten con una versión eléctrica homologada por el 3CV. Además, se recomienda que el plan de renovación considere los vehículos próximos a cumplir su vida útil.

Funcionalidad

Caracterizar los usos actuales de los vehículos permite reconocer si el recambio requiere un modelo análogo o si por el contrario se puede renovar por otro modelo que permita la misma funcionalidad.

Rango de acción

Los vehículos eléctricos no cuentan ni con la autonomía de un vehículo a combustión ni la accesibilidad a un punto de carga, por lo que es necesario tener claridad de los lugares por los que se va a movilizar el vehículo.

Lugar de estacionamiento

Generalmente, los vehículos eléctricos se cargan cuando están fuera del horario de funcionamiento y en el lugar donde se estacionan, por lo que se debe saber la disponibilidad de espacio en el lugar de aparcamiento y la capacidad de incurrir en modificaciones eléctricas para instalar las estaciones de carga.

Naturaleza de la propiedad del vehículo

Es necesario identificar si el recambio de la flota depende exclusivamente de la institución que utiliza el vehículo o si es necesario involucrar otros actores, como el caso de flotas subcontratadas, incluyendo a los tomadores de decisión al interior de la organización.

En conclusión, tabular toda la información mencionada para cada vehículo de la flota actual, e incluir cualquier otra información que se pudiese considerar relevante, es un ejercicio fundamental para poder visualizar de mejor manera cuál o cuáles vehículos de la flota podrían renovarse por uno eléctrico.



Ejemplo 1: La incorporación de VEs es una oportunidad para aportar en la economía de la operación debido a sus bajos costos. Esto abre una oportunidad para aumentar la cantidad de viajes realizados con el vehículo eléctrico (sus km/año) lo cual, en particular durante la transición tecnológica de una organización, permite redimensionar la flota, optimizar recursos, rutas, y reducir emisiones de gases con efecto invernadero.



Ejemplo 2: El TCO tiene como variable determinante los kilómetros por año. Por ejemplo: El consumo de combustible vinculado a operaciones con recorrido mayor a 30.000 km/año representa un costo aproximado de \$2.600.000. En el caso de un VE, para el mismo recorrido, se requerirían 4.200 kWh de electricidad, lo que es equivalente a \$450.000. Esta reducción en los costos de operación, sumado a la reducción en costos de mantenimiento generan ahorros significativos y por lo tanto, un menor valor del costo total de adquisición (TCO).

INSTITUCIONALIDAD VINCULADA A LA ELECTORMOVILIDAD



Organización técnica encargada de fiscalizar las instalaciones de carga declaradas mediante TE-6, fiscalizar el pliego técnico normativo de sistemas de carga de vehículos eléctricos y autorizar los modelos de cargadores que se pueden comercializar en Chile.



Organismo enfocado en impulsar las políticas públicas necesarias para el desarrollo de la electromovilidad. Además, cuenta con la Plataforma de Electromovilidad*, iniciativa que apunta a unificar la información atinente al tema



Organismo responsable del transporte público y su transición hacia la electromovilidad. Además, cuenta con el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV), cuya función es homologar los vehículos que se comercializan en el país.

* <http://energia.gob.cl/electromovilidad>

02

Infraestructura Eléctrica

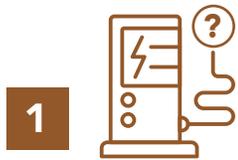
- Sitio
- Sistema Eléctrico
- Cargadores

CONTEXTO DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA:

El cargador, o Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico (SAVE), es la infraestructura que provee energía eléctrica para la carga de VEs. La instalación de un SAVE requiere atención especial debido a los niveles de potencia con los que se trabaja, las medidas de seguridad que exige, el impacto en el costo total de un proyecto, y el impacto en la tarifa eléctrica del usuario u organización.

EN ESTE MÓDULO ENCONTRARÁS:

Los elementos más importantes al momento de planificar la instalación de un cargador de VEs, qué se debe revisar y verificar en caso de ser una instalación nueva o antigua, en que consiste el trámite eléctrico TE-6 de la SEC. Además, se incorporan una serie de sugerencias necesarias para un correcto entendimiento del impacto de la instalación y los desafíos de un proyecto de electromovilidad.



1

¿DÓNDE INSTALO UN CARGADOR?

La naturaleza del inmueble donde se requiere cargar un VE entrega información relevante para la toma de decisión respecto al lugar específico de su instalación. Se debe tener claridad respecto al patrimonio (propio o arrendado), si se comparten las instalaciones con alguien más, si se proyecta un traslado del servicio a un inmueble distinto, etc. Incluso saber si el edificio es considerado un monumento nacional o cuenta con alguna otra categoría especial es información relevante. Existe la posibilidad de que, dependiendo de la cantidad y tipo de cargadores necesarios, se requiera hacer una intervención eléctrica en el recinto, por lo que es necesario recabar toda la información que permita saber cuánto es el nivel de intervención que se puede necesitar.



2



INTERVENCIÓN

Una vez definido el lugar idóneo, es fundamental verificar si existe la necesidad de realizar una intervención eléctrica. Esta intervención puede constar de dos alternativas: Una modificación o una instalación nueva.



4

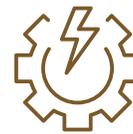


INSTALACIÓN NUEVA

Para instalar un sistema eléctrico nuevo, solo se debe diseñar la instalación completa según la norma chilena NCh 4/2003 y el Pliego Técnico Normativo N°15 de Electromovilidad de la SEC (en tramitación), luego se debe realizar el trámite electrónico TE-6 y finalmente, con el número de folio de este trámite, solicitar el empalme a la empresa distribuidora.



3



MODIFICACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

En caso de tomar la decisión de modificar el sistema eléctrico existente, es necesario verificar la disponibilidad de conexión en los puntos energizados cercanos. Un punto energizado puede ser un empalme o un tablero, por lo que es recomendable identificar la potencia disponible y espacio cuentan. Además, es recomendable conocer el detalle de los elementos que la componen, sus características técnicas y la disposición en la cual se encuentran. El trámite eléctrico TE1* contiene toda la información necesaria de la instalación, sin embargo, es conveniente que lo mostrado en los planos sea verificado con la realidad antes de sacar conclusiones. Una vez identificada la red existente, la instalación se debe dimensionar y modificar siguiendo la norma chilena NCh 4/2003 y el Pliego Técnico Normativo N°15 de Electromovilidad de la SEC.

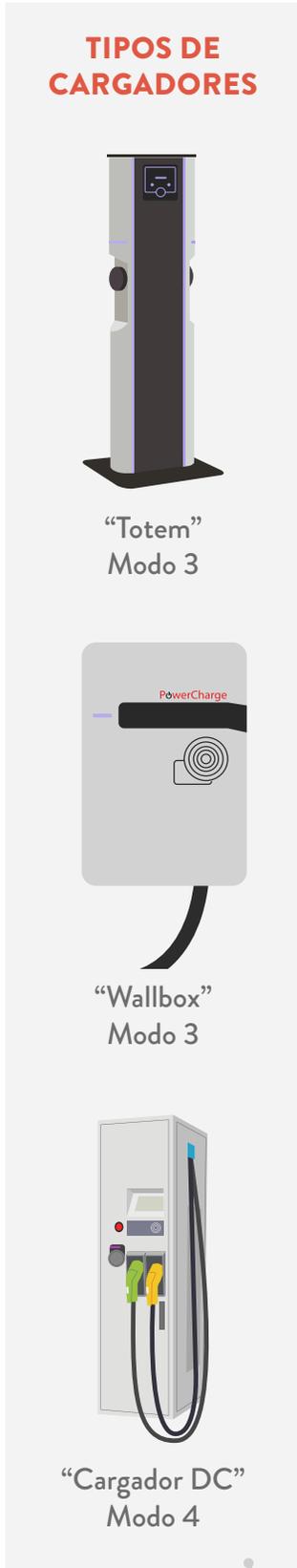


Los cargadores de vehículo eléctrico son equipos que trabajan en niveles de potencia mayores que los demás aparatos. Por ejemplo, un hervidor de casa tiene un consumo aproximado de 2 kW, mientras que un cargador promedio cuenta con 22 kW. Este cargador equivale a conectar 11 hervidores al mismo tiempo, sin embargo, dependiendo del uso del cargador se puede llegar incluso a los 175 kW de potencia.

La interpretación, planificación y construcción de una instalación eléctrica deben ser realizados por un profesional especializado y autorizado por la SEC, para realizar la declaración correspondiente.

* Las instalaciones anteriores al año 2008 pueden no necesitar este trámite para la instalación de cargadores, sin embargo, en caso de que la instalación sea posterior, es necesario identificar el N° de folio del TE1 existente para su posterior inscripción por TE6. En caso de que no se conozca el TE1, puede ser solicitado a la SEC.

Figura 2: Cargadores



El costo de la instalación podría sobrepasar el costo del equipo, por esto se sugiere realizar un diagnóstico del espacio físico en términos eléctricos, tipo de suelo, elementos de concreto cercanos, veredas, jardines, y otros elementos que tengan que intervenir o restituirse.

5 Elementos clave para la definición de costos:

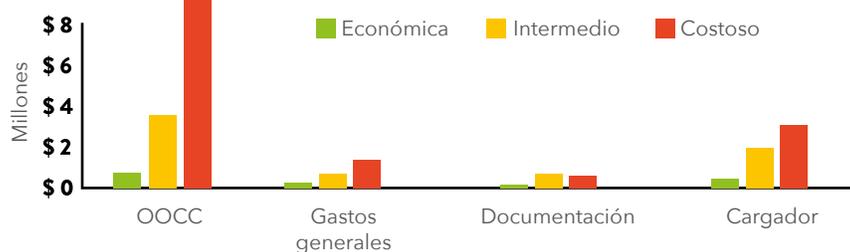
- 1. Instalación eléctrica:** Conexiones a la red y empalme, adaptación de tableros eléctricos y cableados.
- 2. Obras civiles:** Toda maquinaria y personal involucrado en la preparación del terreno, canalizaciones, rotura de hormigón y restituciones.
- 3. Documentaciones:** Permisos de construcción, certificados, análisis de suministros, y tramitaciones legales.
- 4. Equipo:** Cargador de VE en la modalidad seleccionada.
- 5. Otros:** Ingeniería, supervisión, y costos adicionales.

La tabla de costos por escenario (figura abajo) muestra la dispersión de costos que se han encontrado. Para un mismo proyecto, solo por canalizaciones y restituciones de hormigón, y por distancia a empalmes las cotizaciones por instalación pueden variar entre menos de un millón si es residencial, entre cinco y diez millones en espacios públicos o privados con cargadores modo 3, e incluso más de 10 millones para cargadores modo 4. La planificación de dónde se instalará el cargador es una actividad fundamental para que el proyecto no tenga un imprevisto económico significativo.

Trámite Eléctrico TE6

Es el procedimiento de puesta en servicio de infraestructura de carga de vehículos eléctricos, el cual debe ser presentado ante la SEC, órgano fiscalizador en materias de electricidad y combustibles, según la Resolución Exenta N°26.339/2018. Este trámite debe ser realizado por un instalador autorizado por la Superintendencia y contiene toda la información relevante, tanto a nivel técnico como general de la instalación declarada. En caso de que la instalación se haya realizado correctamente y el trámite esté en orden, la SEC puede tomar hasta 10 días en inscribirlo y puede ser sujeto a fiscalización presencial si el organismo así lo indica.

Figura 3: Resumen de costos para tres escenarios



Para conocer más información de los modos de carga ingresar a <https://bit.ly/2PjYA2T>

03

Mercado y Servicio

- Vehículos
- Cargadores
- Monitoreos

CONTEXTO DEL MERCADO Y SERVICIOS:

El mercado nacional de movilidad eléctrica es acotado debido al tamaño del mercado nacional y los atractivos que hoy existen para la incorporación de nuevas tecnologías. Adicionalmente, hoy no existe un reemplazo directo a todos los segmentos vehiculares, por lo que a la hora de planificar un reemplazo es fundamental conocer la oferta local.

EN ESTE MÓDULO ENCONTRARÁS:

El estado actual del mercado de vehículos y cargadores. Se incluye algunos parámetros técnicos de los principales modelos de vehículos comercializados en Chile, los principales requerimientos que deben cumplir los equipos y como acceder comercialmente a cada uno de ellos. Además, se ejemplifica la importancia de los servicios asociados.



VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

En la actualidad no todos los modelos de vehículos eléctricos se encuentran disponibles en Chile. Sin embargo, se espera que durante los próximos años la oferta y variedad en segmento mejore debido a las señales de despliegue de cargadores en ciudades, la electrificación del transporte público, y por la incorporación de tecnología a nivel público e industrial. Todos los vehículos anteriores que entren al país deben ser homologados por el 3CV.

Figura 4: Rangos y autonomías

	Vehículo utilitario	Vehículo de pasajeros	Buses
Rango de Autonomía [km]	110 - 180	130 - 280	100 - 250
Precio [\$MM]	22 - 35	24 - 43	70 - 220
Marcas*	Ej: Peugeot, Renault, Citroen, Maxus, etc.	Ej: Nissan, Hyundai, BYD, BMW, Mercedes	Ej: Yutong, BYD, KingLong

Toda la información de los vehículos eléctricos se puede visitar en el portal de electromovilidad del Ministerio de Energía, en el link: <http://energia.gob.cl/electromovilidad/vehiculos-electricos>. Además, los proyectos de innovación, la regulación, y los múltiples actores vinculados los podrás encontrar en la Plataforma de Electromovilidad. <http://energia.gob.cl/electromovilidad>.

* Para conocer toda la oferta de vehículos eléctricos en Chile, se puede visitar la página web <http://energia.gob.cl/electromovilidad/catalogo>.



CARGADORES DE VEHÍCULOS

Los cargadores utilizados en Chile deben contar con previa autorización de la SEC para que la declaración TE6 sea inscrita. Actualmente, para autorizar la energización de un cargador, es necesario que éste cumpla con las normas técnicas y de seguridad IEC61851 o UL2594 y cuente con las características permitidas según el pliego técnico normativo de sistemas de carga de vehículo eléctrico.

Ejemplo: Un Nissan Leaf cuenta con un convertidor interno de 6,6 [kW]. Esto quiere decir que a pesar de que el vehículo se conecte a un cargador en corriente alterna con potencias superiores (7,4 o 22 kW), la velocidad de carga será de 6,6 [kW]. El convertidor interno depende del modelo del vehículo, por lo que es necesario consultar esta información con el proveedor del vehículo para saber la velocidad real a la cual cargará el auto en corriente alterna.

La autorización de cargadores y la inscripción del trámite TE-6 son medidas que apuntan a verificar la confiabilidad de la instalación, pudiendo garantizar una operación segura de los equipos y un funcionamiento sin riesgo para el sistema eléctrico.

Los cargadores en Corriente Alterna pueden ser tipo Totem o Wallbox. Son equipos de tamaño reducido, pero de precio asequible, donde la máxima velocidad de carga finalmente **va a depender del convertidor interno del vehículo**. Pueden usarse conectores Tipo 1, Tipo 2 o GB/T solo en casos especiales.

Cargador Corriente Alterna

Los cargadores en Corriente Continua son equipos más robustos, con un alto nivel de tecnología que permiten realizar la **carga en menor tiempo** debido a que cuentan con convertidores de mayor tamaño, sin embargo, tienen costos elevados. Pueden usarse conectores CCS 1, CCS 2, CHAdeMO o GB/T solo en casos especiales.

Cargador Corriente Continua



Servicios vinculados a la electromovilidad

Los servicios de electromovilidad ofrecen notables beneficios si se aplican de manera correcta a la operación de una flota de vehículos eléctricos. Pese a la infinidad de servicios ofrecidos, se presentan como ejemplo los dos más comunes.

Monitoreo de Flota

Este servicio permite identificar la cultura de manejo de los conductores, que es fundamental en el rendimiento del vehículo, además de permitir un mejor control de las rutas y consumo de energía, con el fin de poder optimizar la operación.

Gestión de Carga del Vehículo Eléctrico

La gestión de carga es una planificación que afecta los costos tanto al momento de dimensionar la infraestructura de carga, como a nivel operacional al poder elegir de mejor manera el precio por el cual se accede a la energía.

Alcance del monitoreo de flotas en Chile

El monitoreo de flotas permite identificar mejoras en la planificación y visualizar restricciones en ruta no caracterizadas. El monitoreo de los VEs tiene ciertas complejidades debido a los avances tecnológicos y las limitaciones de las marcas de fabricantes de vehículos respecto a los permisos específicos para acceder a la información. Por esto existen aplicaciones web, emprendimientos nacionales e internacionales que proveen estos servicios. Estos actores otorgan una gran oportunidad para utilizar herramientas de ciencia de los datos para procesar los resultados. Entre las flotas que cuentan con servicio de monitoreo se encuentra el transporte público RM.



04

Modelos de carga

- Actores
- Interacciones
- Despliegue

CONTEXTO DE LOS MODELOS DE CARGA:

El despliegue de cargadores en espacios públicos o privados tiene como finalidad la habilitación tecnológica para acelerar la penetración de la electromovilidad en las ciudades. Existe una gran oportunidad en el vínculo de los vehículos eléctricos, los sistemas eléctricos locales, y el desarrollo de la movilidad. Tres grandes segmentos se visualizan para el modo de carga: carga en casa, carga en lugares de trabajo, y carga en espacios públicos.

EN ESTE MÓDULO ENCONTRARÁS:

Algunos de los modelos de carga y su vínculo con los actores que permiten su instalación. Además, se definen usuarios, flujos de energía, y de pagos que harán posible el despliegue de cargadores. Por otro lado, se detalla el rol de cada actor, la oportunidad de tomar el liderazgo, estar informado, y facilitar el despliegue reduciendo las fricciones que existen en el desarrollo de proyectos de tecnología e ingeniería.

ACTORES Y TERRITORIOS:

Municipalidades, Empresas, Ciudades, Gobiernos Regionales, Edificaciones, y Residencias

En función del usuario objetivo del cargador de vehículos eléctricos los actores incumbentes jugarán en algunos casos distintos roles. Un primer caso es la habilitación del uso de un **bien nacional de uso público** (BNUP) para la instalación de un cargador - conocido como un cargador público - debido a que el equipo se instala "en la calle". El segundo caso es la instalación de cargadores al interior de un **espacio privado**. La diferencia de estos casos es significativa a la hora de planificar, financiar, instalar y operar el cargador. En el primer caso ese espacio podría ser ocupado por una empresa operadora de sistemas de cargadores, siendo el proyecto un negocio privado con ingresos producto del servicio de carga (electricidad para VE). Mientras que el segundo caso usualmente buscará abastecer de electricidad a una flota ya sea de la municipalidad o servicio público, de una organización privada o sin fines de lucro, una institución académica, e incluso a un vehículo privado a nivel de edificación o residencia.

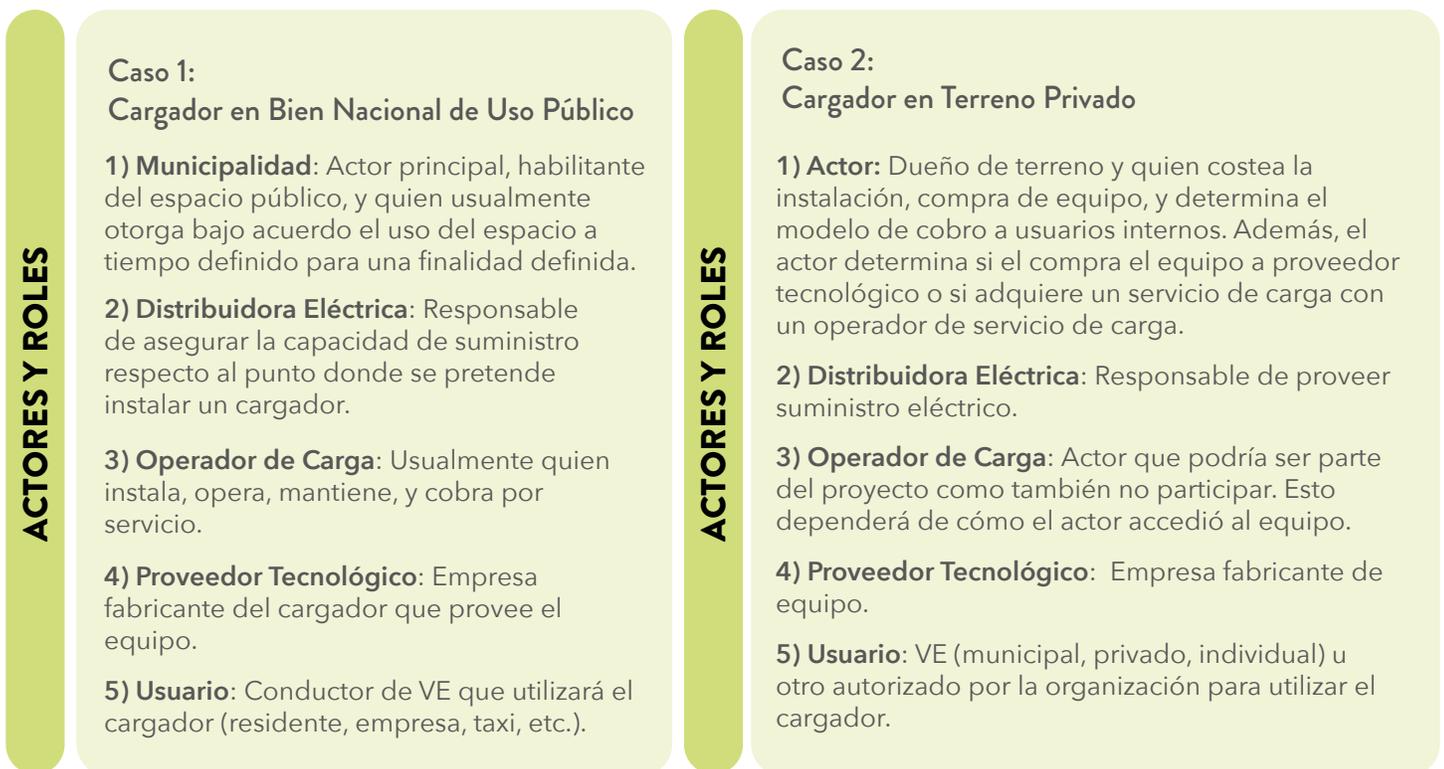


Figura 5: Caso 1 - Esquema de carga en BNUP, sus actores, y los flujos

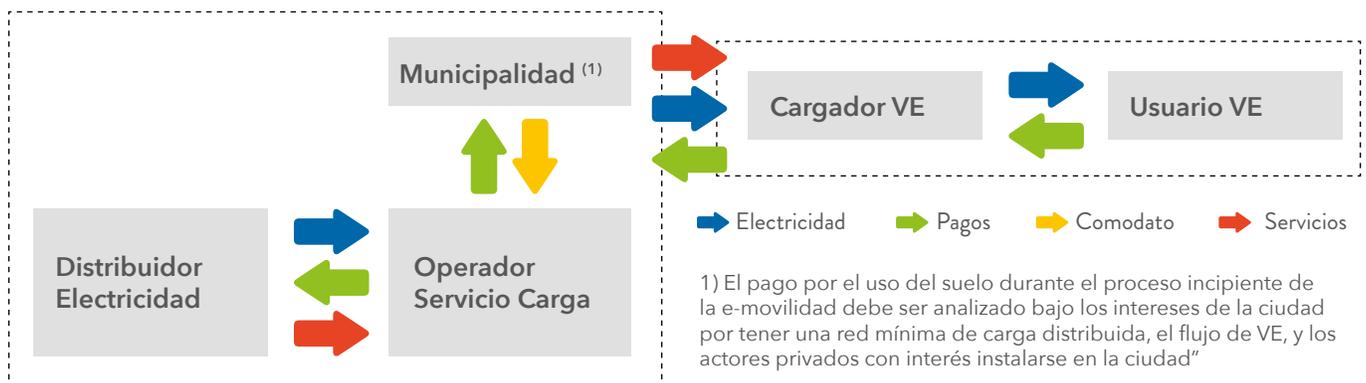
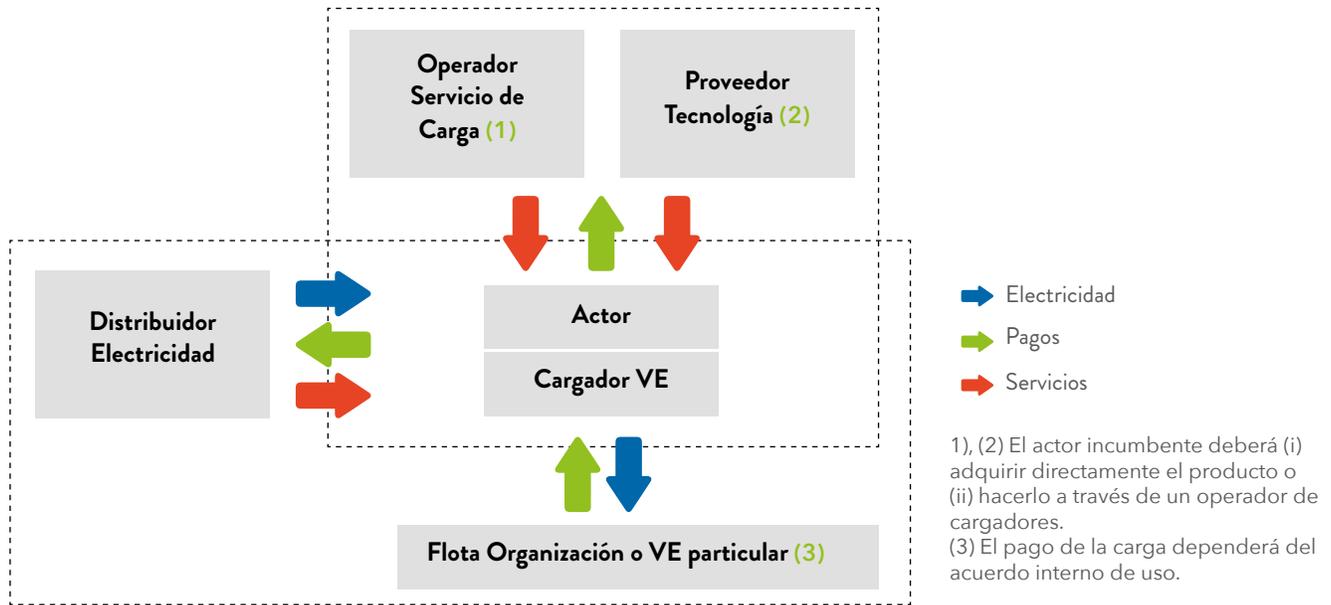


Figura 6: Caso 2 - Esquema de carga privada, sus actores, y los flujos



TASA DE DESPLIEGUE DE CARGADORES:

Tres etapas se considerarán: (i) Etapa de expansión inicial, (ii) de alta utilización, y de (iii) maduración. Chile, y cada una de sus regiones, se encuentra en etapa de expansión debido a que el número de VE circulando es reducido. Existen referencias de USA, Noruega, y otros países, que describen una tasa de un cargador público por cada 10-30 VE. Además, también se ha estandarizado la distancia entre puntos, para Europa cercano a 60 km radiales, y en USA, por el programa "Electrify America" definiendo un cargador cada 112km en carretera. Sin embargo, este número no es posible generalizarlo debido a que la planificación de despliegue debe ir vinculada al tamaño de la ciudad, número de vehículos eléctrico, distancias medias entre zonas residenciales y zonas comerciales, como también de las distancias interurbanas.

Una combinación integral entre cargadores rápidos en espacios públicos, y cargadores más lentos en residencias y lugares de trabajo es lo que se espera ver en los próximos años en Chile. Otros factores que afectarán el despliegue son el aumento del tamaño de las baterías aumentando las autonomías de forma significativa como también el despliegue de cargadores para servicios de transporte urbano, y el aumento de la potencia basal de los cargadores comercializables.

El cambio tecnológico trae un nuevo paradigma, ya que se ha demostrado en la experiencia internacional que la carga de los VEs se desarrolla mayoritariamente en la casa o en la zona de la residencia. Por otro lado, la carga en un centro de abastecimiento (símil bencina) es una opción secundaria o una opción para viajes de mayor distancia.



05

Operación VE y cargador

- **Conducción**
- **Batería y Cargador**
- **Gestión de Carga**
- **Emisiones**

CONTEXTO DE LA OPERACIÓN:

La correcta operación de los equipos vinculados a la electromovilidad permitirá a los usuarios pioneros obtener los resultados esperados y prometidos por los fabricantes. Toda la tecnología vinculada puede ser operada de tal forma que su funcionamiento se optimice alcanzando un mejor rendimiento y reduciendo el impacto en la vida útil. El vehículo eléctrico tiene particularidades que obligan a incorporar un comportamiento tal donde el conductor y/u operador deberán estar involucrados e informados.

EN ESTE MÓDULO ENCONTRARÁS:

Descripción de las principales consideraciones y acciones respecto al uso del vehículo eléctrico, cargador, y batería. Además, información respecto a la planificación de la carga considerando horarios y fuente energética. Finalmente, encontrarás una descripción y explicación de por qué en la etapa actual de la electromovilidad en el país la planificación de cada viaje es clave y mayoritariamente el factor que determina un buen plan no es necesariamente la autonomía sino el lugar donde existen cargadores instalados.

COMPORTAMIENTO Y TECNOLOGÍAS:

El rendimiento y duración de los equipos depende de la conducción

Figura 7: Vehículo eléctrico

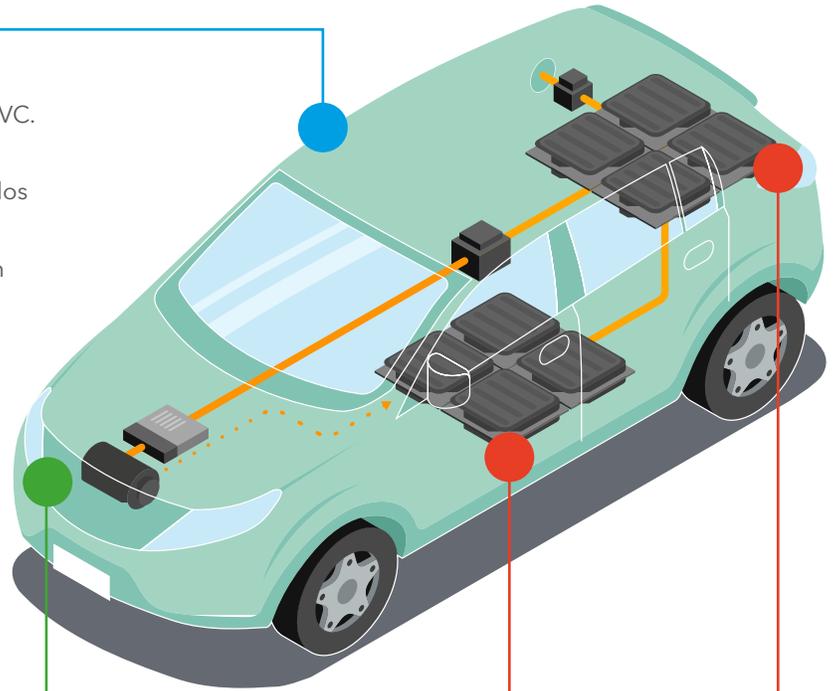
CONDUCCIÓN VE

Torque: VEs pueden utilizar todo el torque de forma instantánea, otorgando una gran aceleración versus VC.

Freno Regenerativo: Los VEs pueden capturar la energía cinética y almacenarla en la batería durante los episodios de frenado.

Transmisión: A diferencia de los VCs, los VEs operan en un modo de manejo sin cambios. La potencia de los VE se puede aumentar o disminuir utilizando distintos modos de conducción que se activan al interior del vehículo.

Motor sin ruido: Los VEs no emiten ruido durante su funcionamiento, por lo tanto con la finalidad de aumentar la seguridad el MTT ha determinado que los VEs que ingresen al país deberán producir un ruido inducido a partir de julio del 2022.



CARGADOR

Potencia: La potencia de carga se define por el tipo de equipo y el tipo de uso. Los equipos residenciales usualmente tienen potencias entre 2,2 a 7,5 kW, mientras que en espacios públicos la potencia es usualmente superior, o igual, a 22 kW. Los buses usualmente utilizan cargadores con potencias superior a los 80 kW. Muchas veces la limitación de la potencia está determinada por el VE y no por el cargador.

Tiempo de Carga: Dependiendo del estrés de la batería, el tiempo de carga puede variar y no ser lineal entre la potencia nominal y la cantidad de kWh necesarios.

Mantenimiento: En general un cargador en espacios públicos requerirá de una mantención bianual, mientras que un cargador privado deberá solicitar el plan de mantención al proveedor tecnológico.

BATERÍAS

Factores que afectan la vida de la batería: Cada ciclo (carga-descarga) afecta la vida útil, la cual se alcanza con un 20% de degradación o al llegar al 80% de su capacidad. Tanto las temperaturas, sobrecargas, descargas profundas, y altas exigencias son algunos de los principales factores. Las marcas ofrecen garantías para asegurar el desgaste esperado en función de un número de años.

Rango de autonomía: El estilo de conducción tiene impacto directo en el desgaste de la batería. Para reducir este impacto se recomienda la aceleración suave y evitar frenados repentinos. De igual forma afecta el uso de la climatización, y otros consumos energéticos, por lo que en momentos de baja autonomía se recomienda limitar el uso.

Cómo mantener la batería: (i) Evitar llegar al 100% de carga para no estresar los componentes. (ii) Evitar estacionar el vehículo expuesto a temperaturas extremas durante periodos de verano. (iii) Evitar la descarga profunda (menor a 20%). (iv) Preferentemente la carga cotidiana debe ser realizada con carga lenta y no rápida.



GESTIÓN DE CARGA:

Los equipos de carga en espacios públicos serán operados por "Operadores de Puntos de Carga" (CPO), los que velarán por asegurar el funcionamiento, gestionar el consumo energético correcto, y en general, prestar un servicio costo eficiente para el usuario como para la empresa a cargo. Por el contrario un cargador privado que no cuente con un CPO deberá definir cómo cargar de forma óptima evitando sobrepasar los límites de consumo y potencia que estén descritos en la tarifa. Esta coordinación se deberá realizar teniendo en cuenta la potencia máxima del cargador, la capacidad del sistema eléctrico de la instalación, la tarifa, y los horarios de carga. En específico se debe evitar la carga en horarios punta para aquellas instalaciones que, en ciertos horarios, tienen definida una potencia máxima a ser consumida por temporada. De igual forma, para aquellas organizaciones que busquen reducir las emisiones, existe la posibilidad de vincular el horario de carga con un factor de emisión de la red eléctrica nacional.

GESTIÓN DE CARGA SIN OPERADOR DE CARGA:

Un ejemplo de carga de VE sin gestión ocurrió durante el primer mes de operación del sistema instalado en la AgenciaSE. El cargador instalado (potencia 15 kW, DC, ChadeMO) funcionó por un pequeño periodo sin gestión de carga generando un aumento de la potencia punta basal del edificio (14 kW representado por línea punteada morada de la figura 8) a un nueva potencia punta histórica de 29 kW (representada por línea punteada roja). Para realizar este ejercicio fue necesario contruir la curva de consumos de electricidad de la agencia llamada "consumo basal".

La figura 8 (izq. y der.) muestra dos casos representativos de gestionar carga. Se observa en azul el consumo basal de la AgenciaSE, mientras que en rojo los consumos del VE. La imagen de la izquierda es una representación de la operación sin gestión ya descrita. Por otro lado, se observa en el gráfico de la derecha una óptima gestión del sistema de carga del VE.

Algunos beneficios de esta optimización son, mantener el valor de la potencia punta existente, una reducción del costo del cobro por potencia, misma cantidad de energía que en el escenario anterior a diferente costo total.

Finalmente, dado que el sistema de carga no tiene la capacidad de programar estas eficiencias, se desarrolló un protocolo de carga interno enfocada en los usuarios del VE de la AgenciaSE.

Figura 8: Gestión de carga



PLANIFICACIÓN DE RUTA EN CONDUCTORES PRINCIPIANTES DE LA EM:

La planificación de rutas juega un rol fundamental y transversal en todos los segmentos de la electromovilidad: Particulares, Público, Taxis y Colectivos; esto se debe a que reduce los riesgos, elimina la "Ansiedad de Rango" y otorga claridad del alcance máximo real del vehículo. En regla general la planificación de la ruta estará ligada a las características del vehículo (Autonomía, Rendimiento, SOC, SOH) y las características específicas de las rutas urbanas e interurbanas. Se diferencia a continuación como afecta la planificación en los distintos segmentos de la electromovilidad:

Particulares	<p>Limitados en los trayectos interurbanos por la baja electrificación de las carreteras.</p> <p>Ej: Hoy se puede acceder desde Santiago hasta Maitencillo al Norte, y a Concepción al Sur - a 650km.</p>
Taxis y Colectivos	<p>Limitados por la autonomía y la disponibilidad del cargador.</p> <p>Ej: considerando una jornada de trabajo de 8 horas diarias, se deberá cargar al menos una vez al día. Para optimizar su uso se debe cargar durante almuerzo o la noche.</p>
Bus transporte público	<p>Ejemplo de solución debido a la planificación.</p> <p>Ej: En Santiago, en el electro terminal de transporte público los buses salen con el 90% de la batería cargada por una ruta con pendiente negativa. Gracias al freno regenerativo - sistema que carga las baterías al frenar - llega al 100% de carga mientras baja esta pendiente.</p>

QUÉ CONSIDERAR CUANDO EVALÚE LAS EMISIONES DEL VEHÍCULO

El cálculo de emisiones considera contaminantes locales y globales. Las emisiones totales consideran operación y fabricación, pudiendo un VE superar tangencialmente las emisiones de uno a combustión interna durante la fabricación debido a las baterías. A pesar de esto, durante la operación de un VE las emisiones pueden ser significativamente menores (en función de la matriz energética) haciendo que esta transformación tenga sentido ambiental.

Desde una perspectiva medio ambiental, se deben cuantificar los contaminantes emitidos en base al (1) el kilometraje recorrido (2) consumo de combustible, (3) características técnicas del vehículo (www.consumovehicular.cl), y (4) factor de emisión del combustible o de la red eléctrica.

¿CÓMO APLICAN ESTOS CONTAMINANTES EN EL CASO DE UN VE?

Locales (CO, NOx, HC y MP [kg/km]): Los VEs no producen contaminantes a nivel local al momento de operar, pero sí de manera indirecta al momento de consumir energía eléctrica desde el SEN. Lo anterior se asocia al uso de combustibles fósiles en centrales termoeléctricas en operación.

Globales (Gases de Efecto Invernadero): La cantidad de contaminantes globales emitidos por un VE están ligados directamente a la composición de la matriz energética del país al momento de energizar las baterías. Lo anterior se asocia al uso de combustibles fósiles en centrales termoeléctricas para generar la electricidad.

Factor de emisión del Sistema Eléctrico Nacional (SEN): Valor que permite cuantificar las emisiones de CO_{2e} liberadas a la atmósfera por unidad de energía generada en el SEN. Este factor de emisión considera la cantidad de emisiones de CO_{2e} generadas por cada MWh producido a partir de combustibles fósiles en las centrales termoeléctricas que conforman el SEN. Para el 2019 el factor de emisión de la red fue de 0,418 [CO_{2e}eq/MWh]. Más información en el siguiente link: <http://energiaabierta.cl/visualizaciones/factor-de-emision-sic-sing/>



VISIÓN MACRO Y ELEMENTOS CLAVE DE LA APLICACIÓN DE LA GUÍA 5 PASOS DE LA ELECTROMOVILIDAD

01 Caracterización Integral

Levantamiento de información de la flota actual y variables principales de la tecnología de vehículos eléctricos

02 Infraestructura eléctrica

Definir necesidad y potencial ubicación de sistema de carga/apoyo con plataforma de electromovilidad

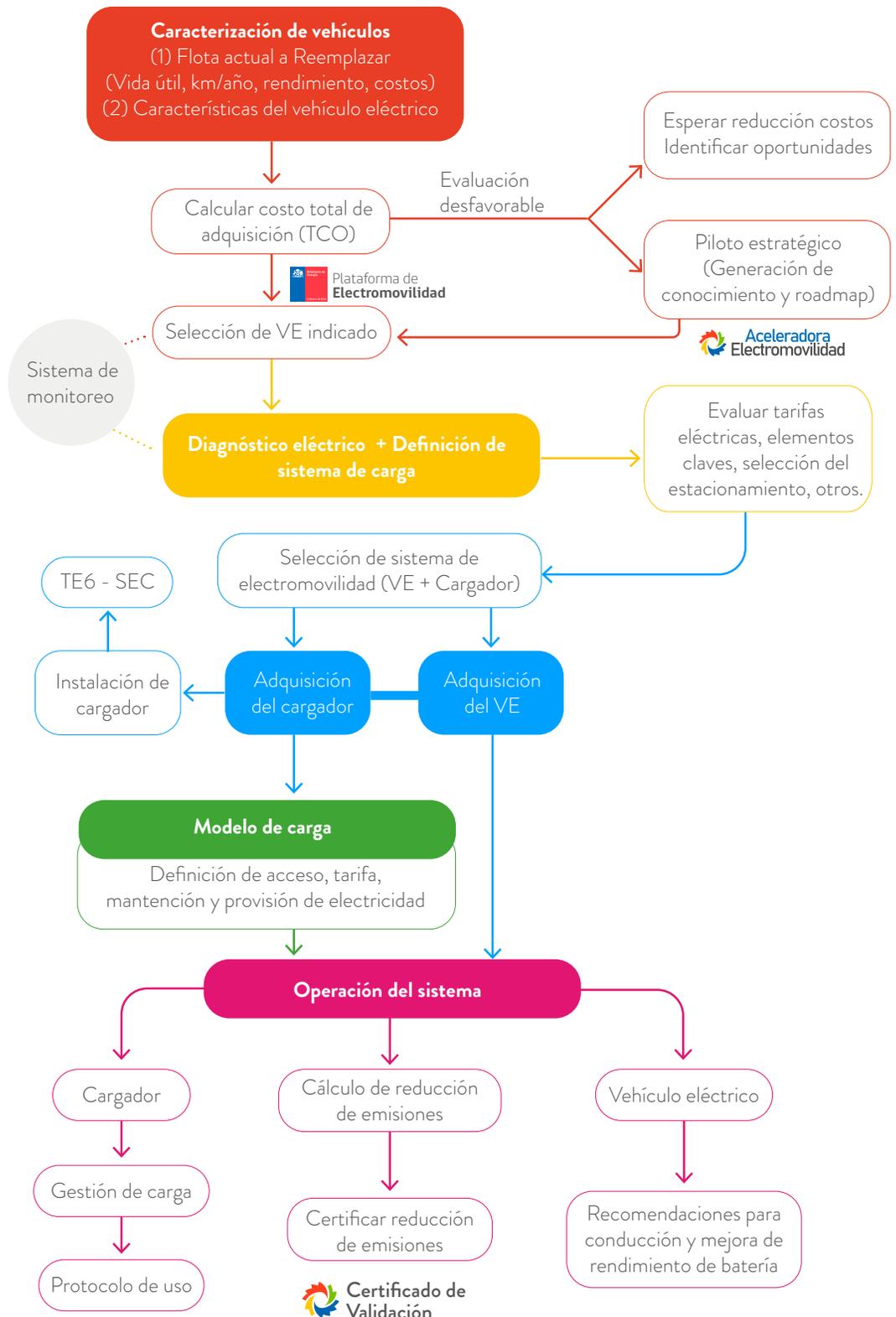
03 Mercado y Servicios

Identificar que tecnologías existen en Chile, los servicios de post-venta, y la posibilidad de monitorio

04 Modelo de carga

Definir modelo de carga (Privado, Público) tarifas y actores vinculados a la provisión del servicio de carga

05 Operación de Sistema de Movilidad Eléctrica





Agencia de
Sostenibilidad
Energética

Monseñor Nuncio Sótero Sanz 221,
Providencia, Santiago - Chile.
+56 2 2571 2200
info@agenciase.org