move

INTEROPERABILIDAD

PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

GUÍA PRÁCTICA DE RECOMENDACIONES



movelatam.org

Índice

Abreviaturas *4*

Resumen ejecutivo *5*

Introducción *7*

1 Marco teórico: definiciones y capas de interoperabilidad y roaming de vehículos eléctricos 9

1.1 Definición de interoperabilidad 9

1.2 Definición de apertura 11

1.2.1. El Open Charge Point Protocol (OCPP) como ejemplo de apertura 12

1.3 Definición de roaming de vehículos eléctricos 13

1.1.1 Ejemplos de roaming de vehículos eléctricos 15

1.1.2 Protocolos interoperables en el mercado 16

1.2 Roaming y capas de interoperabilidad 18

2 Casos de interoperabilidad *21*

2.1 Estado actual del desarrollo de la e-movilidad en la región 21

2.2 Mercado de servicios de recarga de VE en América Latina 23

2.2.1 Topologías del Sector de Energía Eléctrica 23

2.2.2 La concepción de los servicios de recarga de vehículos eléctricos 27

2.3 Interoperabilidad de vehículos eléctricos y configuraciones del mercado energético 28

2.4 Caso 1: Configuración del mercado de energía cerrado 29

2.5 Caso 2: Configuración del mercado energético semiabierto 30

2.6 Casa 3: Configuración del mercado abierto de energía 31

3 Recomendaciones para el desarrollo de la interoperabilidad en América Latina y el Caribe 34

3.1 Observaciones 34

3.1.1 General 34

3.1.2 Capa empresarial 35

3.1.3 Capa de servicios 37

3.1.4 Capa de información 38

3.1.5 Capa de comunicación 40

3.1.6 Capa de hardware 41

3.2 Evaluación de recomendaciones y metodología de aplicación 42

3.2.1 Capa comercial 42

3.2.2 Capa de servicio 43

3.2.3 Capa de información 44
3.2.4 Capa de comunicación 44
3.2.5 Capa de hardware 45
3.2.6 Escala de interoperabilidad 45

4 Observaciones finales y conclusiones 47

5 Bibliografía y literatura 48

Anexo 1: Modelos de referencia para la interoperabilidad de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos 52

Referencia: Modelo de Arquitectura de Red Inteligente (SGAM) 52

Referencia: Marco de Configuración de Contexto de Interoperabilidad Gridwise (GWAC, 2008) 54

Referencia: modelo OSI 55

Anexo 2: Metodología de recolección de datos para las capas de interoperabilidad en los países de América Latina 57

Abreviaturas

EV - Vehículo eléctrico (en inglés, *Electric Vehicle*)
EVSE – Equipos de recarga para vehículos eléctricos (en inglés, *Electric Vehicle Supply Equipment*); estación de recarga
CPO – Operador de punto de recarga (en inglés, *Charge Point Operator*)
CSO – Operador de estación de recarga (en inglés, *Charging Station Operator*)
MSP – Proveedor de servicios de recarga (en inglés, *Mobility Service Provider*)
DSO - Operador de red local, Operador del sistema de distribución (en inglés, *Distribution System Operator*)
TSO - Operador de red central, Operador de sistema de transmisión (en inglés, *Transmission System Operator*)
OCPP – Protocolo de punto de recarga abierto (en inglés, *Open Charge Point Protocol*)
OCPI — Interfaz de punto de recarga abierta (en inglés, *Open Charge Point Interface*)
CCS1, CCS2, ChaDeMo, GB/T: estándares de conectores de vehículos eléctricos
Región LAC – Región de América Latina y el Caribe

Resumen ejecutivo

El objetivo de este documento es definir los conceptos sobre la interoperabilidad de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, establecer un marco común para explorar su desarrollo en América Latina y el Caribe, ofrecer una guía para evaluar sus elementos en distintos escenarios en cada país y formular recomendaciones.

La interoperabilidad es *la capacidad de los sistemas y los procesos de negocio subyacentes para intercambiar datos y compartir información y conocimientos*. Es una característica en los ecosistemas maduros como los sectores de la electricidad, la tecnología de la información (TI) y las telecomunicaciones. Por lo tanto, es un ingrediente importante para un ecosistema maduro e integrado de recarga de vehículos eléctricos.

Además, el concepto de *capas de interoperabilidad* es una herramienta útil para evaluar la interoperabilidad en todas las partes del ecosistema y en cada aspecto de la cadena de valor de recarga de vehículos eléctricos. El *roaming* para vehículos eléctricos es la característica más visible de la interoperabilidad y depende de múltiples elementos en la cadena de valor para tener éxito:

- Los conectores y enchufes de los vehículos eléctricos y las estaciones de recarga deben ser interoperables: **la capa de hardware.**
- Todos los sistemas de hardware y software, que dirigen y controlan el hardware, necesitan comunicarse sin problemas entre sí: **la capa de comunicación.**
- La información intercambiada entre actores y sistemas debe reconocerse e interpretarse para que tenga sentido: **la capa de información.**
- Los procesos de negocio y los servicios entre los actores deben estar alineados para brindar servicios fluidos y centrados en el usuario: **la capa de servicio.**
- Es necesario definir un marco regulatorio y de negocio claro que proporcione un contexto predecible para que los gobiernos, las empresas, los operadores de red y los conductores de vehículos eléctricos, entre otros actores, desarrollen y hagan crecer los servicios de recarga de vehículos eléctricos interoperables: **la capa de negocio.**

El estudio de los países de referencia y los países de América Latina muestra una fuerte relación entre la configuración del mercado energético y el diseño del mercado de servicios de recarga de vehículos eléctricos. Los países con un mercado energético abierto y experiencia en interoperabilidad son propensos a diseñar también un mercado abierto de recarga de vehículos eléctricos. Por el contrario, los mercados cerrados o semicerrados tienden a crear ecosistemas de recarga de vehículos eléctricos más cerrados. Si los países tienen la intención de pasar a una configuración más abierta, esto suele ser parte de un desarrollo más amplio del sector hacia la apertura y la interoperabilidad.

Cada configuración de mercado tiene sus ventajas y desventajas. Mientras que los mercados energéticos cerrados pueden simplificar los marcos políticos y normativos y facilitar su aplicación, también están sujetos a la voluntad política del gobierno y dependen en gran medida de la

financiación pública para desarrollarse. Por otro lado, un mercado más abierto permite la competencia y el desarrollo de modelos empresariales y de mercado innovadores.
Para cada configuración del mercado, la interoperabilidad puede desarrollarse con el fin de obtener las siguientes ventajas: reducción de los costes de instalación e integración, ampliación y desarrollo eficientes de nuevos servicios, un entorno de mercado competitivo, prevención del bloqueo tecnológico (*lock-ins*, en inglés), transparencia en la oferta y avance hacia productos y servicios centrados en el usuario.

Para cada capa de interoperabilidad se ofrecen recomendaciones específicas. Estas incluyen una evaluación de la preparación para la interoperabilidad, presentada en forma de un *menú* en el que se indican los elementos mínimos y óptimos para cada capa y escala de interoperabilidad. Se espera que, según el contexto de la movilidad eléctrica en cada país, la guía ayude a identificar los elementos que se han desarrollado y los que podrían desarrollarse para lograr una infraestructura de recarga de vehículos eléctricos interoperable más madura. No necesariamente deben marcarse todas las casillas o condiciones, ya que depende del contexto del país, pero puede usarse como una guía para preparar y planificar futuros desarrollos de política pública de infraestructura de recarga, hojas de ruta nacionales y planes de infraestructura, entre otros. La escala de interoperabilidad describe las ambiciones subnacionales, nacionales e internacionales hacia la interoperabilidad. Una escala internacional apunta a una visión de una infraestructura de recarga de vehículos eléctricos interoperable para la región de América Latina y el Caribe.

Introducción

Los vehículos eléctricos han sido adoptados como una solución importante para conseguir un transporte sin emisiones y un aire más limpio en las zonas urbanas. También brinda la oportunidad de utilizar para el transporte la electricidad que se ha generado a partir de fuentes renovables (como la energía hidráulica, solar o eólica), lo que reduce la dependencia de la producción o importación de petróleo y gas. La capacidad de almacenamiento de los vehículos eléctricos tiene un potencial prometedor para capturar la producción volátil de las fuentes renovables y servir como un acumulador de energía para la red eléctrica.

Este futuro prometedor se basa en un ecosistema maduro de vehículos eléctricos, una infraestructura de recarga y una buena integración con el sector de la electricidad y el transporte, así como de la planificación de la movilidad urbana. La interoperabilidad, la capacidad de los sistemas y los procesos de negocio subyacentes para intercambiar datos y compartir información y conocimientos, es una característica importante para un ecosistema de recarga de vehículos eléctricos maduro e integrado.

Este informe es parte de un estudio más amplio sobre la interoperabilidad de la recarga de vehículos eléctricos (EV) en América Latina y el Caribe. Ofrece recomendaciones para mejorar la interoperabilidad y, por lo tanto, el funcionamiento de todo el ecosistema de recarga de vehículos eléctricos.

La primera parte de este informe se centra en la descripción del marco teórico. Define conceptos como apertura, interoperabilidad y *roaming*. También presenta el marco del mercado de la recarga de vehículos eléctricos, sus actores y procesos. Por último, introduce la teoría de las "capas de interoperabilidad" como un medio para evaluar el nivel actual y deseado de interoperabilidad.

La segunda parte de este informe contiene una evaluación de los países de América Latina y el Caribe. Brinda una descripción general sobre la configuración de su mercado energético, el estado actual de la interoperabilidad y el desarrollo de la recarga de vehículos eléctricos, ya sea como un servicio de energía regulado o como un servicio separado.

La última parte de este informe contiene analiza las diferentes configuraciones del mercado energético y cómo esto afecta el desarrollo hacia la recarga interoperable de vehículos eléctricos. También contiene una serie de recomendaciones específicas para que los gobiernos trabajen con el fin de apoyar la transición hacia la movilidad eléctrica y captar los beneficios de un futuro sostenible para el transporte.

Agradecemos a todos que colaboraron en este informe: en primer lugar, el programa Euroclima+, a través del cual se financió y apoyó esta iniciativa desde el principio; el equipo regional del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (Gustau Mañez, Jone Orbea, Carlos Mir, Juan Benitez); los consultores locales (Maria José Ventura, Carlos Meza, Wilmer Henríquez, Juanita Concha, Ana Dávila, Ronald Panameño, Alexander Fragueiro, José Javier Sosa, Nicolás Castromán, Francisco Ortega, Jaime Morales y Gustavo Jiménez) y Esteban Bermúdez Forn, quien inició este proyecto.

1 Marco teórico: definiciones, capas de interoperabilidad y roaming de vehículos eléctricos

La interoperabilidad, el *roaming* de recarga de vehículos eléctricos y los estándares abiertos son conceptos que deben definirse adecuadamente antes de presentar una discusión sobre cómo implementar sistemas de recarga de vehículos eléctricos interoperables. En las siguientes secciones se presentarán dichas definiciones, que proporcionarán una estructura para introducir otros elementos dentro de la interoperabilidad, como las capas que la componen y cómo las interacciones entre capas dan como resultado la prestación del servicio de *roaming* de vehículos eléctricos.

La interoperabilidad se presenta inicialmente como un concepto genérico para que los sistemas intercambien información. Este capítulo profundiza en cómo se realiza dicho intercambio de información. La interoperabilidad como concepto ha demostrado tener éxito en sectores como las telecomunicaciones y la tecnología de información. En ambos casos, compartir información relevante entre proveedores de servicios permite a los usuarios beneficiarse de la infraestructura y los servicios de los proveedores, independientemente del hardware o las suscripciones que utilicen.

Las siguientes secciones presentan definiciones de interoperabilidad, apertura y *roaming* de vehículos eléctricos. Por último, tomando prestado de diferentes marcos del sector de la tecnología de información y la energía, define las capas de interoperabilidad y el servicio de roaming de vehículos eléctricos resultante, vinculado al desarrollo de sistemas de recarga de vehículos eléctricos interoperables.

1.1 Definición de interoperabilidad

La interoperabilidad es un concepto general que se refiere a la adecuada "operabilidad" entre sistemas o actores. A modo de referencia, a continuación, se presentan algunas definiciones de interoperabilidad para proporcionar una descripción formal.

ISO (Organización Internacional para la Normalización)
La Organización Internacional para la Normalización (ISO), en su estándar ISO/IEC 2382-01 (Vocabulario de Tecnología de la Información, Términos Fundamentales), define la interoperabilidad como "la capacidad de comunicar, ejecutar programas o transferir datos entre varias unidades funcionales de una manera que requiera que el usuario tenga poco o ningún conocimiento de las características únicas de esas unidades".

IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (en inglés, *Institute of Electrical and Electronics Engineers* - IEEE) ofrece, desde una perspectiva más técnica, una definición generalmente aceptada de la interoperabilidad: "la capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información que se ha intercambiado".

Estas definiciones no son exclusivas de la movilidad eléctrica o la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, sino que son presentadas en un sentido más general para definir una condición técnica en la cual todos los elementos de un determinado ecosistema, si dicha condición se cumple, deberán trabajar juntos.

Específicamente, para el contexto de la interoperabilidad de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, se propone una definición en la Directiva de Sistemas de Transporte Inteligente (en inglés, *Intelligent Transport Systems* — ITS) de la Comisión Europea:

"'Interoperabilidad' significa la capacidad de los sistemas y los procesos de negocio *subyacentes para intercambiar datos y compartir información y conocimientos".*

La interoperabilidad tiene muchos beneficios que mejoran el despliegue y la implementación de los sistemas y servicios de recarga de vehículos eléctricos. Algunos de los beneficios son:

- No se requieren servicios ni componentes de conversión o traducción, lo que reduce los costos de instalación e integración.
- Un escalamiento eficiente de servicios mediante la reutilización de componentes interoperables.
- El desarrollo eficiente de nuevos servicios con dependencia limitada de terceros.
- La promoción de un entorno de mercado competitivo, lo que evita los bloqueos tecnológicos (*lock-ins,* en inglés). Una competencia justa permite mejores comparaciones de ofertas.
- La transparencia de precios nivela el campo de juego y traslada la competencia al precio y la confiabilidad, lo que proporciona ofertas adecuadamente desarrolladas.

La bibliografía existente, como el Gridwise Architecture Council (GWAC) formado por el Departamento de Energía de los EE. UU. (consulte el Anexo 1), identifica los grados de interoperabilidad, como se indica en la siguiente imagen: desde una interfaz personalizada hasta una interfaz común (protocolo), pasando por un estándar *plug and play* continuo que conecta directamente dos sistemas.

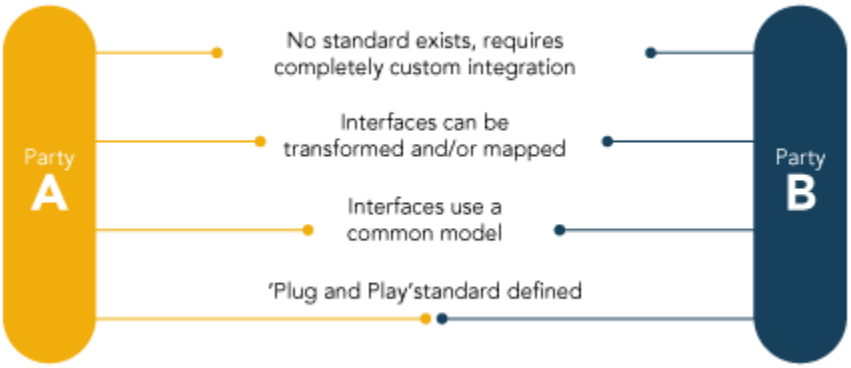


Imagen 1. Gradaciones de interoperabilidad (GWAC 2008)

1.2 Definición de apertura

Los sistemas interoperables aún permiten la introducción y el uso de herramientas, estándares o protocolos propietarios. El uso de dichas herramientas puede generar costos adicionales, reclamos de propiedad intelectual o procesos de desarrollo propios. Los estándares propietarios tienen la ventaja de una implementación, adopción y uso más rápidos, pero, por otro lado, pueden crear algunas restricciones y dependencias que, en última instancia, inhibirán el crecimiento del sector del mercado. Para no bloquear dicho crecimiento, los estándares y protocolos deben ser abiertos y de uso gratuito.

El desarrollo de estándares tiene varias etapas en las que se puede aplicar la apertura. La apertura es un concepto amplio que abarca desde la posibilidad de tener acceso múltiple al desarrollo y la implementación de protocolos, la coordinación y las decisiones neutrales, los procesos de fabricación, entre otros. El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, por sus siglas en inglés), la Sociedad de Internet (ISOC, por sus siglas en inglés), el Consorcio Mundial (W3C), el Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF, por sus siglas en inglés) y la Junta de Arquitectura de Internet (IAB, por sus siglas en inglés), establecieron en conjunto los “Principios OpenStand”, que definen estándares abiertos y determinan los componentes básicos para la innovación en el contexto de Internet, pero también sirven para relacionar el concepto de apertura en el contexto de la movilidad eléctrica.

La apertura es uno de los seis principios para el desarrollo de estándares, guías y recomendaciones internacionales definidos por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio de la Organización Mundial del Comercio (OMC). A continuación, se presentan los seis principios:

1. **Transparencia** en la comunicación y la información. “Toda la información esencial sobre los programas de trabajo actuales, así como sobre las propuestas de estándares, guías y recomendaciones que se están considerando y sobre los resultados finales debe ser de fácil acceso” para todas las partes interesadas.
2. **Apertura** en el desarrollo de estándares. Debe haber una membresía abierta sobre una base no discriminatoria en cada etapa del proceso de estandarización, y “cualquier miembro interesado del

organismo de normalización (…) con interés en una actividad de estandarización específica debe tener oportunidades significativas para participar en todas las etapas de desarrollo estándar."

3. **Imparcialidad y consenso** en la toma de decisiones, lo que significa no privilegiar o favorecer los intereses de una parte en particular.

4. **Efectividad y relevancia** referente a facilitar el comercio internacional y prevenir barreras comerciales innecesarias. "Los estándares deben ser relevantes y responder de manera efectiva a las necesidades regulatorias y del mercado, así como a los avances científicos y tecnológicos. No deben distorsionar el mercado mundial, tener efectos adversos en la competencia leal ni sofocar la innovación y el desarrollo tecnológico. Además, no deben dar preferencia a las características o requisitos de países o regiones específicos cuando existen necesidades o intereses diferentes en otros países o regiones."

5. **Coherencia** que evite la duplicación y la superposición con otros trabajos de otros organismos para la normalización. En este sentido, la cooperación y la coordinación son esenciales.

6. **Inclusión** o una dimensión de desarrollo como lo establece la OMC. Esta dimensión busca "formas tangibles de facilitar la participación de los países en desarrollo en el desarrollo de estándares internacionales (...). La imparcialidad y apertura de cualquier proceso de normalización internacional requiere que los países en desarrollo no queden excluidos de facto del proceso".

Este conjunto de principios ciertamente define los sistemas, estándares y protocolos de recarga de vehículos eléctricos abiertos e interoperables.

1.2.1. El Protocolo de Punto de Recarga Abierto (OCPP) como ejemplo de apertura

Una demostración tangible y explícita de apertura e interoperabilidad dentro de los sistemas de recarga de vehículos eléctricos es el Protocolo de punto de recarga abierto (OCPP, por sus siglas en inglés). El OCPP es un protocolo de aplicación para la comunicación entre los vehículos eléctricos, las estaciones de recarga y un sistema de gestión central. El OCPP permite pasar del sistema de gestión de un operador de estación de recarga a otro sin la molestia de reemplazar o cambiar ningún hardware. El sistema de gestión central normalmente determina aspectos como el acceso, los precios, los perfiles de recarga y otros que son necesarios para operar una estación de recarga de vehículos eléctricos. El OCPP permite que el sistema de gestión de cualquier operador funcione con cualquier estación de recarga, lo que hace posibles las dinámicas de mercado abierto. Es verdaderamente un protocolo interoperable. El OCPP se ha desarrollado exactamente con el propósito de facilitar la apertura y la interoperabilidad de la infraestructura y los servicios de recarga de vehículos eléctricos. Siguiendo el principio de apertura, el OCPP no favorece un modelo de mercado particular o específico.
Los principios presentados en la sección anterior impulsan la apertura del OCPP porque todos tienen la posibilidad de contribuir al desarrollo del protocolo, la toma de decisiones y la gestión se

mantienen imparciales y consensuadas en cualquier etapa del desarrollo y se basan en la transparencia de la información y comunicación. La Open Charge Alliance (OCA) es el consorcio global responsable de gestionar el OCPP. Actualmente, el estándar ISO ISO63110 se está desarrollando en paralelo al estándar de mercado OCPP, para crear un estándar formal para esta interfaz. La expectativa es que pasen algunos años antes de que se publique esta norma formal. Dada la alta penetración de mercado actual de OCPP, sería más eficiente que la norma ISO63110 siguiera este diseño.



Figura Imagen 2. Arquitectura e implementación genérica de Protocolo de Punto de Recarga Abierto (OCPP)

Algunas de las principales ventajas del OCPP son:

- Permite a los propietarios de puntos o estaciones de recarga cambiar fácilmente de operador en cualquier momento sin necesidad de reemplazar o abandonar ningún activo de la estación de recarga.
- Habilita servicios de red rentables (como la respuesta a la demanda) con el uso de una comunicación común entre las estaciones de recarga y los operadores de la red eléctrica.

- Alienta a los clientes a poseer un vehículo eléctrico al proporcionar acceso integrado a estaciones de recarga, servicios de roaming y facturación.

1.3. Definición de roaming de vehículos eléctricos

El *roaming* es un concepto que se utilizó inicialmente en el sector de las telecomunicaciones. La norma ISO 26927 define el *roaming* como "servicio que permite a los usuarios/terminales utilizar redes de acceso y servicios de movilidad de un operador de red que es diferente del operador del dominio de origen del usuario". En el contexto de la movilidad eléctrica, se ha acuñado el término *roaming* de vehículos eléctricos y se refiere a permitir que el un usuario de vehículo eléctrico tenga una suscripción con el operador o proveedor de servicios A y cargue el vehículo eléctrico en una estación de recarga operada por el operador B, con quien el conductor no tiene directamente un contrato. Para permitir el *roaming* de vehículos eléctricos, el operador A debe tener un acuerdo contractual de colaboración con el operador B, lo que permite que sus usuarios de vehículos eléctricos utilicen sin problemas la infraestructura de recarga de cualquiera de los operadores sin la necesidad de tener suscripciones o contratos con ambos. A continuación, se presentan los elementos mínimos necesarios para permitir *roaming* de vehículos eléctricos:

a) Un acuerdo contractual entre las partes involucradas. Dicho acuerdo puede ser directo (bilateral) o indirecto (a través de una plataforma de *roaming* o agregadores similares).
b) Una conexión a internet en el punto de recarga que permita la autenticación directa y el intercambio de información de recarga.
c) Cualquier función de autenticación y activación remota, como un lector de tarjetas de identificación por radiofrecuencia (en inglés, *Radio Frequency Identification* - RFID), un token o cualquier otra similar.
d) Hardware, sistemas de software y protocolos de comunicación interoperables, como el OCPP, para facilitar la autenticación mencionada anteriormente y las funcionalidades de activación.

Como se mencionó en la sección anterior, ISO está desarrollando actualmente la norma ISO63119 para el *roaming* de vehículos eléctricos. Lo más probable es que la norma final siga las mejores prácticas del mercado. La definición de *roaming* propuesta por la norma ISO63119 es:

"Roaming: intercambios de información y disposiciones relacionadas entre proveedores de servicios de movilidad eléctrica, que permiten a los usuarios de utilizar una sola credencial y contrato para acceder a servicios en múltiples redes de movilidad eléctrica y contratar el acceso a los servicios de recarga proporcionados por múltiples proveedores de servicios de movilidad o CPO a través *de* puntos finales de *roaming*"[1]

Para comprender completamente esta definición, se explica el concepto de proveedor de servicios de movilidad eléctrica (MSP, por sus siglas en inglés). Un MSP es una empresa con la que los usuarios contratan servicios relacionados con la recarga de vehículos eléctricos. Los MSP no necesariamente poseen ni operan la infraestructura de recarga, pero aún tienen varias responsabilidades en la cadena de valor de los servicios de recarga, como brindar los medios de autenticación para los usuarios de vehículos eléctricos (tarjetas RFID o aplicaciones) y proporcionar plataformas de información (para mostrar la ubicación y navegación indicaciones para encontrar puntos de recarga), así como realizar la gestión de redes de *roaming*, la gestión de clientes, la facturación y el manejo de procesos de recarga.

En la sección 1.3.1, se dan ejemplos para ilustrar mejor el caso de roaming de vehículos eléctricos con más detalle.

Al igual que el OCPP presentado en la sección anterior, existen disponibles en el mercado múltiples protocolos interoperables para facilitar el *roaming*, en diversos grados de apertura. Por ejemplo, el Protocolo de interfaz de punto de recarga abierto (OCPI, por sus siglas en inglés) que "admite conexiones entre proveedores de servicios de movilidad eléctrica, que tienen como clientes a los conductores de vehículos eléctricos, y los operadores de puntos de recarga". (EV Roaming Foundation, 2021). En la sección 1.3.2 se dará una explicación más detallada de tales protocolos.

[1] Las abreviaturas se han cambiado para adaptarse a las definiciones utilizadas en este documento.

1.3.1. Ejemplos de roaming de vehículos eléctricos

1.3.1.1. Caso 1: sin roaming

Un ecosistema simple sin *roaming* solo implica una transacción única entre el usuario del vehículo eléctrico y el operador del punto de recarga (CPO, por sus siglas en inglés):

1. El usuario conecta el vehículo eléctrico a la estación de recarga.
2. El usuario del vehículo eléctrico se autentica (vía RFID, aplicaciones o cualquier otro medio ofrecido por el CPO).
3. Se lleva a cabo la sesión de recarga.
4. El usuario del vehículo eléctrico paga por cualquier medio puesto a disposición por el CPO.

1.3.1.2. Caso 2: roaming entre operadores

Este caso se aplica cuando un cliente de un determinado operador de punto de recarga quiere utilizar la red de puntos de recarga de otro CPO. El proceso de *roaming* seguirá estos pasos:

1 El usuario del vehículo eléctrico tiene una suscripción con CPO-1.
2 El usuario conecta el vehículo eléctrico a una estación de recarga de CPO-2.
3 El usuario del vehículo eléctrico se autentica en la estación de recarga de CPO-2 (a través de RFID, aplicación o cualquier otro medio ofrecido por CPO-2).
4 CPO-2 verifica la autenticación con CPO-1 bajo los siguientes parámetros:
- ¿Existe un acuerdo contractual entre CPO-1 y CPO-2?
- ¿Se conoce al usuario en CPO-1 y se le permite recargar en la estación de recarga de CPO-2?
- Si es afirmativo, el usuario del vehículo eléctrico recibe la aprobación de CPO-2 para recargar.
5 Se lleva a cabo la sesión de recarga.
6 El usuario del vehículo eléctrico paga el precio minorista a CPO-1 mediante pago posterior (factura mensual).
7 CPO-1 paga a CPO-2 el precio mayorista de acuerdo con las condiciones pactadas en el contrato entre los CPO.

1.3.1.3. Caso 3: roaming entre el operador y el proveedor de servicios

Si un MSP quiere que sus clientes utilicen la red de estaciones de recarga de un determinado CPO, el *roaming* de vehículo eléctrico sigue el proceso que se describe a continuación:

1 El usuario del vehículo eléctrico tiene una suscripción con el MSP, que no posee ni opera estaciones de recarga pero tiene acuerdos con varios CPO.
2 El usuario conecta el vehículo eléctrico a la estación de recarga desde un CPO.
3 El usuario del vehículo eléctrico se autentica en la estación de recarga del CPO (a través de RFID, aplicación o cualquier otro medio ofrecido por CPO).

4 CPO verifica la autenticación con MSP bajo los siguientes parámetros:
- ¿Existe un acuerdo contractual entre el CPO y el MSP?
- ¿Se conoce al usuario en el MSP y se le permite recargar en las estaciones de recarga del CPO?
- Si es afirmativo, el usuario de vehículo eléctrico obtiene la aprobación del CPO para cobrar.
5 Se lleva a cabo la sesión de recarga.
6 El usuario del vehículo eléctrico paga el precio minorista al MSP a través de pospago (factura mensual).
7 El MSP paga al CPO el precio mayorista de acuerdo a las condiciones pactadas en el contrato entre ambos.

1.3.1.4. Roaming a través de un hub o a través de varias conexiones

Los casos anteriores describen una relación directa entre CPO y CPO, o CPO y MSP. En un mercado maduro puede haber muchas relaciones entre los actores del mercado para permitir el *roaming*. Las plataformas de *roaming* pueden desempeñar un papel valioso en la conexión de todos los actores del mercado. Además, los grandes CPO o los llamados agregadores cumplen un papel similar para los actores más pequeños y ofrece servicios que los conectan con los otros actores del mercado.

1.3.2. Protocolos interoperables en el mercado

Como se discutió anteriormente, cuando ocurren múltiples conexiones entre los actores en un mercado abierto, estos protocolos deben ser interoperables y abiertos. Los modelos de mercado aún se están desarrollando, por lo que también es valioso que los protocolos prescritos sean independientes de una configuración de mercado específica.

1.3.2.1. Protocolo de Punto de Recarga Abierto (OCPP)

El protocolo de información estándar *de facto* entre la estación de recarga y el sistema de gestión del operador es el Protocolo de punto de recarga abierto (OCPP, por sus siglas en inglés), administrado por Open Charge Alliance. Todos los principales fabricantes de estaciones de recarga admiten OCPP. Funciona como se describe en la sección 1.2.1.

1.3.2.2. Interfaz de Punto de Recarga Abierto (OCPI) y otros protocolos de roaming

El Protocolo de interfaz de punto de recarga abierto (OCPI, por sus siglas en inglés) se utiliza para intercambiar información entre el operador del punto de recarga (CPO) y el proveedor de servicios de movilidad (MSP), pero también con otros operadores del mercado que requieren información de los vehículos eléctricos. El protocolo OCPI se utiliza para establecer una conexión directa entre dos partes (entre pares o *peer to peer*) o para comunicarse con varios proveedores de servicios de *roaming* como Gireve, eClearing y Hubject.

El protocolo OCPI admite el intercambio de información sobre ubicaciones, tarifas, autorizaciones y transacciones de cobro. También es compatible con el intercambio de información para la recarga inteligente. A nivel internacional, se está convirtiendo cada vez más en el estándar *de facto* para el intercambio de información entre partes en el mercado de vehículos eléctricos.

Cada uno de los proveedores de servicios de *roaming* o plataformas de *roaming* proporciona su propio protocolo. Sin embargo, estos protocolos están limitados a las plataformas específicas.

1.1.3 El ecosistema de la infraestructura de recarga

El sector de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos se ha desarrollado hasta un nivel de normalización en roles y funciones que se han descrito adecuadamente para personas nuevas en el tema.

La siguiente figura ilustra gráficamente el ecosistema, con la descripción de los roles, las relaciones y los protocolos utilizados para el intercambio de información:

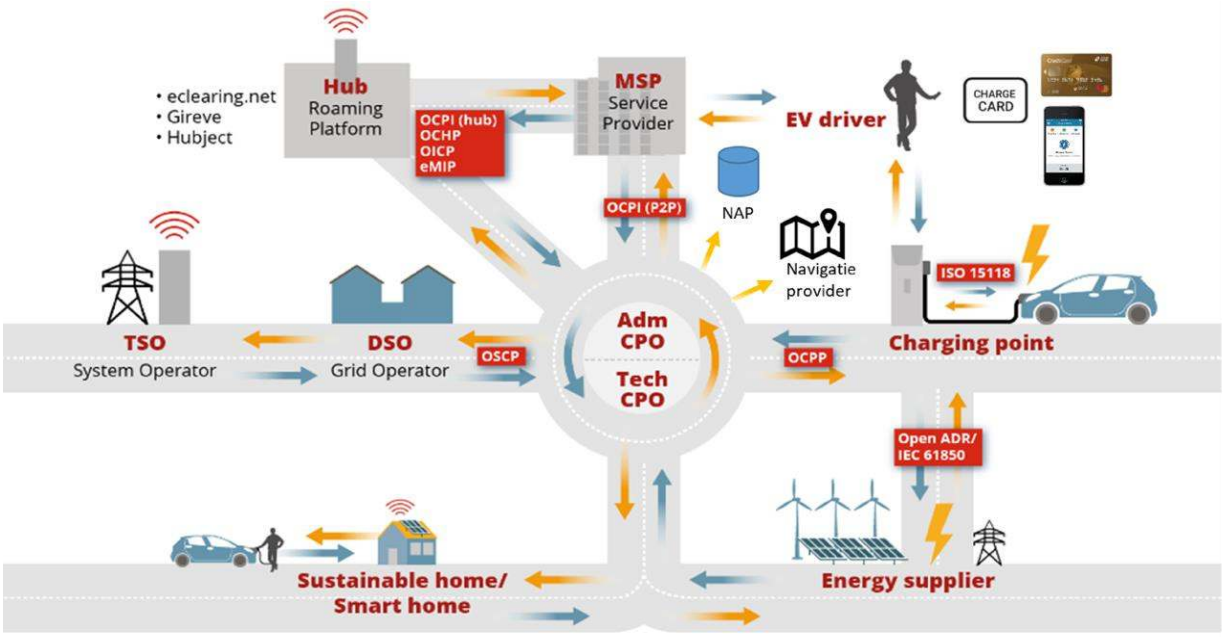


Imagen 3. El ecosistema de la infraestructura de recarga (EV Roaming Foundation). En la imagen se identifican los siguientes actores:

- El vehículo eléctrico con enchufe específico.
- La estación de recarga:

- Una estación de recarga puede tener múltiples puntos de recarga o equipo de suministro de vehículos eléctricos (EVSE, por sus siglas en inglés).
- Un punto de recarga tiene uno o más conectores (pero solo uno de ellos puede estar activo simultáneamente).

- El conductor del vehículo eléctrico.
- El operador de un punto de recarga (CPO).
- El proveedor de servicios al usuario, como suscripción u otros servicios de información (MSP)
- El hub o plataforma de *roaming*.
- El operador de red (DSO).
- El operador del sistema de transmisión (TSO).
- El proveedor de energía para las estaciones de recarga.
- Una casa sostenible u otro objeto con un sistema de gestión de energía, con el que puede conectarse una estación de recarga.

1.4. Roaming y capas de interoperabilidad

El roaming para vehículos eléctricos depende de múltiples elementos en la cadena de valor para tener éxito:

• Los conectores y enchufes de los vehículos eléctricos y la estación de recarga deben ser interoperables: **la capa de hardware**

• Todos los sistemas de hardware y software, que dirigen y controlan el hardware, necesitan comunicarse sin problemas entre sí: **la capa de comunicación**

• La información que se intercambia entre actores y sistemas debe reconocerse e interpretarse para que tenga sentido: **la capa de información**

• Los procesos y servicios de negocio entre los actores deben estar alineados para brindar servicios fluidos y centrados en el usuario: **la capa de servicio**

• Es necesario definir un marco regulatorio y de negocio claro para proporcionar un contexto predecible para que los gobiernos, las empresas, los operadores de red y los conductores de vehículos eléctricos, entre otros actores, que desarrollen y hagan crecer los servicios de recarga de vehículos eléctricos interoperables: **la capa de negocio.**

La siguiente tabla ofrece una descripción general de estas capas de interoperabilidad para la recarga de vehículos eléctricos. Este enfoque en capas se inspira principalmente en el trabajo anterior realizado en el Modelo de arquitectura de red inteligente (en inglés, *Smart Grid Architecture Model*) desarrollado por el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CEN-CENELEC, por sus siglas en inglés).

Capa de interoperabilidad de VE	Interpretación	Descripción

Capa de negocio (mercado y gobierno)	La configuración del mercado, la política y el marco regulatorio	El modelo de negocio (procesos y requisitos, funciones y responsabilidades del mercado, acuerdos financieros, responsabilidad, etcétera) está diseñado para facilitar modelos de contrato y modelos de colaboración (por ejemplo, licitaciones, permisos) entre empresas y entre las empresas y los gobiernos. El *roaming* de vehículos eléctricos y otros servicios relacionados con la recarga de vehículos eléctricos están siendo facilitados por un marco de políticas, de modo que las empresas y los clientes puedan confiar en estos servicios.
Capa de servicio (Roaming de vehículos eléctricos) (Roaming de VE)	Los servicios de recarga de vehículos eléctricos, las funciones y sus relaciones se describen en casos de uso.	Se describen casos de uso basados en servicios, como *roaming* de vehículos eléctricos, precios, pagos, medición, recarga inteligente y otros servicios de información.
Capa de información	Objetos de información, modelos de datos subyacentes y protocolos que se utilizan para el intercambio de información	Se implementa un modelo de datos y una semántica comunes para intercambiar información y brindar perspectivas agregadas y resúmenes a los usuarios finales. Los sistemas intercambian mensajes significativos entre sí de manera abierta, independientemente del hardware o software específico, utilizando protocolos de comunicación abiertos como OCPP, OCPI.
Capa de comunicaciones	Conexiones entre sistemas de hardware y software, vía ethernet, inalámbrica o vía cable de recarga	Todos los sistemas pueden intercambiar información, independientemente del hardware y software involucrado, haciendo uso de protocolos de información estándar como TCP/IP, 3G o el protocolo J1772.
Capa de hardware	Hardware del ecosistema	Las estaciones de recarga, los conectores y enchufes y otros elementos de hardware están diseñados para que todos los vehículos eléctricos puedan conectarse y suministrar electricidad, independientemente del tipo de vehículo o estación de recarga.

Tabla 1. Capas de interoperabilidad

Juntas, las capas definen la interoperabilidad del ecosistema de recarga de vehículos eléctricos: conectar los procesos y sistemas comerciales para intercambiar información y proporcionar un servicio de recarga sin interrupciones, como el *roaming*. Esta descripción general es útil al evaluar

la interoperabilidad de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos a nivel subnacional, nacional e internacional. Brinda a los gobiernos y las empresas que trabajan en la mejora de la movilidad eléctrica y la infraestructura de recarga un marco para la regulación adecuada, los procedimientos de contratación y el desarrollo de sistemas, estándares y protocolos para asegurar la interoperabilidad y, por lo tanto, el surgimiento de un mercado maduro con amplia accesibilidad para todos los interesados.

2 Casos de interoperabilidad

2.1 Estado actual del desarrollo de la movilidad eléctrica en la región

Los países de América Latina están comenzando a adoptar diferentes medidas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y alcanzar los objetivos del Acuerdo de París. La movilidad eléctrica es una de esas medidas que acompañan la penetración de las energías renovables en la matriz energética de cada país. El avance de la movilidad eléctrica puede reflejarse claramente en el desarrollo de la infraestructura de recarga, las ventas de vehículos eléctricos y la regulación existente para incentivar este mercado y el desarrollo de nueva infraestructura y servicios en torno a la movilidad eléctrica. Las siguientes tablas muestran algunas cifras que reflejan cómo avanza la penetración de los vehículos eléctricos y el desarrollo de la infraestructura de recarga en la región.

País	Población	Número total de vehículos de pasajeros	BEV	PHEV	Número de vehículos eléctricos	Vehículos eléctricos como % del total de vehículos	Vehículos eléctricos cada 100.000 habitantes
Chile	19.116.209	3.661.236[2]	1.238	593	1.831[3]	0,05%	9.5
Colombia	51.049.498	6.701.970[4]	4.542	2.984	7.526[5]	0,11%	14.7
Costa Rica	5.047.561	834.245	2.651	80	2731[6]	0,20%	30
República Dominicana	10.500.000	1.511.213[7]	1.577	229	1.806[8]	0,12%	17.2
Ecuador	17.706.066	1.549.299	462[9]		462	0,03%	2.6
Guatemala	14.901.286	832.169	17[10]		17	0,03%	0.11
México	126.014.024	34.281.913	4.546	6.469	11.015[11]	0,03%	8.7
Nicaragua	6.518.478	403.099	6	0	6	0,00%	0.09
Panamá	4.278.500	953.261	67	1.963[12]	2.030	0,21%	47.4
Paraguay	7.133.000	1.655.269	98	296	394[13]	0.03%	6
Uruguay	3.500.000	584.094	127	1.930	2.057[14]	0.02%	4
El Salvador	6.453.553	1.259.038	37[15]		37	0,003%	1

Tabla 2. Información general del mercado de vehículos eléctricos por país

[2] Datos de diciembre de 2020. Últimos publicados por el Instituto Nacional de Estadística de Chile (INE, 2020).
[3] Datos de diciembre de 2021. Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC, 2021).
[4] Esto incluye autobuses, camionetas, camiones, entre otros. No motos. Actualizado el 30 de junio de 2021 (RUNT, 2021).
[5] Datos de diciembre de 2021 (ANDEMOS, 2021).
[6] Datos de BEVs a diciembre de 2021. Datos de PHEVs de agencia de aduanas a septiembre de 2021 (MINAE, 2022) (Ministerio de Hacienda Costa Rica, 2021).
[7] Datos de diciembre de 2020 que incluyen solo automóviles y jeeps (DGII, 2021).
[8] Datos de diciembre de 2021 (Vehículos Eléctricos RD, 2022).
[9] No se informaron datos que discriminaran BEV y PHEV. Datos de diciembre de 2020 (AEADE, 2021).
[10] No se informaron datos que discriminaran BEV y PHEV.
[11] Los datos del BEV incluyen 3.000 Tesla de fuentes no oficiales porque Tesla no reporta a la AMIA. Datos a junio de 2021 (AMIA, 2021).
[12] Los datos de los híbridos no identifican claramente a los PHEV. Datos de Panamá de 2021 (SEN, 2021).
13 Datos de octubre de 2021 (DNA, 2021).
14 Los BEV incluyen taxis. Los datos de PHEV incluyen HEV. Datos de diciembre de 2020 (MIEM, 2021).
15 No se informaron datos que discriminaran BEV y PHEV.

País	Número de cargadores públicos semi-rápidos (<=22kW)	Número de cargadores públicos rápidos (>22kW)
Chile	261	37
Colombia	140	62
Costa Rica	30	34
República Dominicana	186	88
Ecuador	32	2
Guatemala	48	0
México	2100[16]	
Nicaragua	0	0
Panamá	37	13
Paraguay	13	5
Uruguay	40	35
El Salvador	2	0

Tabla 3. Infraestructura pública de recarga de vehículos eléctricos por país[17]

En general, en los países latinoamericanos, como se muestra arriba, los vehículos eléctricos que requieren infraestructura de recarga son solo una pequeña fracción de toda la flota de automóviles de pasajeros. Además, muestra que el desarrollo de la infraestructura de recarga está en sus primeras etapas en la región. Que se encuentren en etapas tan tempranas de desarrollo de la movilidad eléctrica no ha impedido que los gobiernos se esfuercen por desarrollar una regulación para incentivar el crecimiento del mercado de vehículos eléctricos, el desarrollo de la infraestructura de recarga y la aparición de nuevos servicios y modelos de negocio.

Dichos esfuerzos gubernamentales y sus compromisos políticos con el cambio climático han creado una serie de impulsores para la movilidad eléctrica en cada país. Entre ellos, el apoyo a una industria automotriz sólida en México, el alivio de los subsidios a la gasolina en Ecuador y, en especial, el logro de una transición energética exitosa en una región con un buen potencial para incluir energías renovables en su combinación energética y lograr su Contribución determinada a nivel nacional (NDC, por sus silgas en inglés) y objetivos climáticos.

Por ejemplo, Chile, fijando el año 2007 como línea base, pretende reducir en un 30% sus emisiones de CO_2. Esto significa que el 100% de los buses del transporte público deben ser eléctricos para 2040 y el 40% de su flota total de vehículos de pasajeros deben ser eléctrica para 2050. Colombia busca tener 600.000vehículos eléctricos en sus calles para2030 y, en general, sus nuevas metas NDC plantean reducir el 51% de las emisiones de CO_2. República Dominicana tiene como objetivo reducir el 25% de sus emisiones de CO_2 para 2030, con 2010 como año base, y la movilidad eléctrica se ve como una medida favorable para lograr tal objetivo. La NDC de Uruguay menciona las siguientes acciones en materia de movilidad eléctrica: a) introducción de vehículos eléctricos en el transporte público, 15 buses y 150 taxis para 2025 (se lograron en 2020, en un 100% para buses y un 45% para taxis); b) Introducción de vehículos eléctricos comerciales livianos, 150 unidades a 2025, lograda en 2019; y c) Creación de la primera ruta eléctrica de América Latina (instalación de sistemas de recarga

[16] Datos de la Comisión Federal de Electricidad sin discriminación entre carga lenta y rápida.
[17] Las fuentes y los comentarios de los datos de esta tabla se incluyen en la sección Bibliografía y Literatura.

para vehículos eléctricos en las rutas nacionales que conectan Colonia-Montevideo-Chuy, que se logró en 2018).

Tener gobiernos con objetivos y acciones claras para implementar la movilidad eléctrica en la región es un preludio perfecto para la interoperabilidad. Sin embargo, la configuración del mercado de la energía y sus perspectivas sobre los servicios de recarga de vehículos eléctricos también juegan un papel fundamental en cómo los países establecen un entorno propicio para tener ecosistemas de recarga de vehículos eléctricos interoperables.

2.2 El mercado de servicios de recarga de vehículos eléctricos en América Latina

Para caracterizar los diferentes servicios de recarga de vehículos eléctricos en la región, es fundamental comprender cómo se configura el sector de energía eléctrica y cómo se conciben estos servicios de recarga dentro de dicho sector.

2.2.1 Topologías del sector de energía eléctrica

Las diferentes configuraciones de los sectores eléctricos en la región varían en la pluralidad de actores que realizan las diversas actividades de la cadena de valor del servicio de energía eléctrica (generación, transporte, distribución y comercialización). Además, el predominio de actores a nivel nacional o en regiones definidas establece configuraciones diferentes para el sector de la energía eléctrica. Las distintas topologías del sector energético en cada país impactan directamente en la complejidad de establecer acuerdos sectoriales o regulación en materia de interoperabilidad por la cantidad de actores involucrados y afectados.

A continuación, se presentan tres topologías diferentes del sector de la energía eléctrica que ayudan a caracterizar a los países de la región. La variedad de actores involucrados en cada una de las actividades de la cadena de valor y su dominio nacional o regional definen cada topología.

2.2.1.1.1 Integración nacional y verticalidad

Esta topología de la organización del sector eléctrico se encuentra comúnmente en países con áreas relativamente pequeñas. En esta configuración, una sola empresa de electricidad o servicio público controla la cadena de valor de la electricidad en todo el país, es decir, la generación, transmisión, distribución y venta al por menor. En varios casos, dichas empresas son públicas o estatales. Otras partes interesadas también pueden ser parte de la cadena de valor de la electricidad (especialmente en generación, distribución y/o venta minorista). Sin embargo, la empresa de servicios públicos integrada verticalmente es predominante en el mercado eléctrico nacional.

2.2.1.2 Subnacional y cerrado

Esta topología es similar a la utilidad nacional e integrada verticalmente. La principal diferencia es que el alcance del control es a nivel subnacional en lugar de a nivel nacional. Esto significa que múltiples compañías eléctricas pueden operar dentro de un solo país. Si bien se encuentra una variedad de actores a lo largo de la cadena de valor, la característica principal es el fuerte dominio a nivel subnacional, especialmente en las actividades de distribución y venta al por menor dadas en concesión o reguladas de tal manera que impiden la aparición de nuevos actores.

2.2.1.3 Mercado abierto

En lo que este documento denomina un mercado abierto, la regulación permite que tanto actores públicos como privados realicen cualquiera de las actividades de la cadena de valor del sector de la energía en las distintas regiones del país. Esto significa que una empresa puede estar especializada en la actividad de generación y no tener ningún activo para transportar o distribuir energía y aun así participar en la cadena de valor. Además, las empresas pueden establecerse para realizar solo la comercialización de energía sin participar en la generación, el transporte y la distribución mediante la propiedad y operación de dichos activos. Si bien este tipo de topología complica la celebración de acuerdos sectoriales y el establecimiento de regulaciones, es beneficioso ya que da la bienvenida a nuevos actores que pueden traer modelos de negocios e ideas innovadoras con respecto a los servicios de recarga de vehículos eléctricos y favorecer el despliegue de la interoperabilidad.

PAÍS	NACIONAL Y VERTICAL	SUBNACIONAL Y CERRADO	MERCADO ABIERTO
Argentina			x
Chile			x
Colombia			x
Costa Rica	x	x	
República Dominicana		x	
Ecuador		x	
El Salvador			x
Guatemala			x
Honduras	x		
México	x		
Nicaragua		x	
Panamá		x	
Paraguay	x	x[18]	
Uruguay	x		

Tabla 4. Caracterización de los países según la topología del mercado energético

[18] Solo en distribución y venta al por menor se crearon y establecieron dos empresas diferentes antes de que se estableciera la regulación actual.

Estas topologías sirven para clasificar los mercados eléctricos del país, pero no definen precisión cómo están configurados. La siguiente tabla ayuda a comprender mejor cómo se organizan los mercados en cada país y por qué se clasifican en cada una de las topologías anteriores.

PAÍS	GENERACIÓN	TRANSMISIÓN	DISTRIBUCIÓN	MINORISTA	DESCRIPCIÓN
Argentina					En la generación participan empresas públicas y privadas. Empresas privadas también operan la transmisión. La distribución y el comercio minorista se asignan geográficamente con la participación de empresas públicas (provinciales) y privadas.
Bolivia					La generación es realizada por empresas privadas y nacionalizadas. Por su parte, la transmisión, distribución y comercialización están asignadas geográficamente a empresas privadas y nacionalizadas.
Chile					El sistema eléctrico fue privatizado en 1980 y está desagregado. Hay varias empresas privadas a lo largo de la cadena de valor de la electricidad.
Colombia					Los productores privados de energía poseen la mayor parte de los activos de generación. La transmisión es atendida por siete empresas públicas, algunas de las cuales participan en otros segmentos de la cadena de valor de la electricidad nacional. La distribución y el comercio minorista están desagregados.
Costa Rica					Una empresa eléctrica estatal predomina en la generación y el control total de la transmisión. Los productores de energía privados y las empresas de distribución de electricidad también participan en la generación de energía. La distribución y el comercio minorista se asignan geográficamente entre ocho empresas, incluida la empresa de servicios públicos estatal nacional.
República Dominicana					Los productores privados de energía poseen la mayor parte de los activos de generación. Una empresa estatal está a cargo de la transmisión. La distribución y la venta al por menor están a cargo de tres empresas privadas administradas por el gobierno que están asignadas geográficamente.
Ecuador					En la generación participan empresas públicas y privadas. Una empresa estatal está a cargo de la transmisión. La distribución y el comercio minorista están en concesión a varias empresas (en su mayoría públicas).
El Salvador					Los productores privados de energía poseen la mayoría de los activos de generación. Una empresa estatal está a cargo de la transmisión. Aunque no existe exclusividad territorial, la distribución y el minorista están repartidos geográficamente entre cinco empresas[19].
Guatemala					El mercado eléctrico en Guatemala está desagregado. El país cuenta con varias empresas privadas y estatales a lo largo de su cadena de valor de la electricidad.
Honduras					Los productores privados de energía poseen la mayoría de los activos de generación. La empresa estatal de servicios públicos participa en la generación y está a cargo de la transmisión. Una empresa privada se encarga de la distribución y venta al por menor. El país también cuenta con sistemas aislados operados por empresas independientes en sus islas del Caribe.
México					Una empresa eléctrica estatal nacional predomina en la generación y el control total de la transmisión, distribución y venta al por menor. La reforma energética de México desagregó la generación y las empresas privadas pueden participar en un mercado mayorista.
Nicaragua					El sector eléctrico está desagregado y diferentes empresas (públicas y privadas) participan en la generación, distribución y comercialización. Una empresa estatal se encarga de la transmisión.
Panamá					Existe un mercado mayorista en la generación. Una empresa estatal está a cargo de la transmisión. La distribución y el comercio minorista se distribuyen geográficamente entre las dos empresas.
Paraguay					Una empresa eléctrica estatal controla la cadena de valor de la electricidad nacional (Ley 966). Se permite la participación de productores privados de energía (Ley 3.009), pero ninguno está registrado debido a requisitos complejos.
Perú					Los productores privados de energía poseen la mayor parte de los activos de generación. Varias empresas privadas también controlan la transmisión. La distribución y el comercio minorista también se dividen entre varias empresas.
Uruguay					Una empresa eléctrica estatal tiene el control de la cadena de valor de la electricidad nacional. Se permite la participación de productores privados de energía a través de subastas.

Empresa única Empresas múltiples

[19] http://www.sc.gob.sv/uploads/est_24_inf.pdf

2.2.2 La concepción de los servicios de recarga de vehículos eléctricos

La definición de cómo se están conceptualizando los servicios de recarga de vehículos eléctricos en cada país afecta directamente la posibilidad de implementar estrategias de interoperabilidad. La discusión principal en torno a los servicios de recarga es si debe considerarse como un servicio diferente al suministro de energía eléctrica. De eso depende que haya condiciones propicias para la aparición y participación de nuevos actores especializados en servicios de recarga que traigan modelos de negocio, tecnología y conocimiento innovadores que ayuden a desplegar la interoperabilidad mucho más rápido.

Los países pueden clasificarse o caracterizarse en tres categorías diferentes con respecto a este tema:

2.2.2.1 Servicios de recarga de vehículos eléctricos como suministro de energía eléctrica

Se trata de países donde la normativa establece que los servicios de recarga de vehículos eléctricos deben recibir el mismo trato que el suministro de energía eléctrica. Por lo tanto, solo los actores autorizados a vender energía eléctrica al por menor pueden proporcionar el servicio de recarga de vehículos eléctricos. En esta categoría también podríamos ubicar a países en los que se han llevado a cabo discusiones serias o avanzadas a alto nivel en esta dirección con respecto a los servicios de recarga de vehículos eléctricos.

2.2.2.2 Servicios de recarga de vehículos eléctricos como un servicio diferente al suministro de energía eléctrica

Los países donde la regulación ha establecido que los servicios de recarga de vehículos eléctricos deben considerarse diferentes y separados al de suministro de energía eléctrica permiten que cualquier actor participe en el mercado de servicios de recarga. En esta categoría también podríamos ubicar a países en los que se han llevado a cabo discusiones serias o avanzadas a alto nivel en esta dirección con respecto a los servicios de recarga de vehículos eléctricos.

2.2.2.3 No existente

Los países en los que no se ha discutido la integración de los servicios de recarga de vehículos eléctricos en el sector de la energía eléctrica se ubican en esta última categoría. Son aquellos donde no ha habido una postura oficial o conversaciones serias de alto nivel, por lo que no se ha determinado cómo se considerarán los servicios de recarga de vehículos eléctricos en dicho país.
Caracterización de los países en función de la concepción de los servicios de recarga de vehículos eléctricos:

PAÍS	Recarga de vehículos eléctricos como suministro de electricidad	Recarga de vehículos eléctricos diferente al suministro de electricidad	No existente
Argentina			x
Chile		x	
Colombia		x[20]	
Costa Rica	x[21]		
República Dominicana	x[22]	/[23]	
Ecuador		x[24]	
El Salvador	x[25]		
Guatemala			x
Honduras	x		
México			x
Nicaragua			x
Panamá	x	/[26]	
Paraguay	x[27]		
Uruguay	x[28]		

Tabla 1. Caracterización de los países de la región LAC en cuanto al concepto de servicios de cobro del EVE

2.3 Interoperabilidad de vehículos eléctricos y configuraciones del mercado energético

Hemos visto que cada forma de organizar el mercado de la energía tiene un impacto diferente en la configuración de los servicios de recarga de vehículos eléctricos. En las siguientes secciones, se analizan tres casos típicos con diferentes configuraciones y su nivel de interoperabilidad. Las descripciones y los ejemplos se basan en un análisis de países de referencia e investigación documental. La explicación se basa en el enfoque de capas de interoperabilidad.

[20] Artículo 3º de la Resolución Ministerio de Minas y Energía 40223 de 2021.
[21] Todas las estaciones de recarga vehículos eléctricos son propiedad del ICE, que es el operador de red a nivel nacional.
[22] Además, la regulación actual no permite que actores externos a los distribuidores brinden servicios de recarga de vehículos eléctricos, se están llevando a cabo conversaciones para permitir que nuevos actores ingresen al mercado de servicios de carga de vehículos eléctricos.
[23] Actores como Evergo y otros privados están instalando puntos de carga en todo el país y brindando servicios de carga de vehículos eléctricos en medio de una falta de regulación para establecer quién puede o no instalar estaciones de carga de vehículos eléctricos y proporcionar servicios de carga de vehículos eléctricos.
[24] La Ley Orgánica de Eficiencia Energética de 2019 en su disposición reformatoria primera modifica el artículo 43 de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica estableciendo que los servicios de recarga de vehículos eléctricos son una excepción a la distribución y comercialización de energía: https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/03/0719_19-2020_02_18-Reg-Contrato-Comercializaci%C3%B3n.pdf
[25] Artículo 13 de la Ley de Movilidad Eléctrica de El Salvador.
[26] Si bien la regulación actual no permite que otros actores además de las empresas de distribución de energía vendan energía al por menor o brinden servicios de carga de vehículos eléctricos, la Comisión Interinstitucional de Movilidad Eléctrica votó a favor una Propuesta de Regulación y Normas para la Infraestructura de Recarga de Vehículos Eléctricos donde la idea de tener nuevos actores permitió se está considerando proporcionar servicios de recarga de vehículos eléctricos.
[27] ANDE es el distribuidor de energía actual y el actor autorizado para prestar cualquier servicio de comercialización de energía.
[28] Todas las estaciones de recarga vehículos son propiedad de la UTE, que es el operador de red a nivel nacional.

2.4 Caso 1: configuración del mercado de energía cerrado

El caso 1 consiste en una configuración de mercado de energía cerrado, típicamente con una empresa nacional de servicios públicos. Esta empresa actúa como proveedor de energía y operador de red, controlado directa o indirectamente por el gobierno. Hay poco o ningún espacio para actores comerciales, ni una diferenciación significativa dentro del país. Ejemplos de este caso son Portugal y Luxemburgo.

Este modelo está presente en algunos países de América Latina y el Caribe, como Uruguay. Una autoridad gubernamental (servicio público o de otro tipo) tiene la responsabilidad sobre la red y la conexión de los activos. Los servicios de recarga de vehículos eléctricos están bajo una sola responsabilidad: tanto el rol de CPO como el de MSP son realizados por la única empresa de servicios públicos. Existen varias redes de recarga e, incluso, pueden ser licitadas y estar a cargo de diferentes operadores, pero todas se manejan de manera similar y la coordinación desde un sistema de gestión central asegura el acceso a las estaciones de recarga. A continuación, se muestra un esquema visual:

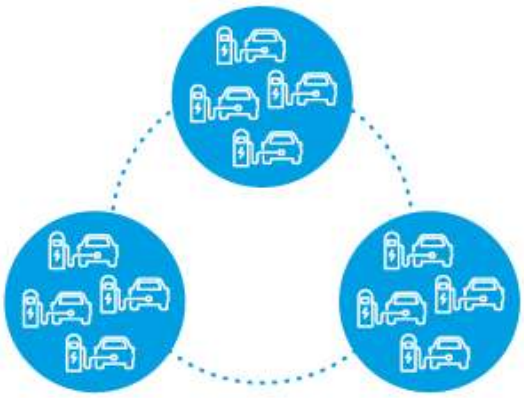


Imagen 4. Distintas redes de cobro controladas por una sola entidad

El nivel de interoperabilidad para este caso se puede describir utilizando el enfoque de "capas de interoperabilidad":

Capa de hardware y comunicación: el hardware y la comunicación a menudo están estandarizados porque una sola entidad los controla. Para el hardware normalmente se aplican estándares internacionales (interoperables).

Capa de información: los protocolos pueden estandarizarse, ya que es un enfoque eficiente para la gestión de la red de recarga, pero no son necesariamente interoperables.

Capa de servicios: los servicios están regulados, lo que brinda a los conductores de vehículos eléctricos en el país una experiencia de cliente estándar y predecible. Es posible que los conductores de vehículos eléctricos internacionales no reciban servicio ya que no están reconocidos por la compañía de servicios públicos nacional. Debido a la rápida evolución de los servicios de infraestructura de recarga de vehículos eléctricos y la falta de presión del mercado y de negocios

para compensar el costo, hay pocos incentivos para mejorar la experiencia del cliente y desarrollar nuevos servicios.

El *roaming* no es relevante ya que todas las estaciones de recarga están conectadas. Los precios y las tarifas se pueden estandarizar fácilmente.

Capa empresarial: existe un marco regulatorio claro y uniforme ejecutado por una entidad gubernamental. No se necesita un marco contractual o de mercado. El gobierno, como propietario de la mayor parte de la cadena de valor, asume el costo de desarrollo y operación.

2.5 Caso 2: configuración del mercado energético semiabierto

El caso 2 consiste en una configuración de mercado de energía semiabierto en la que normalmente hay unas pocas empresas de servicios públicos que cubren una provincia/estado/departamento o ciudad, así como algunos actores privados a nivel local y nacional. La empresa de servicios públicos actúa como operador de la red y como proveedor de energía que brinda servicios de recarga de vehículos eléctricos, compitiendo así con los actores comerciales. Los mercados locales y regionales son líderes dentro del país. Ejemplos de países para este caso son Alemania y Francia.

Es la configuración más común en América Latina y el Caribe. En un mercado de energía semiabierto, los servicios de recarga de vehículos eléctricos son suministrados por actores comerciales y entidades controladas por el gobierno. A menudo, los actores del mercado desempeñan el papel de CPO y MSP, principalmente para sus propias redes de recarga y clientes. Debido a la evolución del mercado a nivel local, existen diferentes soluciones que no son necesariamente compatibles. Se necesita un esfuerzo para conectar las diversas redes de recarga y desarrollar una experiencia de recarga vehículos eléctricos estandarizada para los usuarios. A continuación, se muestra un esquema visual:



Figura 5 Diferentes redes de recarga controladas por varias empresas de servicios públicos regionales, así como actores comerciales.

El nivel de interoperabilidad para este caso se puede describir utilizando el enfoque de "capas de interoperabilidad" de la siguiente manera:

Capa de hardware y comunicación: el hardware y la comunicación a menudo se estandarizan según la utilidad regional. Un gobierno debe realizar un esfuerzo explícito de estandarización para garantizar la interoperabilidad de los conectores, los medidores inteligentes, la señalización vial y las instrucciones de uso. Para el hardware normalmente se aplican estándares internacionales (interoperables).

Capa de información: los protocolos están estandarizados por red de recarga, pero a menudo existen diferentes soluciones en paralelo. No se utiliza ningún modelo de datos o base de datos estandarizados. La atención se centra en su propia base de clientes, con poco impulso (y voluntad de inversión) para garantizar el *roaming* con otras redes de recarga. Es necesario realizar esfuerzos adicionales, como centros de *roaming* o centros de datos centrales para conectar la amplia variedad de soluciones y hacer converger los desarrollos hacia un mercado interoperable.

Capa de servicios: los servicios varían ampliamente según el proveedor, tanto en función como en calidad, lo que dificulta que los clientes crucen regiones para cobrar en todas partes y tener una experiencia predecible. Debido a la evolución diversa de la infraestructura y los servicios de recarga de vehículos eléctricos en cada actor del mercado, se requiere un esfuerzo para cruzar sistemas y procesos propietarios y desarrollar una experiencia de cliente uniforme en navegación, fijación de precios, recarga, etcétera.

El *roaming* es extremadamente relevante para conectar las diferentes regiones y actores del mercado y lograr una red de recarga interoperable, pero se ve obstaculizado por la variedad de actores involucrados.

Capa comercial: en un mercado semiabierto, tanto los actores comerciales como los financiados por el gobierno están desarrollando redes de recarga y (comenzando a) competir por los clientes. Esta situación a menudo conduce a un mercado no transparente con pocos incentivos para colaborar. Todos los actores tienen un impulso para crecer y ampliar la red de recarga en función de los impulsores del mercado, pero se centran principalmente en su propia base de clientes (regional). Se necesita un marco gubernamental sólido para asegurar la colaboración y la interoperabilidad a escala nacional y para asegurar un mercado justo y transparente entre la amplia variedad de actores.

2.6 Caso 3: configuración del mercado abierto de energía

El caso 3 consiste en una configuración de mercado de energía abierta impulsada por los actores comerciales. Se hace una distinción clara entre los actores comerciales y el dominio no comercial (gobierno, red). No hay dependencia directa de una ciudad o región específica. Por lo tanto, el mercado se desarrollará rápidamente a escala nacional.

Todos los actores comerciales se adhieren a las mismas normas y regulaciones, tanto los actores nuevos como los establecidos que provienen de varios dominios comerciales, como servicios públicos de energía, automotriz, petróleo y gas, tecnología de información, etcétera. Ejemplos de configuraciones de mercados abiertos de energía son los Países Bajos, Noruega y el estado de California (EE.UU.).

Los actores comerciales están realizando servicios de recarga de vehículos eléctricos: los actores del mercado desempeñan el rol de CPO o MSP o ambos roles. Pueden existir diferentes soluciones de recarga, pero el entorno competitivo asegura un impulso hacia la entrega de un servicio de recarga óptimo. Los gobiernos nacionales y regionales aseguran un mercado justo y transparente. A continuación, se muestra un esquema visual:



Figura 6. La red de recarga nacional consta de múltiples actores comerciales que realizan sus actividades en un mercado abierto y transparente.

El nivel de interoperabilidad de la configuración del mercado abierto de la energía se puede describir utilizando el enfoque de "capas de interoperabilidad":

Capa de hardware y comunicación: el hardware y la comunicación no están estandarizados por definición. En un mercado joven con mucha libertad, los CPO pueden intentar crear un bloqueo tecnológico (*lock-in)* para proteger la participación de mercado. El gobierno debe realizar un esfuerzo explícito de estandarización para garantizar la interoperabilidad de los conectores, los medidores inteligentes, la señalización vial y las instrucciones de uso. Para el hardware normalmente se aplican estándares internacionales (interoperables).

Capa de información: debido a la gran variedad de actores del mercado y la interdependencia para proporcionar servicios de cobro, existe la necesidad de un intercambio de información en las primeras fases de desarrollo del mercado. Un enfoque en la rentabilidad resultará de una inversión temprana en soluciones eficientes tales como protocolos interoperables y modelos de datos comunes. Los protocolos están estandarizados por red de recarga, pero a menudo existen diferentes soluciones en paralelo.

Capa de servicios: los servicios varían ampliamente según el proveedor, tanto en función como en calidad. Pero un mercado de energía abierto a menudo tiene experiencia en el desarrollo de estándares mínimos y un nivel de interoperabilidad para establecer una propuesta de valor de recarga de vehículos eléctricos centrada en el cliente y crear una experiencia de cliente consistente en términos de navegación, tarificación, cobro, entre otros.

Es necesario realizar esfuerzos adicionales para establecer iniciativas como centros de *roaming* o centros de datos centrales para conectar la amplia variedad de soluciones y hacer converger los desarrollos hacia un mercado interoperable.

El *roaming* es extremadamente relevante para conectar a los diferentes actores del mercado para crear una red de recarga interoperable. En paralelo se pueden desarrollar distintas soluciones de roaming (conexiones *peer-to-peer*, hubs de *roaming*, soluciones de pago directo, entre otras).

Precios, tarifas, servicios de información y otros elementos de servicio son aspectos diferenciadores en las múltiples propuestas comerciales hacia los clientes y están bien desarrollados.

Capa comercial: en un mercado abierto, todos los actores están familiarizados con un nivel de regulación del mercado y esperan un marco regulatorio y comercial transparente para asegurar un entorno competitivo justo. Todos los actores están interesados en hacer crecer y ampliar la red de recarga en función de los impulsores del mercado y su propia base de clientes. Por lo tanto, suele haber una fuerte tendencia hacia la interoperabilidad. Se necesita un marco sólido de políticas públicas gubernamentales para asegurar la colaboración y la interoperabilidad y evitar que las ineficiencias del mercado (que a menudo ocurren en un sector joven) proporcionen incentivos incorrectos.

3 Recomendaciones para el desarrollo de la interoperabilidad en América Latina y el Caribe

Con base en el análisis de los países de referencia y la investigación documental realizada, esta sección contiene algunas observaciones sobre la interoperabilidad de recarga de vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe. A continuación, se harán recomendaciones específicas con los requisitos mínimos y óptimos de interoperabilidad por capa de interoperabilidad y la escala de interoperabilidad que se aplica: subnacional, nacional e internacional.

3.0 Observaciones

3.0.0 General

Diferentes contextos

En América Latina y el Caribe existen varias configuraciones del mercado energético y niveles de madurez para la recarga de vehículos eléctricos, lo que lleva a múltiples enfoques hacia la interoperabilidad.

A menudo, las opciones para una configuración específica están directamente relacionadas con la organización del mercado energético. A veces, la estructura de otros sectores, como un sector automotriz o de petróleo y gas dominante, influye en el mercado de recarga de vehículos eléctricos.

Las diferentes formas de organización del mercado energético por país a menudo están firmemente arraigadas en las normas y prácticas locales y no se modificarán fácilmente. Este es un requisito previo importante cuando se analizan las posibilidades de la interoperabilidad de recarga de vehículos eléctricos a nivel regional: reconocer los diferentes puntos de partida de cada país y, al mismo tiempo, impulsar la interoperabilidad de una manera que se ajuste a todos los países involucrados.

Escala de interoperabilidad

La interoperabilidad se puede ver a diferentes escalas: algunos países la han desarrollado a escala subnacional y aseguran que los conductores de vehículos eléctricos en una ciudad o provincia puedan recargar en todas partes. Otros países están desarrollando la interoperabilidad a escala nacional y aseguran que los conductores de vehículos eléctricos puedan recargar en cada estación de recarga de frontera a frontera. El nivel óptimo es que los conductores de vehículos eléctricos puedan viajar a través de las fronteras y recargar en un país vecino. Esto implica trabajar en las diferentes capas de interoperabilidad para desarrollar una red de recarga convergente como región.

Alcance de la interoperabilidad

La perspectiva de la interoperabilidad se centra principalmente en los vehículos ligeros de pasajeros. Algunos países también involucran autobuses. Se presta poca atención a los vehículos pesados o especiales. Se recomienda tratar los vehículos de pasajeros y los vehículos ligeros como un solo grupo al que se aplican los mismos requisitos. Los autobuses deben tratarse por separado ya que estos tienen requisitos específicos y los camiones también tienen un alcance diferente.

Puede haber una interdependencia en las modalidades. Por ejemplo, al diseñar una red de recarga de corriente continua, como centros de recarga que se adapten a diferentes modalidades.

Reglamento de interoperabilidad

Se recomienda encarecidamente incorporar algunos aspectos de la interoperabilidad en la regulación: dado que es una mejora del sistema que afecta a todos los actores del mercado, el gobierno juega un papel vital en la definición de las normas y regulaciones. No es necesario capturar todos los aspectos de la interoperabilidad en un reglamento. Las organizaciones del sector o los contratos de concesión/permiso con base en requisitos estándar pueden proporcionar más detalles y proporcionar una base más sólida para el apoyo y el cumplimiento en el mercado.

Interoperabilidad, apertura y preparación para el futuro

La interoperabilidad no es, por definición, lo mismo que la apertura. Se recomienda utilizar estándares y protocolos abiertos tanto como sea posible al implementar la interoperabilidad. Esto garantizará una solución preparada para el futuro, limitará los costos y limitará el riesgo de bloqueo tecnológico (*lock-in)*.

Además, al buscar soluciones interoperables, la recomendación es utilizar aquellas que no estén adaptadas a una configuración de mercado específica. Por ejemplo, los países que han desarrollado una plataforma de *roaming* para brindar servicios pueden decidir más adelante permitir también otras soluciones de *roaming*, unirse a un servicio de *roaming* internacional o utilizar el modelo actual para otras funciones, como la agregación de datos — los protocolos abiertos harán que sea más fácil hacer esto. El sector de recarga de vehículos eléctricos es muy innovador y se espera que experimente algunos desarrollos en los próximos años, como nuevos modelos comerciales o un cambio de una configuración de mercado semiabierto a uno completamente abierto.

3.0.1 Capa empresarial

Los países tienen una configuración de mercado de energía abierto, semiabierto o cerrado en la región de América Latina y el Caribe, lo que puede afectar la hoja de ruta de cada país, pero no debería obstaculizar la evolución hacia la interoperabilidad. La interoperabilidad también es axiomáticamente una medida de eficiencia destinada a interfaces abiertas, eficientes y preparadas para el futuro.

La principal diferencia entre países parece ser la variedad en la madurez del desarrollo de la movilidad eléctrica, tanto en el número de vehículos eléctricos como en la infraestructura de recarga. Y, por lo tanto, en la regulación de los servicios de recarga de vehículos eléctricos interoperables. Además, los mercados jóvenes suelen ofrecer servicios de recarga gratuitos, lo que limita el desarrollo de un mercado de servicios de recarga competitivo. Esto podría ser contraproducente ya que la competencia impulsa la innovación.

Por lo tanto, se espera que cuando aumente el número de vehículos eléctricos, los servicios de recarga se desarrollen aún más y aumente la inversión de capital en la infraestructura de recarga. Cuando se llegue a ese punto, deberá existir una regulación adecuada y una descripción clara de los roles y responsabilidades de los diferentes actores y partes interesadas. Los esfuerzos actuales para colaborar entre países para desarrollar aún más un marco regulatorio que esté alineado son muy útiles. En esta conversación se debe prestar especial atención a un enfoque regional.

Al igual que todas las demás capas de interoperabilidad, la configuración del mercado de la energía y los contextos políticos influirán en el desarrollo óptimo de la capa comercial. Por lo tanto, se debe evitarlas recomendaciones específicas o de talla única. En lugar de eso, a continuación, se muestra un espectro continuo de las diferentes ventajas o desventajas que cada configuración del mercado energético podría traer a la hora de desarrollar la capa de negocio. Si bien los mercados de energía cerrados pueden simplificar los marcos regulatorios y de políticas y facilitarán la implementación, también están sujetos a la voluntad política del gobierno y dependen en gran medida de la financiación pública para su desarrollo. Por otro lado, mercados más abiertos permitirán la competencia y el desarrollo de modelos comerciales y de mercado innovadores. La compensación de permitir tal competencia abierta puede ser la necesidad de un marco sólido y fuertemente regulado y el riesgo de la presencia de actores muy dominantes que pueden conducir a bloquear el surgimiento de la innovación deseada.

Capa de negocio de interoperabilidad y configuración del mercado energético:



Figura 7. Interacciones de la capa empresarial en diferentes configuraciones de mercado

3.0.2 Capa de servicios

El desarrollo de los servicios de recarga de vehículos eléctricos parece estar relacionado con la madurez del sector energético. Actualmente, y especialmente en los mercados de energía cerrados o semicerrados, los servicios de recarga de vehículos eléctricos son una extensión de la cartera existente de servicios de energía eléctrica y no un mercado separado.

Con una mayor cantidad de vehículos eléctricos y un mejor caso de negocios para los servicios de recarga de vehículos eléctricos en la región, esto se desarrollará hacia un mercado que brindará servicios de navegación, precios y tarifas transparentes, además de la posibilidad de recargar a través de diferentes redes de recarga. Pero, como se discutió anteriormente, esto depende en gran medida de la configuración del mercado de energía del país y su consideración de la recarga de vehículos eléctricos como un servicio separado al suministro público de energía eléctrica.

A nivel regional, se recomienda promover el desarrollo de servicios basados en una base sólida de intercambio y almacenamiento de información interoperable entre países.

A continuación, se presenta el espectro de impulsores y barreras que cada configuración del mercado de energía trae para el desarrollo de la capa de servicio. Los mercados de energía cerrados, al igual que con la capa de negocio, permiten una implementación y un despliegue más rápidos y sencillos. No obstante, dado que el alcance de los servicios de recarga de vehículos eléctricos no está centrado en el cliente sino más bien en una extensión de la cartera de servicios de energía eléctrica, se centra en el modelo de negocio del proveedor de energía en lugar de centrarse en las

necesidades de los clientes. Además, hay un enfoque reducido en el *roaming* y la integración, lo que hace que la interoperabilidad transfronteriza en algunos casos sea más desafiante.

Los mercados abiertos de energía permiten desarrollar ecosistemas en torno a la satisfacción del cliente a través de un amplio abanico de opciones de servicio y de actores del mercado. Esta variedad de propuestas de valor conduce a la creación de un mercado independiente y separado de servicios de recarga de vehículos eléctricos que las empresas proveedoras de energía no necesariamente controlan. Tal diversidad de soluciones conlleva desafíos para la armonización y marcos sólidos para garantizar la transparencia y el cumplimiento de los diferentes actores en el mercado.

Capa de servicios de interoperabilidad y configuración del mercado energético:



Figura 8. Interacciones de la capa de servicio en diferentes configuraciones de mercado

3.0.3 Capa de información

En la mayoría de los países de la región, la capa de información recién comienza a desarrollarse, ya que se están definiendo protocolos entre los actores y se están desarrollando bases de datos para registrar estaciones de recarga y proporcionar metadatos confiables.

Dado que el mercado de recarga de vehículos eléctricos es en la mayoría de los casos relativamente joven, se dedican pocos esfuerzos a garantizar estándares interoperables, protocolos de *roaming* o un modelo de datos estandarizado.

Se menciona a menudo el OCPP como el protocolo estándar de facto entre las estaciones de recarga y los procesos de soporte (*back office)* porque esto es lo que admiten la mayoría de los fabricantes de hardware.

Se están considerando estándares de *roaming* como OCPI, pero se vuelven más relevantes a medida que aumenta el volumen y la especialización del mercado. La necesidad de su uso surge cuando se necesita simplificar la interfaz entre actores y sistemas.

Las bases de datos para el registro de estaciones de recarga y operadores y los modelos de datos subyacentes aún se están desarrollando en los países de la región. La creación de tales bases de datos y modelos de datos con un alcance regional sería de gran valor para asegurar que los servicios de información puedan usarse a través de las fronteras y que el mercado regional de servicios de información pueda desarrollarse aún más.

Como era de esperar, las configuraciones cerradas del mercado de la energía permiten una implementación más sencilla y rápida y un mayor nivel de estandarización de los protocolos con respecto a la capa de información. Como inconveniente, estas estructuras cerradas del mercado de la energía pueden dificultar la conexión con los desarrollos internacionales. Además, es posible que tener herramientas y protocolos de servicio propietarios no permita la diversificación y el crecimiento de la infraestructura de recarga interoperable de vehículos eléctricos.

Por otro lado, los mercados de energía más abiertos permiten el desarrollo de servicios de información como modelos de negocios separados. Además, el uso de protocolos abiertos y neutrales brinda flexibilidad al desarrollar un sector de servicios independiente del mercado de energía eléctrica habitual dominado por las empresas de servicios públicos. El surgimiento de actores y modelos de negocios dedicados a la gestión, el análisis y la visualización de la información se vuelve preeminente y permite el despliegue de la movilidad eléctrica en la región. Un buen ejemplo es el desarrollo de servicios de recarga inteligente: recargar más (menos) cuando la energía renovable es abundante (escasa), cuando el precio de la electricidad es bajo (alto) o cuando la capacidad de la red está disponible (restringida).

Capa de información de interoperabilidad y configuración del mercado energético:

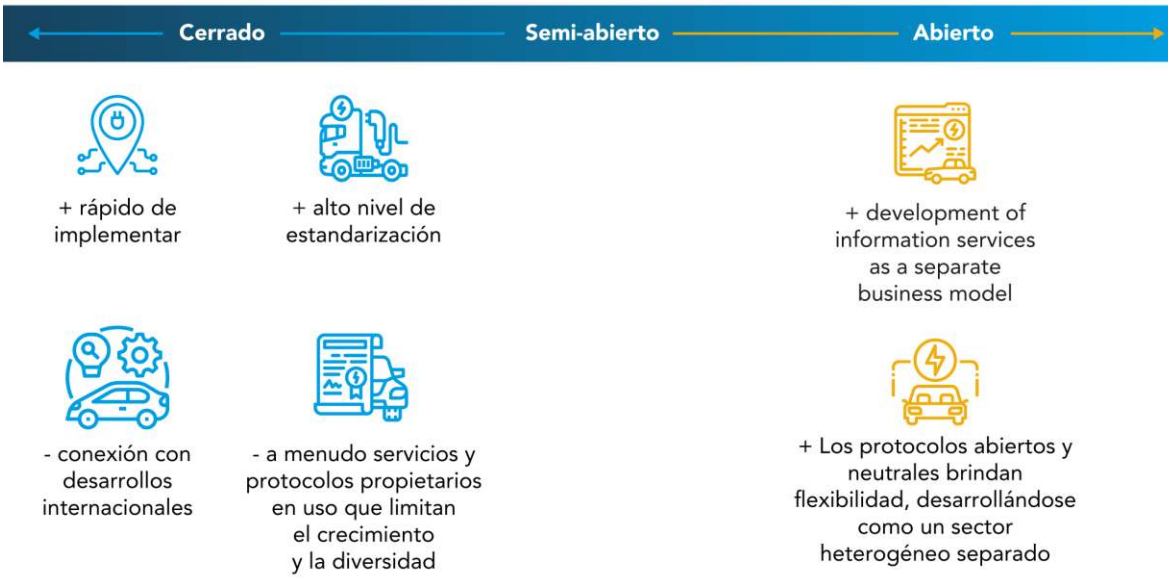


Figura 9. Interacciones de la capa de información en diferentes configuraciones de mercado

3.0.4 Capa de comunicación

Cada estación de recarga debe estar conectada a una oficina administrativa para garantizar el control y la gestión adecuados. Siguiendo los desarrollos recientes en la fabricación de hardware, los estándares en uso siguen los estándares internacionales de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones.

Respecto a las comunicaciones: dado que sigue estándares de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, no tiene una amplia gama de discrepancias entre tener un mercado de energía cerrado o abierto, que ya han adaptado dichos estándares para las comunicaciones en el sector de la energía. No obstante, los mercados cerrados pueden tener gobiernos que establezcan un marco claro de estándares a aplicar porque controlan los activos, mientras que en los mercados abiertos cada actor tiene la libertad o flexibilidad para adoptar estándares de sectores adyacentes (no necesariamente los ya utilizados en el sector de la energía eléctrica).

Capa de comunicación de interoperabilidad y configuración del mercado:

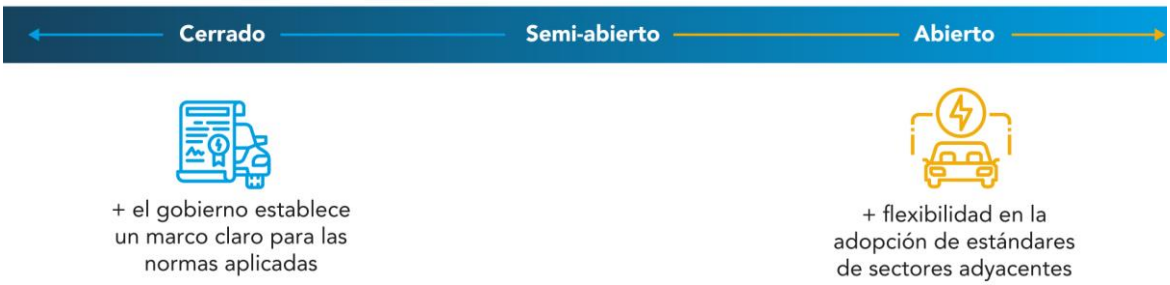


Figura 10. Interacciones de la capa de comunicaciones en diferentes configuraciones de mercados

3.0.5 Capa de hardware

Dado que los fabricantes de hardware ya están trabajando a nivel mundial, existe un nivel de interoperabilidad en las propias estaciones de recarga. Muchos países de la región han comenzado a desarrollar regulaciones para establecer un conector de recarga interoperable para vehículos de pasajeros. Hay una consolidación en América Latina y el Caribe hacia los conectores CCS1 o CCS2 como el mínimo requerido en las estaciones de recarga. También se está aplicando el estándar GB/T, así como el estándar ChaDeMo, pero estos se usan con menos frecuencia que los CCS1 y CCS2 mencionados anteriormente.

Dado que las instalaciones de hardware se realizan durante un período de tiempo más largo (entre 10 y 15 años) y la inversión financiera es significativa, la estandarización a este nivel debe llevarse a cabo lo antes posible para, idealmente, uno o dos tipos de conectores como máximo. Además, se deben aplicar medidas correctivas (p. ej.: adaptadores) para hacer frente a la falta de interoperabilidad del hardware.

La estandarización de conectores podría ser el primer paso hacia la interoperabilidad en cualquier país de la región. En este proceso de estandarización de la capa de hardware también influye la configuración de mercado específica de cada país y si se aplica de forma estricta y rápida o se permite flexibilidad. También depende de la importación de vehículos eléctricos, desde China, Japón, EE. UU. y/o Europa, que cada uno promueva su propio tipo de conector y si un país tiene una estrategia de estandarización para estos.

Capa de hardware de interoperabilidad y configuración de mercado:

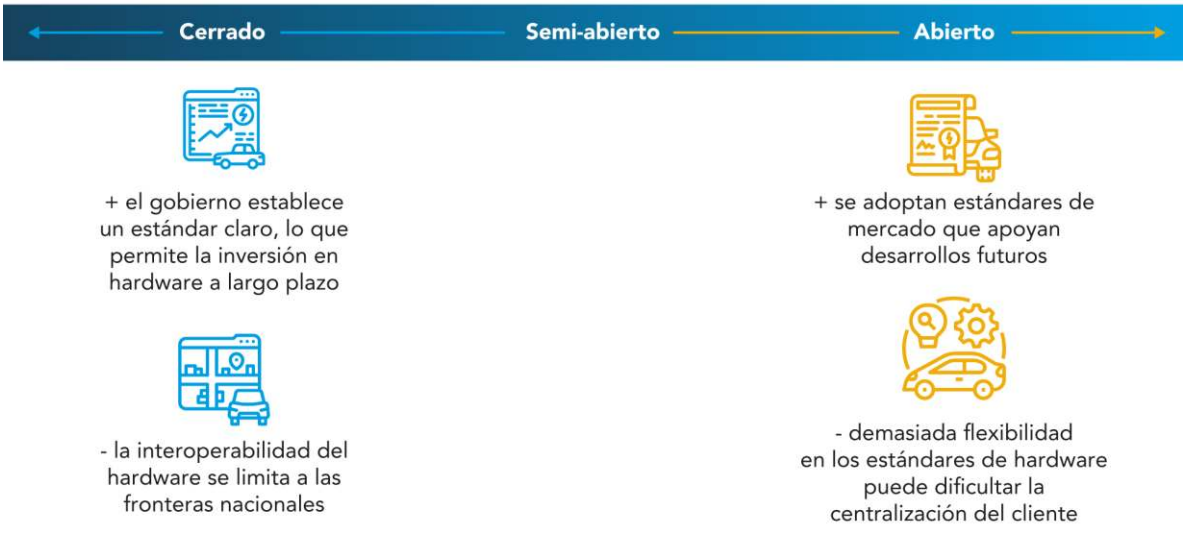


Figura 11. Interacciones de la capa de hardware en diferentes configuraciones de mercado

3.1 Evaluación de recomendaciones y metodología de aplicación

Esta sección describe varios elementos de interoperabilidad que se recomienda observar en un país o región subnacional para evaluar la posibilidad de desarrollar adecuadamente una red de cobro interoperable. Se pretende que la identificación de dichos elementos pueda funcionar como una herramienta de evaluación al analizar qué tan avanzados están los países o las regiones subnacionales en la implementación de sistemas públicos de recarga de vehículos eléctricos interoperables.

Se ha hecho una distinción en las cinco capas de interoperabilidad descritas en las secciones anteriores, ya que abordan diferentes elementos y, a menudo, involucran a diferentes actores. También se ha agregado una sexta perspectiva: la escala de la interoperabilidad. Ha quedado claro que la interoperabilidad se puede organizar a nivel subnacional o nacional, según la configuración del mercado energético. Además, se ha identificado un nivel regional para apoyar los viajes y la recarga de vehículos eléctricos transfronterizos. Se dan recomendaciones para cada una de estas perspectivas.

Esta sección pretende guiar a los gobiernos públicos hacia la interoperabilidad, en lugar de proporcionar una lista de requisitos. El contexto local influirá en la dirección y prioridad de los temas a abordar. Para cada capa, se presenta un conjunto mínimo de requisitos de interoperabilidad y las condiciones óptimas para una interoperabilidad avanzada.

3.1.0 Capa comercial

Capa comercial de interoperabilidad: un marco regulatorio y comercial que permite la colaboración y el intercambio de información: regulación uniforme, procesos comerciales estándar, procedimientos contractuales. Los requisitos mínimos y óptimos de interoperabilidad para evaluar esta capa se presentan a continuación.

Requisitos mínimos de interoperabilidad

- ❑ El gobierno central tiene una visión, estrategia y objetivos para una red de recarga interoperable.
- ❑ Está disponible una definición de recarga pública (accesible) y recarga privada, que define el acceso no discriminatorio para las estaciones de recarga públicas.
- ❑ Los operadores de red tienen un papel precompetitivo bien definido en el mercado comercial.
- ❑ La función y las responsabilidades de los operadores de puntos de recarga (CPO) se han definido claramente y están abiertas a cualquier empresa nueva o establecida.

Requisitos de interoperabilidad óptimos

- ❑ Se ha definido una hoja de ruta que captura el desarrollo de la infraestructura de recarga dentro de cinco años, centrándose en la interoperabilidad y los desarrollos adyacentes en el sector de la energía y el transporte.
- ❑ El papel de un proveedor de servicios de movilidad (MSP) se ha definido como independiente del operador.
- ❑ Se han definido procedimientos de autenticación y liquidación entre diferentes CPO o entre CPO y MSP.
- ❑ Cada modelo de negocio en la infraestructura de recarga es competitivo y tiene múltiples participantes en el mercado sin ningún tipo de monopolio o bloqueo.
- ❑ Se ha creado una organización sectorial para promover la operación eficiente, actuar como representante y desarrollar una autorregulación del mercado en el marco de un mercado competitivo.
- ❑ Las colaboraciones público-privadas respaldan un mayor desarrollo del conocimiento al tiempo que aseguran un mercado competitivo.
- ❑ Se dispone de contratos estandarizados (concesiones, permisos) para la instalación y operación de estaciones de recarga.

3.1.1 Capa de servicio

Capa de servicios de interoperabilidad: una definición uniforme de servicios estándar o casos de uso en todo el sector: navegación, cobro, pago, medición, disponibilidad, transparencia de precios, calidad. Los requisitos mínimos y óptimos de interoperabilidad para evaluar esta capa se presentan a continuación.

Requisitos mínimos de interoperabilidad

- ❑ Los cargadores de corriente continua de acceso público brindan acceso directo para que todos los conductores de vehículos eléctricos carguen y paguen.
- ❑ Se ha establecido una Oficina de Registro de ID (IDRO) para registrar a todos los actores comerciales, asignar ID y monitorear los requisitos básicos.
- ❑ Se ha desarrollado un registro o repositorio de metadatos de estaciones de recarga para permitir a cada proveedor de servicios desarrollar servicios de información, con información correcta.
- ❑ Se implementa Smart Metering en el sector energético para la recarga pública.
- ❑ Se han definido formas mínimas de pago.

Requisitos de interoperabilidad óptimos

- ❑ Todos los cargadores públicos son accesibles para todos los ciudadanos, ya sea directamente o mediante un modelo de suscripción.
- ❑ Se han especificado modelos de precios, asegurando precios transparentes para los clientes.
- ❑ Se promueve una experiencia de cliente uniforme con la identificación de un recorrido del cliente.

- ❑ Los requisitos mínimos de servicio se han definido a nivel de sector (tiempo de actividad, mesa de soporte) y están siendo monitoreados.
- ❑ La transparencia de precios está siendo monitoreada.

3.1.2 Capa de información

Capa de información de interoperabilidad: intercambio de información uniforme, estandarizada y significativa: un modelo de datos uniforme y protocolos de información para las interfaces en la cadena de valor. Los requisitos mínimos y óptimos de interoperabilidad para evaluar esta capa se presentan a continuación.

Requisitos mínimos de interoperabilidad

- ❑ Se ha definido un modelo de datos homogéneo para recoger los metadatos de los puntos de recarga.
- ❑ Se ha definido un protocolo de información estándar entre la estación de recarga y los procesos *back office*(OCPP).
- ❑ Se ha definido un protocolo de información estándar entre los operadores de puntos de recarga (CPO) y los proveedores de servicios de movilidad (MSP) (OCPI).

Requisitos de interoperabilidad óptimos

- ❑ Se ha definido información estándar para recopilar metainformación en un repositorio o "punto de acceso nacional".
- ❑ Se ha definido una descripción uniforme de la calidad de los datos (integridad, corrección, puntualidad) que incluye criterios de seguimiento y cumplimiento.
- ❑ La norma ISO15118, un protocolo *plug and play* entre el vehículo y la estación de recarga se ha investigado en términos de impacto para las partes interesadas.
- ❑ Se han investigado protocolos de información de recarga inteligente para prepararse para un modelo comercial de recarga inteligente interoperable.
- ❑ Se ha definido la calibración de los dispositivos de medida para las estaciones de recarga.
- ❑ Se han definido interfaces abiertas entre herramientas y aplicaciones comerciales para mejorar la calidad y la eficiencia.

3.1.3 Capa de comunicación

Capa de comunicación de interoperabilidad: la colaboración perfecta entre los componentes del sistema para intercambiar datos. Los requisitos mínimos y óptimos de interoperabilidad para evaluar esta capa se presentan a continuación.

Requisitos mínimos de interoperabilidad

- ❑ Cada estación de recarga está conectada digitalmente con un sistema de gestión de CPO.

- ❑ Cada sistema de gestión de CPO puede compartir información estática y dinámica.

Requisitos de interoperabilidad óptimos

- ❑ Todos los sistemas de gestión de CPO pueden compartir información dinámica en tiempo real.
- ❑ Se han definido protocolos de datos para recopilar datos en un repositorio central.

3.1.4 Capa de hardware

Capa de hardware de interoperabilidad: elementos de hardware que se necesitan para un servicio de recarga sin interrupciones: como conectores, enchufes, señales, entre otros. Los requisitos mínimos y óptimos de interoperabilidad para evaluar esta capa se presentan a continuación.

Requisitos mínimos de interoperabilidad

- ❑ Se ha establecido un estándar de conector mínimo para recarga semi-rápida (AC) para vehículos de pasajeros y vehículos comerciales ligeros.
- ❑ Se ha establecido un estándar de conector mínimo para recarga rápida (DC) para vehículos de pasajeros y vehículos comerciales ligeros.
- ❑ Se han definido instrucciones uniformes para el usuario.
- ❑ Se regula la señalización uniforme (carteles, plazas de aparcamiento, etc.).

Requisitos de interoperabilidad óptimos

- ❑ Se han definido pautas uniformes para los requisitos de las estaciones de recarga (seguridad, protección, ubicación, etc.).
- ❑ Se ha definido un estándar mínimo de conectores para camiones.
- ❑ Se ha definido un estándar mínimo de conectores para buses.

3.1.5 Escala de interoperabilidad

La escala de interoperabilidad describe cómo se puede definir la interoperabilidad de cobro en diferentes escalas (subnacional, nacional e internacional):

Escala subnacional

En algunos mercados, la interoperabilidad solo puede organizarse a escala subnacional (ciudades, provincias, estados). Cuando los conductores de vehículos eléctricos viajan fuera de estas fronteras, esto no es óptimo. A continuación, se presentan los requisitos mínimos y óptimos de interoperabilidad a evaluar en esta capa.

Requisitos mínimos para la interoperabilidad a escala subnacional

- ❑ Los cargadores de DC de acceso público deben proporcionar acceso directo y formas de pago para que cada conductor de vehículo eléctrico cargue y pague.
- ❑ Los operadores subnacionales de infraestructura de recarga de acceso público organizan la interoperabilidad de acuerdo con las recomendaciones definidas anteriormente para los conductores en la ciudad/provincia/estado específico.

Requisito óptimo de interoperabilidad a nivel subnacional en este contexto

- ❑ Los gobiernos públicos locales y los operadores de la red se organizan a nivel nacional para asegurar la plena interoperabilidad entre ciudades y provincias.

Escala nacional

- ❑ Los requisitos de interoperabilidad dados pueden aplicarse a escala nacional.
- ❑ Los actores del mercado pueden prestar sus servicios en cualquier parte del país sin requisitos ni inversiones adicionales.
- ❑ Los conductores de vehículos eléctricos se benefician de los requisitos de interoperabilidad a nivel nacional: tienen acceso a todas las estaciones de recarga públicas y el nivel básico de experiencia del cliente es similar en todas las estaciones de recarga.

Escala internacional:

Se han acordado requisitos mínimos de interoperabilidad a nivel internacional para permitir un nivel de servicio mínimo para viajes internacionales de vehículos eléctricos:

- ❑ Normalización de conectores para vehículos de personas, tanto para recarga lenta (AC) como recarga rápida (DC).
- ❑ Roaming vía acceso directo y pago directo para conductores de vehículo eléctrico.

Los requisitos óptimos de interoperabilidad entre países incluyen lo siguiente:

- ❑ Acordar requisitos de acceso al mercado y acuerdos fiscales similares para cobrar a las empresas de infraestructura por prestar servicios en todos los países.
- ❑ Emisión armonizada de ID. Unificación de identificaciones emitidas por operadores para que sean únicas en todos los países.
- ❑ Oficinas de registro armonizado de ID, para que un operador de un país pueda registrarse fácilmente en otros países.
- ❑ Requisitos de recopilación de datos armonizados, para que las empresas cumplan fácilmente los requisitos de datos desde su back office para varios países.
- ❑ Roaming a través de un modelo de suscripción, que permite acuerdos contractuales entre CPO y MSP en todos los países.

4 Observaciones finales y conclusiones

Como se presentó en los capítulos anteriores, la interoperabilidad es una característica de los ecosistemas maduros, como los sectores de la electricidad, la tecnología de la información y telecomunicaciones. El concepto es fácilmente aplicable en el contexto de la recarga de vehículos eléctricos y ha demostrado tener un valor añadido. El esquema de capas de interoperabilidad es herramienta útil para evaluar la interoperabilidad en todas las partes del ecosistema y cada aspecto de la cadena de valor de recarga de vehículos eléctricos.

El estudio de países de referencia y países de América Latina ha mostrado una fuerte relación entre la configuración del mercado energético y el diseño del mercado de servicios de recarga de vehículos eléctricos. Los países con un mercado energético abierto y experiencia en interoperabilidad son propensos a diseñar un mercado abierto de recarga de vehículos eléctricos. Por el contrario, los mercados cerrados o semicerrados tienden a evolucionar hacia ecosistemas de recarga de vehículos eléctricos más cerrados. Si los países tienen la intención de pasar a una configuración más abierta, esto suele ser parte de un desarrollo más amplio del sector hacia la apertura y la interoperabilidad.

Cada configuración de mercado tiene sus ventajas y desventajas. Estas se han destacado, con énfasis en la apertura y la interoperabilidad como los tópicos clave de un sector de recarga de vehículos eléctricos de rápido crecimiento y es el tema de este informe.

La descripción general de las recomendaciones y la metodología de aplicación propuesta, descrita como un "menú", pretenden ser una guía para evaluar la preparación de un país para la interoperabilidad de recarga de vehículos eléctricos. Cuando se trabaja en la práctica con estas recomendaciones, hay muchos más detalles específicos del contexto por debajo para desarrollar, dependiendo de las políticas y regulaciones en los sectores de energía, transporte y desarrollo urbano.

En conclusión, la transición hacia la movilidad eléctrica es un medio eficiente y eficaz para lograr el cambio hacia un mundo más sostenible: menos dependencia del petróleo y el gas en los sistemas de transporte, un medio eficiente de uso y almacenamiento de energía renovable, con menores emisiones de CO_2 y menos contaminación del aire. Esperamos que este informe contribuya con su parte a esta misión.

5 Bibliografía y literatura

AEADE. (2021). *Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador*. Extraído de Anuario 2020: https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2021/06/ANUARIO-2020-AEADE.pdf

AMIA. (2021). *Historic Car Sales.* Ciudad de México, México: Asociación Mexicana de La Industria Automotriz. Retrieved from Asociación Mexicana de La Industria Automotriz.

ANAC. (31 de diciembre de 2021). *Informe del Mercado Automotor 2021*. Extraído de Asociación Nacional Automotriz de Chile: https://www.anac.cl/wp-content/uploads/2022/01/12-ANAC-Mercado-Automotor-Diciembre-2021.pdf

ANDEMOS. (diciembre de 2021). *Informe Híbridos y Eléctricos Diciembre 2021*. Extraído de ANDEMOS: https://www.andemos.org/wp-content/uploads/2022/01/Informe-H%C3%ADbridos-y-Electricos-2021-12.pdf

CEN-CENELEC-ETSI. (noviembre de 2012). *CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group Smart Grid Reference Architecture*. Extraído de European Committee for Standardization - European Electrotechnical Committee for Standardization: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/xpert_group1_reference_architecture.pdf

DGII. (enero de 2021). *Dirección General de Impuestos Internos*. Extraído de Boletín Estadístico Parque Vehicular 2021: https://dgii.gov.do/estadisticas/parqueVehicular/1Informes%20Parque%20Vehicular/ParqueVehicular2021.pdf

Dirección de Transito de la PNC. (20 de julio de 2021). *Sigue incrementándose el parque vehicular en Guatemala*. Extraído de Policía Nacional Civil: https://transito.gob.gt/sigue-incrementandose-el-parque-vehicular-en-guatemala/#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20ONSET%2C%20hasta%20mayo,912%2C%20un%204.50%25%20m%C3%A1s.

Dirección del Registro Único Automotor. (febrero de 2022). *Datos Estadísticos 2022 - Dirección del Registro de Automotores*. Extraídos de Corte Suprema de Justicia: https://www.pj.gov.py/contenido/155-direccion-del-registro-de-automotores/2360

DNA. (octubre de 2021). *Consulta de Datos Abiertos*. Extraídos de Dirección Nacional de Aduanas: https://datos.aduana.gov.py/datos/index2020bb.php

e-Clearing. (2022). *Homepage*. Retrieved from e-Clearing: https://www.e-clearing.net/

Electromaps. (2022). *Puntos de Recarga.* Extraídos de Electromaps: https://www.electromaps.com/

EPRI. (agosto de 2019). *Interoperability of Public Electric Vehicle Charging Infrastructure*. Extraídos de Electric Power Research Institute: https://www.eei.org/issuesandpolicy/electrictransportation/Documents/Final%20Joint%20Interoperability%20Paper.pdf

European Comission. (7 de julio de 2010). *DIRECTIVE 2010/40/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 7 July 2010 on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of*

transport. (THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION) Extraído de https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:207:0001:0013:EN:PDF

EV Roaming Foundation. (5 de junio de 2020). *The ideal EV roaming protocol*. Extraído de EV Roaming Foundation: https://evroaming.org/the-ideal-ev-roaming-protocol/

EV Roaming Foundation. (7 de noviembre de 2021). *OCPI basics*. Extraído de EV Roaming Foundation: https://evroaming.org/ocpi-background/

Ferwerda, R., van der Kam, M., Bekkers, R. y Bayings, M. (7 de diciembre de 2018). *Advancing E-roaming in Europe: towards a single "language" for the European charging infrastructure*. Extraído de World Electric Vehicle Journal: https://doi.org/10.3390/wevj9040050

Gireve. (2022). *Homepage*. Extraído de Gireve: https://www.gireve.com/

GridWise. (marzo de 2008). *GridWise Interoperability Context-Setting Framework*. Extraído de GridWise: https://gridwiseac.org/pdfs/interopframework_v1_1.pdf

Hinicio. (2021). *Estrategia Nacional de Electromovilidad para Ecuador.* Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Hubject. (2022). *Homepage*. Extraído de Hubject: https://www.hubject.com/

IEC. (2022). *IEC 63110-1 ED1 Protocol for management of electric vehicles charging and discharging infrastructures - Part 1: Basic definitions, use cases and architectures*. Extraído de International Electrotechnical Comission: https://www.iec.ch/ords/f?p=103:38:516741749883293::::FSP_ORG_ID,FSP_APEX_PAGE,FSP_PROJECT_ID:1255,23,100390

IEC. (2022). *IEC 63119-1 ED2: Information exchange for electric vehicle charging roaming service - Part 1: General*. Extraído de International Electrotechnical Comission: https://www.iec.ch/ords/f?p=103:38:516741749883293::::FSP_ORG_ID,FSP_APEX_PAGE,FSP_PROJECT_ID:1255,23,105360

INE. (diciembre de 2020). *Parque de Vehículos*. Extraído de Insitituto Nacional de Estadísticas: https://www.ine.cl/estadisticas/economia/transporte-y-comunicaciones/permiso-de-circulacion/parque-de-vehiculos

INE. (noviembre de 2021). *Datos de Población*. Extraído de Instituto Nacional de Estadísticas de Paraguay: https://www.ine.gov.py/default.php?publicacion=2

INEC. (2021). *Estadísticas de Transporte 2019*. Extraído de Instituto Nacional de Estadística y Censos: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-de-transporte-2019/

INEC. (enero de 2022). *Estadísticas*. Extraído de Instituto Nacional de Estadística y Censos: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/

ISO. (1994). *ISO/IEC 7498-1:1994(en) Information technology — Open Systems Interconnection — Basic Reference Model: The Basic Model — Part 1*. Extraído de International Organization for Standardization: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:7498:-1:ed-1:v2:en

ISO. (2011). *SO/IEC TR 26927:2011(en) Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Corporate telecommunication networks - Mobility for enterprise communications*. Extraído de International Organization for Standardization: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:tr:26927:ed-2:v1:en:term:3.38

ISO. (2015). *ISO/IEC 2382:2015(en) - Information technology - Vocabulary*. Extraído de International Organization for Standardization: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:2382:ed-1:v1:en

Kirpes, B., Danner, P., Basmadjian, R., Meer, H. y Becker, C. (2019). E-Mobility Systems Architecture: a model-based framework for managing complexity and interoperability. *Energy Informatics. 2. 10.1186/s42162-019-0072-4.*

MIEM. (28 de septiembre de 2021). *Parque Automotor - Estadísticas*. Extraído de Ministerio de Industria, Energía y Minería: https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/datos-y-estadisticas/estadisticas/parque-automotor

MINAE. (2022). *Lista actualizada del crecimiento de la flota Costarricense de Vehículos Eléctricos*. Extraído de Ministerio de Ambiente y Energía: https://energia.minae.go.cr/?p=5634

Ministerio de Hacienda Costa Rica. (2021). *Dirección General de Aduanas de Costa Rica - Sistema TICA (Tecnología de Información para el Control Aduanero)*. Extraído de Ministerio de Hacienda Costa Rica: https://www.hacienda.go.cr/tica/web/hcitrncm1.aspx

Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (9 de julio de 2021). *Resolution 40223 of 2021 - "Por la cual se establecen las condiciones mínimas de estandarización y de mercado para la implementación de infraestructura de recarga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables".* Extraído de Minenergia: https://www.minenergia.gov.co/documents/10180//23517//48995-40223.pdf

National Research Council. (1997). *The Unpredictable Certainty: White Papers.* Washington D.C.: The National Academies Press. Extraído de https://doi.org/10.17226/6062.

Netherlands Enterprise Agency (RVO). (enero de 2019). *Electric vehicle charging Definitions and Explanation*. Extraído de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/01/Electric%20Vehicle%20Charging%20-%20Definitions%20and%20Explanation%20-%20january%202019_0.pdf

Open Charge Alliance. (n.d.). *Global Platform for Open Protocols*. (31 de janeiro de 2022) Extraído de Open Charge Alliance: https://www.openchargealliance.org/

Open-Stand. (2019). *The Modern Standards Paradigm – Five Key Principles*. Extraído de OpenStand: https://open-stand.org/about-us/principles/

Radatz, J., Geraci, A. y Katki, F. (1990). *IEEE standard glossary of software engineering terminology.* IEEE.

RUNT. (30 de junio de 2021). *RUNT en Cifras*. Extraído de Registro Único Nacional de Tránsito: https://www.runt.com.co/runt-en-cifras

SEN. (2021). *Informe de Gestión de la CIME 2021*. Extraído de Secretaria de Energía: http://www.energia.gob.pa/?mdocs-file=5746

SEN. (15 de febrero de 2022). *Recursos y Servicios - Electricidad e Hidrocarburos*. Extraído de Secretaria de Energia: https://sne.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=0e28484bad2543d796f4b31f923954ed

UNEP. (2020). *Electric mobility: Status in Latin America and the Caribbean 2019.* Panamá: Programa de las Nacioes Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe. Extraído de https://movelatam.org/wp-content/uploads/2020/09/Report-of-Electric-Mobility-in-Latin-America-and-the-Caribbean-2019-LQ.pdf

van Amstel, M., Ghatikar, R. y Warger, A. (2016). *Importance of Open Charge Point Protocol for the Electric Vehicle Industry*. Extraído de Open Charge Alliance: https://www.openchargealliance.org/uploads/files/OCA-EN_whitepaper_OCPP_vs_proprietary_protocols_v1.0.pdf

van der Kam, M. y Bekkers, R. (mayo de 2020). *Achieving interoperability for EV roaming: Pathways to harmonization*. Extraído de EV Roaming Foundation: https://evroaming.org/app/uploads/2020/06/D6.2-Achieving-interoperability-for-EV-roaming-Pathways-to-harmonization.pdf

van der Kam, M. y Bekkers, R. (mayo de 2020). *Comparative analysis of standardized protocols for EV roaming*. Extraído de EV Roaming Foundation: https://evroaming.org/app/uploads/2020/06/D6.1-Comparative-analysis-of-standardized-protocols-for-EV-roaming.pdf

van der Kam, M. y Bekkers, R. (mayo de 2020). *Design principles for an 'ideal' EV roaming protocol*. Extraído de EV Roaming Foundation: https://evroaming.org/app/uploads/2020/06/D6.3-Design-principles-for-an-ideal-EV-roaming-protocol.pdf

Vehículos Eléctricos RD. (2022). *Estadísticas Vehículos Eléctricos República Dominicana 2021.* Santo Domingo, República Dominicana: Vehículos Eléctricos RD.

Wilson, S., Sagewan-Alli, I. y Calatayud, A. (2014). *The ecotourism industry in the Caribbean: a value chain analysis.* Washington, DC: Banco Interamericado de Desarrollo. Extraído de https://publications.iadb.org/publications/english/document/The-Ecotourism-Industry-in-the-Caribbean-A-Value-Chain-Analysis.pdf

World Trade Organization Committee. (2000). *World Trade Organization Committee on Technical Barriers To Trade, "Second triennial review of the operation and implementation of the agreement on technical barriers to trade, document G/TBT/9".* Comité de la Organización Mundial de Comercio.

Anexo 1: Modelos de referencia para la interoperabilidad de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos

Referencia: Modelo de Arquitectura de Red Inteligente (SGAM)

Para la interoperabilidad entre sistemas o componentes, el Modelo de Arquitectura de Red Inteligente (en inglés *Smart Grid Architecture Model* – SGAM), tal como lo define la organización europea de normalización CEN/CENELEC, consta de cinco capas que representan objetivos y procesos comerciales, funciones, intercambio de información y modelos, protocolos de comunicación y componentes. Estas cinco capas de interoperabilidad representan una versión abstracta y condensada de las categorías de interoperabilidad introducidas por GridWise Architecture Council (GWAC2008).

Tabla 6. Descripción de las capas SGAM

Capa	Descripción
Negocio	La capa de negocio representa la visión empresarial sobre el intercambio de información relacionada con las redes inteligentes. SGAM se puede utilizar para mapear estructuras regulatorias y económicas (mercado) (usando funciones y responsabilidades armonizadas) y políticas, modelos comerciales y casos de uso, carteras comerciales (productos y servicios) de las partes del mercado involucradas. También las capacidades comerciales, los casos de uso y los procesos comerciales se pueden representar en esta capa.
Función	La capa de funciones describe casos de uso, funciones y servicios del sistema, incluidas sus relaciones desde un punto de vista arquitectónico. Las funciones se representan independientes de actores e implementaciones físicas en aplicaciones, sistemas y componentes. Las funciones se obtienen extrayendo la funcionalidad del caso de uso que es independiente de los actores.
Información	La capa de información describe la información que se utiliza e intercambia entre funciones, servicios y componentes. Contiene objetos de información y los modelos de datos canónicos subyacentes. Estos objetos de información y modelos de datos canónicos representan la semántica común para funciones y servicios a fin de permitir un intercambio de información interoperable a través de medios de comunicación.
Comunicación	El énfasis de la capa de comunicación es describir protocolos y mecanismos para el intercambio interoperable de información entre componentes en el contexto del caso de uso, función o servicio subyacente y objetos de información o modelos de datos relacionados.
Componente	El énfasis de la capa de componentes es la distribución física de todos los componentes participantes en el contexto de la red inteligente. Esto incluye actores de sistemas y dispositivos, equipos de sistemas de energía (generalmente ubicados a nivel de proceso

	y de campo), dispositivos de protección y telecontrol, infraestructura de red (conexiones de comunicación alámbricas/inalámbricas, ruteadores, conmutadores, servidores) y cualquier tipo de computadora.

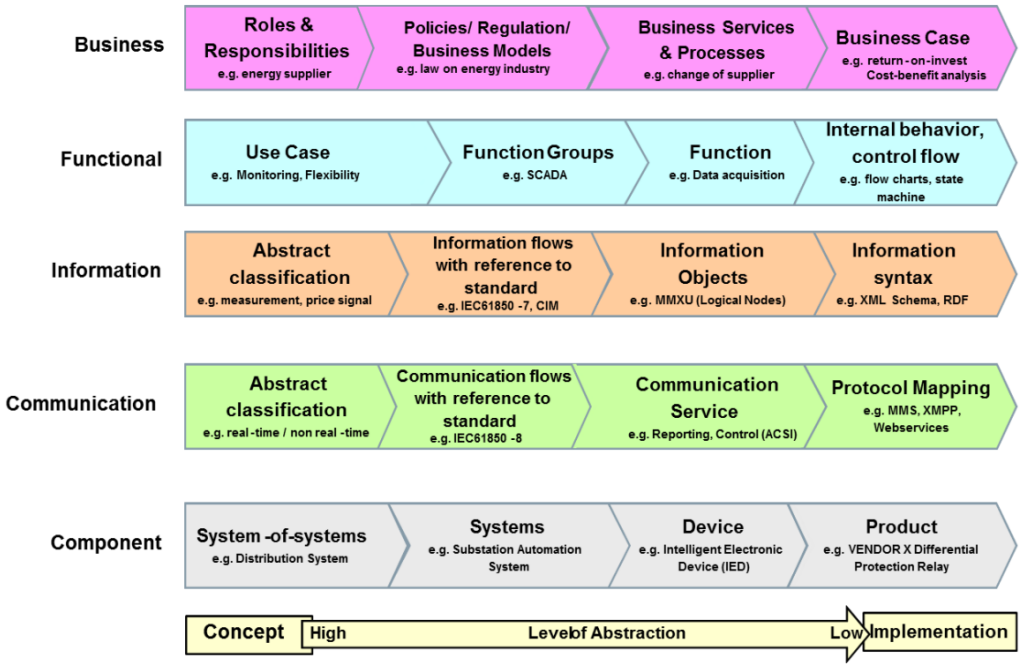


Figura 12. Descripción detallada de las capas de interoperabilidad en el modelo SGAM

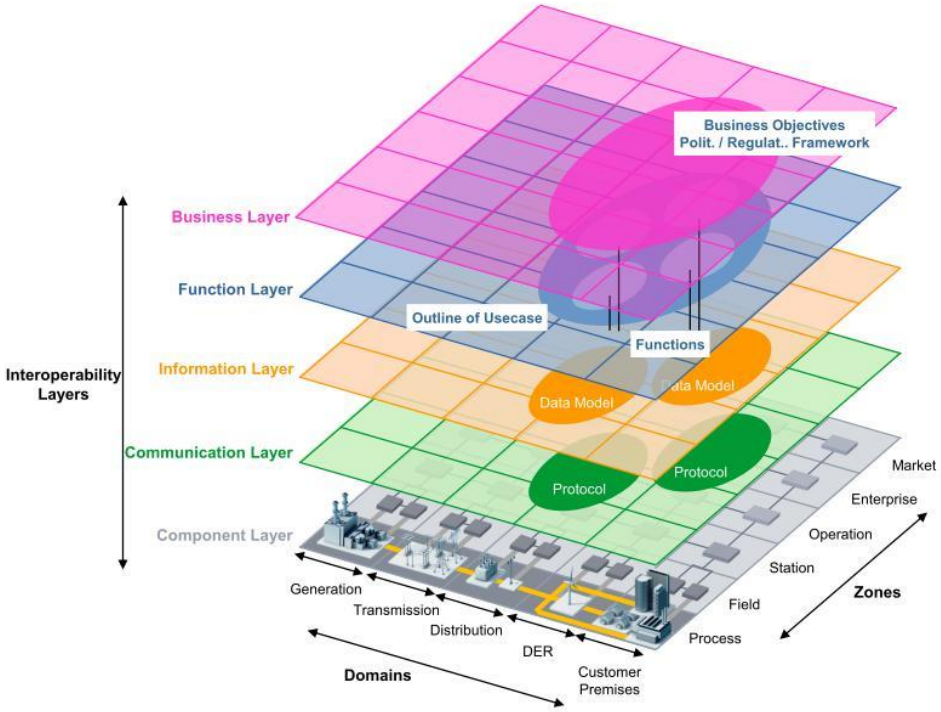


Figura 13. Relaciones entre capas de interoperabilidad en el modelo SGAM

Referencia: Marco de Configuración de Contexto de Interoperabilidad Gridwise (GWAC, 2008)

El Gridwise Architecture Council (GWAC) fue formado por el Departamento de Energía de EE. UU. para promover y permitir la interoperabilidad entre las muchas entidades que interactúan con el sistema de energía eléctrica. El Consejo brinda orientación y herramientas para la industria que lo convierten en un recurso disponible para las implementaciones de Smart Grid. El objetivo es un concepto llamado interoperabilidad, que incorpora las siguientes características:

• Intercambio de información útil y significativa entre dos o más sistemas a través de los límites de la organización
• Una comprensión compartida de la información intercambiada
• Una expectativa acordada para la respuesta al intercambio de información
• Una calidad de servicio necesaria: fiabilidad, fidelidad y seguridad

El resultado de tal interacción permite una mayor capacidad del sistema interconectado que trasciende la perspectiva local de cada subsistema participante.

La siguiente figura resume las categorías de interoperabilidad en capas según los grupos técnicos, informativos y organizativos. Además de estas categorías de interoperabilidad, el marco propone una clasificación de problemas de interoperabilidad que atraviesan las capas. Los temas transversales representan las áreas en las que se debe enfocar para comenzar a mejorar la interoperabilidad en toda la red de problemas de electricidad.

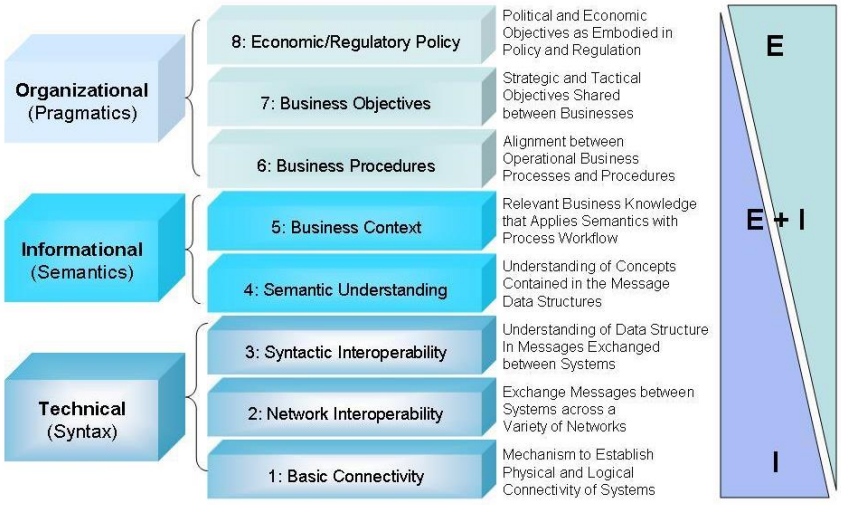


Figura 14. Descripción general de las categorías de interoperabilidad según el marco GWAC

Al observar una arquitectura para la interoperabilidad, hay temas superpuestos que deben alinearse entre las capas, vea la figura a continuación.

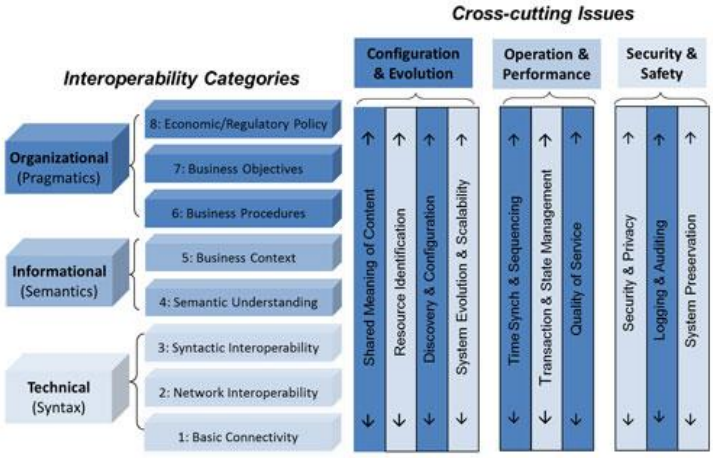


Figura 15. Descripción general de las relaciones entre las categorías de interoperabilidad del marco GWAC

Referencia: modelo OSI

El modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI) se utiliza como un modelo de referencia. Tiene antecedentes en computación y telecomunicaciones y fue publicado en 1994 por la Organización Internacional para la Normalización (ISO/IEC 7498-1) con el objetivo de promover la idea de un modelo consistente de capas de protocolo.

El modelo OSI no se puede aplicar directamente al ecosistema de recarga de vehículos eléctricos, pero admite el desarrollo de capas (de protocolo) que requieren interoperabilidad para brindar el servicio de roaming requerido.

Tabla 7. Resumen del protocolo OSI (Wikipedia)

Capa			Unidad de datos de protocolo (PDU)	Función
Capas de host	7	Aplicación	Datos	APIs de alto nivel, incluido el uso compartido de recursos, acceso remoto a archivos
	6	Presentación		Traducción de datos entre un servicio de red y una aplicación; incluyendo codificación de caracteres, compresión de datos y cifrado/descifrado
	5	Sesión		Gestión de sesiones de comunicación, es decir, intercambio continuo de información en forma de múltiples transmisiones de ida y vuelta entre dos nodos
	4	Transporte	Segmento, Datagram	Transmisión confiable de segmentos de datos entre puntos en una red, incluyendo segmentación, reconocimiento y multiplexación
	3	Red	Packet	Estructuración y gestión de una red de múltiples nodos, incluyendo direccionamiento, enrutamiento y control del tráfico

Capas de medios	2	Link de datos	Frame	Transmisión confiable de tramas de datos entre dos nodos conectados por una capa física
	1	Físico	Bit, Symbol	Transmisión y recepción de flujos de bits sin procesar a través de un medio físico

Anexo 2: Metodología de recolección de datos para las capas de interoperabilidad en los países de América Latina

Para recopilar la información sobre las diferentes capas de interoperabilidad, con la ayuda de los consultores locales en cada país analizado, se utilizaron dos matrices. Dichas matrices fueron desarrolladas por el PNUMA y Qurato para recopilar información sobre el estado general de la movilidad eléctrica en cada país y también el estado de desarrollo de los elementos asociados a cada capa de interoperabilidad.

Dicha matriz está compuesta por dos hojas. La primera hoja se relaciona con la información general sobre movilidad eléctrica en el país dividida en cuatro secciones diferentes:

- **Información general del país**: información sobre la población del país y el número de vehículos de pasajeros matriculados en dicho país.
- **Información sobre vehículos eléctricos**: número de vehículos de pasajeros que son BEV, HEV o PHEV, relaciones de porcentaje del total de vehículos de pasajeros que son eléctricos en el país, el número de vehículos eléctricos por cada 100 mil habitantes y principales modelos vehículos eléctricos en el país.
- **Infraestructura de recarga**: Número de cargadores de acceso público y desagregados por <=22kW y >22kW (cargadores rápidos). Además, número de vehículos eléctricos por punto de recarga público instalado.
- **Impulsores y objetivos para la electrificación del transporte**: esta sección recopiló información sobre los principales impulsores para adoptar vehículos eléctricos desde una perspectiva económica y los objetivos de los ODS, el diseño del mercado energético del país y el diseño del mercado de recarga de vehículos eléctricos.

A continuación, se presenta un modelo del diseño de dicha hoja con un ejemplo de información de los Países Bajos para mostrar gráficamente cómo cada consultor local presentó la matriz.

Tabla 8. Diseño de la hoja de información general del país

Punto de información	Explicación	Ejemplo: respuestas Países Bajos
Información general del país		
	Número de habitantes	17,5 millones
	Número de vehículos de pasajeros	8,5 millones
Vehículos eléctricos (VE)		

Número de vehículos eléctricos de pasajeros en 2020 (BEV, PHEV, total)	BEV	172.524
	PHEV	100.371
	HEV	
	Total de vehículos eléctricos de pasajeros	272.895
Número absoluto, % do total, por 100 mil habitantes	% de total del número de vehículos	3,2%
	VE por 100 mil	1.559
(opcional)	Comercial liviano <3.500 kg	
	VE	5.996
	Total	1.000.000
	%	0,60%
(opcional)	Trabajo pesado >3.500 kg	
	VE	241
	Total	172.000
	%	0,14%
(opcional)	Autobuses	
	VE	1,218
	Total	9.628
	%	12,65%
Principales modelos de VE	Principales modelos de vehículos eléctricos de pasajeros:	Tesla Model 3 Tesla Model S Hyundai Kona Kia Niro Volkswagen Golf Volkswagen ID.3 Renault Zoe Nissan Leaf BWM i3 Tesla Model X
Infraestructura de recarga		
Cargadores de acceso público:		
Número de cargadores semi-rápidos (<=22kW)		64.236 cargadores normales (2020)
Número de VE por cargadores semi-rápidos		4 VE por cargador normal
Número de cargadores rápidos (>22kW)		2.429 cargadores rápidos (2020)
Número de VE por cargadores rápidos		112 VE por cargador rápido
Impulsores y objetivos para la electrificación del transporte		
Principales impulsores para la adopción de vehículos eléctricos:		
- Económicos	¿Cuáles son los principales impulsores en cada país? P. ej.: reducción de la importación de petróleo, turismo verde?	Sin producción propia de automóviles. Política gubernamental: a partir de 2030, todas las ventas de automóviles de pasajeros nuevos serán de cero emisiones. Buscando baterías de automóviles para el almacenamiento de rejilla flexible.
- Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)	¿Qué impulsores de ODS? ¿Climático, social, etc.?	SDG: 7.3 Mton de reducción de CO_2 hasta 2030
Diseño del mercado de la energía		

Diversidad de productores, proveedores	¿Cuáles son los actores dominantes en el mercado de recarga de vehículos eléctricos?	El suministro de energía y los operadores de la red son entidades legales separadas. Hay tres grandes proveedores de energía establecidos. Más de 20 nuevos actores en el área de operación de puntos de recarga, proveedores de suscripción o servicios de datos/navegación (MSP), soluciones de recarga inteligente, etc.
Rol de los actores existentes frente a los nuevos actores	Los actores existentes: ¿son comerciales o combinan esto con roles no comerciales? ¿Cuáles son las posibilidades para los nuevos actores del mercado? ¿Pueden comenzar a operar estaciones de recarga y de qué manera necesitan depender de las empresas de servicios públicos establecidas?	Los actores existentes tienen una ligera ventaja debido a su experiencia eléctrica y base de clientes/ventaja de escala. De lo contrario, las barreras de entrada son bajas.
Diseño del mercado de recarga de vehículos eléctricos		
Cadena de valor para la recarga de vehículos eléctricos por modalidad de transporte, generadores de valor	En breve (o con enlace): cómo se organiza la recarga pública	La recarga pública para la recarga semi-rápida se organiza mediante licitaciones o mediante un modelo de permisos, por ciudades o regiones. El precio por recarga se fija en modelo de licitación. Ingresos por venta de electricidad. Para la recarga rápida, el ministerio subastó ubicaciones de recarga en autopistas en 2012. Otras estaciones de recarga se colocan en ubicaciones privadas (hoteles, etc.)
Principales actores en la recarga de vehículos eléctricos (electricidad, hardware, software)	¿Cuáles son las partes interesadas dominantes que son relevantes para desarrollar el mercado de recarga de vehículos eléctricos?	Principal asociación del sector: eViolin Principales operadores (CPO) en recarga pública: Vattenfall, total, Engie Principales proveedores de hardware: EVBOX, Alfen, ABB, Allego, Tesla Principales proveedores de servicios (MSP): NewMotion, ENECO, Plusurfing, Principales proveedores de servicios de back office (en nombre de CPO): Greenflux, LMS

Para toda la información, se solicitó a los consultores locales que proporcionaran la fuente de información y el año de los datos.

La segunda hoja se creó exclusivamente para recopilar información sobre elementos específicos de interoperabilidad en cada una de las capas. Se formularon preguntas específicas para identificar dichos elementos y clasificarlos como parte de alguna de las diferentes capas de interoperabilidad. La interoperabilidad es un concepto muy nuevo en los países de América Latina, por lo que si se les pregunta correctamente sobre la interoperabilidad, la mayoría diría que es inexistente o que no hay elementos o desarrollo hacia la interoperabilidad del servicio de recarga de vehículos eléctricos, pero cuando se les pregunta sobre elementos específicos que forman parte de la diferentes capas de interoperabilidad, se hace evidente que ha habido más desarrollos y avances hacia la interoperabilidad en la región de lo que inicialmente se concibió.

La información recolectada fue recopilada para las cinco capas de interoperabilidad: capa de negocios, capa de servicio, capa de información, capa de comunicación y capa de hardware. Cada

capa contó con un recuadro de explicación e interpretación donde se entregó una guía a cada consultor local sobre la información que se esperaba recopilar y los elementos relevantes que incluía cada capa y que debían ser considerados en la información recopilada. Estas columnas se pueden encontrar en el extremo derecho de la hoja. En cada capa se consideraron diferentes parámetros y la información recopilada para dicho parámetro debe ser clasificada según la fuente o condición que podría respaldar dicha información compartida. En este caso, el consultor debe completar la respuesta y luego elegir entre cinco clasificaciones para la fuente o el estado de la información proporcionada:

• **Acuerdo sectorial:** Se seleccionó cuando no existe una regulación formal o documentos que establezcan determinada condición o parámetro de mercado como algo generalizado en el país, pero se ha desarrollado como resultado de un proceso orgánico de interacción de los diferentes actores y partes interesadas del ecosistema de los vehículos eléctricos.
• **Norma:** El organismo regulador o normativo del país ha emitido una norma que establece el parámetro como algo a seguir.
• **Norma:** El organismo regulador o técnico normativo ha emitido una norma técnica respecto al parámetro evaluado.
• **Regulación:** La regulación ha sido emitida por el gobierno con respecto a un elemento o parámetro específico de la capa.
• **Inexistente:** Cuando dicho parámetro no existe en el país analizado.

A continuación, se muestra un ejemplo de la hoja de interoperabilidad:

	Capa de interoperabilidad de VE		Parámetro	Descripción	Respuesta (ej.: Países Bajos)	Convenio sectorial	Norma	Estándar	Regulación	Inexistente	Comentario adicional	Interpretación	Explicación
1	Capa empresarial (mercado y gobierno)											Un marco genérico de mercado, política y regulación. - No discriminatorio hacia los operadores existentes o nuevos del mercado - Centrado en el usuario	El modelo de mercado (procesos y requisitos, funciones y responsabilidades del mercado, acuerdos financieros, responsabilidad, etc.) está diseñado para facilitar modelos de contrato y modelos de colaboración (por ejemplo, licitaciones, permisos) de empresa a empresa y de empresa a gobierno. Roaming de VE y otros servicios relacionados con la recarga de VE están siendo facilitados / requeridos por la regulación del mercado o un marco de política similar, de modo que los clientes puedan confiar en servicios de recarga interoperables centrados en el usuario.
		1.1	Gobernanza - gobierno	Descripción de las responsabilidades del gobierno central/regional con respecto a la interoperabilidad	Los gobiernos regionales y los municipios son los contratistas para la recarga pública, para la planificación y las estrategias de ubicación. El gobierno central proporciona políticas generales centradas en datos abiertos, precios, etc., asegurando un mercado efectivo. La Agenda Nacional de Recarga es un programa instalado para organizar de manera eficiente el despliegue de la recarga pública y abordar cualquier obstáculo en la legislación, la planificación o los elementos operativos.								
		1.2	Gobernanza - sector	Descripción de las entidades, responsabilidades involucradas con la interoperabilidad	La organización sectorial eViolin está liderando en lo que respecta a un código de conducta y colaboración entre los actores del mercado y para promover la armonización y la estandarización. Los operadores de la red tienen la obligación de conectar las estaciones de recarga y proporcionar modelos predictivos para comprender el impacto en la red.								
		1.3	Regulaciones	Descripción general de la regulación implementada / prevista	EU AFID y la directiva ITS son líderes. Legislación específica de los Países Bajos sobre el intercambio de información sobre las estaciones de recarga.				x				
		1.4	Estándares	Descripción general de las normas aplicables (nacionales/internacionales)	ISO15118 (en desarrollo) OCPP (en desarrollo como ISO63110) OCPI (en desarrollo como ISO63119)			x					
		1.5	Normas/códigos	Resumen de normas, códigos en uso	Código de red nacional, que describe los requisitos de conexión, requisitos de medición inteligente		x						

		1.6	Acuerdos de mercado/sector	Resumen de acuerdos sectoriales	Código de conducta entre los actores del mercado, que describe la contratación B2B, el pago, la transparencia de precios, etc. (precompetitivo) NKL proporciona pautas, que se utilizarán como entrada para la contratación, la planificación de la ubicación, el establecimiento de estrategias, etc. La Agenda Nacional de Recarga describe el objetivo (1,8 millones de puntos de recarga en 2030, con base en el 100 % de las ventas de vehículos eléctricos nuevos para 2030), la hoja de ruta y el plan de trabajo.	x							
2	**Capa de servicio (roaming eléctrico)**											Servicios y funciones en torno a la recarga de vehículos eléctricos, así como sus relaciones, que se pueden describir en casos de uso.	Se pueden describir casos de uso basados en servicios, como Roaming de VE, Medición, Recarga inteligente. Estos se pueden detallar más en casos de uso como: encontrar una estación de recarga, recargar con cualquier automóvil y cualquier tarjeta/aplicación (autenticación, recarga, pago)
		2.1	Definición de recarga pública	¿Existe una descripción uniforme de la recarga pública (*vs*. semipública y privada)?	Hay una definición en la directiva AFID de la UE, que conduce a los Países Bajos. Los Países Bajos lo tiene más especificado.				x		Los cargadores públicos en terrenos privados se denominan de acceso público y, por lo tanto, siguen las "regulaciones de recarga pública".		
		2.2	Diseño de roaming de vehículos eléctricos	¿Hay un servicio de roaming disponible en el país, cómo se configura (P2P, a través de la plataforma, a través del operador de la red, etc.)?	El roaming se prescribe a través de la directiva AFID de la UE y específicamente a través de la organización del sector eViolin en los Países Bajos, prescribiendo OCPI como el protocolo de elección.		x				Parte del código de conducta		
		2.3	Escala de roaming de VE	Transfronterizo / nacional / operador de red / regional / ciudad	Acuerdo nacional con todos los CPO y MSP activos en los Países Bajos		x						
		2.4	Recarga ad hoc/sin suscripción	¿Es esto existente, necesario, etc.?	Esto es parte de la directiva de la UE				x		La forma de implementar no está prescrita.		
		2.5	Métodos de pago		No prescrito	x					Se utiliza una variedad de métodos de pago existentes.		

		2.6	Servicio de información	¿Existen requisitos para los datos que deben recopilarse, publicarse, etc. para el servicio de información genérica?	Los puntos de acceso nacionales para conjuntos de datos definidos se han definido en la directiva ITS de la UE. Los gobiernos describen sus necesidades de datos/informes en los contratos.				x				
		2.7	Registro de identificación	¿Existe un registro de actores del mercado, opcionalmente con identificaciones para una colaboración organizada?	Hay un registro de diferentes CPO y MSP, esto es parte de EU ITS.				x				
		2.8	Registro CP	¿Existe un registro o alguna descripción central de CP/estaciones de recarga?	Existe un registro, también accesible como Punto de Acceso Nacional.				x				
3	**Capa de información**											Objetos de información, modelos de datos subyacentes, semántica y protocolos (OCPP, OCPI, ISO15118) que se utilizan para el intercambio de información para realizar los casos de uso mencionados.	Se implementa un modelo de datos y una semántica comunes para intercambiar información y brindar perspectivas agregadas y resúmenes a los usuarios finales. Los sistemas intercambian mensajes significativos entre sí (información, autenticación, CDR, pago, perfiles, etc.) de manera abierta, independientemente de un punto de recarga específico, sistema de información, proveedor de energía, aplicación, sitio web, etc. utilizando estándares y protocolos de comunicación abiertos como OCPP, OCPI.
		3.1	Modelo de datos de recarga de vehículos eléctricos	¿Está definido y aplicado un modelo de datos estándar?	Sin modelo explícito definido. SGEMS se sigue libremente. Modelo de datos OCPI utilizado en la práctica	x							
		3.2	Estándar/protocolo EV-CP	¿Existe un protocolo estándar entre el vehículo y la estación de recarga?	Comunicación *ad hoc* en cargadores de CC (J1772)						La norma ISO15118 se utilizará en el futuro, actualmente en desarrollo.		
		3.3	Estándar/protocolo CP-CPMS	¿Existe un protocolo estándar entre la estación de recarga y el sistema de gestión de CPO? (a menudo OCPP)	Se utiliza OCPP.	x					En desarrollo como norma ISO		
		3.4	Roaming estándar/protocolo CPO-MSP	¿Se utiliza un protocolo estándar (roaming) entre los sistemas de gestión de CPO y MSP?	A menudo se utiliza OCPI. También se utilizan protocolos de concentrador, como los de Hubject, eclearing, Gireve (resp. OICP, OCHP, eMIP)	x					OCPI es el acuerdo sectorial, y empujado desde gobierno		
		3.5	Estándar/protocolo proveedor CPMS-Elec	¿Existe un protocolo estándar entre el sistema de administración de CPO y el proveedor de electricidad?	Sí (a comprobar)								

		3.6	Estándares de pago	¿Cuáles son los estándares de pago en uso?	La suscripción utiliza la facturación. Sin suscripción a través de tarjeta de crédito.						Se requiere pago *ad hoc* (sin suscripción), por lo que se han desarrollado opciones a través de tarjeta de crédito, código QR, etc.		
		3.7	Estándares de navegación	¿Existe un estándar para recopilar datos con el fin de compartir información?	Sin estándar. Comisiones europeas DATEXII como estándar de datos. De lo contrario, los agregadores de datos utilizan OCPI como estándar.								
4	**Capa de comunicaciones**											Conexiones entre sistemas de hardware y software, p. ej.: PC - CPMS (TCP/IP, 3G) EV-CP por cable (protocolo J1772)	Todos los sistemas son capaces de intercambiar información, independientemente del VE, CPO, MSP, etc. involucrados, haciendo uso de protocolos de información estándar como TCP/IP, 3G.
		4.1	Conexión CP-CPO	Qué conexiones están en uso entre la estación de recarga y el back office (y cómo se regula esto)	3G, TCP/IP		x				Sigue las normas de medición inteligente		
		4.2	Ecosistema de conexiones	Qué conexiones están en uso entre los sistemas en el ecosistema de recarga de vehículos eléctricos (y cómo se regula esto)	Práctica estándar para intercambiar información entre CPO, proveedor de electricidad, MSP. basado en internet	x							
5	**Capa de hardware**											VE (enchufe, BMS) Estación de recarga Conector (Mennekes, CCS 1, CCS 2, ChaDemo) Terminal de pago Sistema de gestión (CPO, MSP)	Estaciones de recarga, conectores y los enchufes están diseñados para que todos los vehículos eléctricos puedan conectarse y fluir la electricidad, independientemente de la marca del vehículo o la estación de recarga.
			Requisitos del conector CC (recarga rápida)	CCS1, CCS2, ChaDeMo, GBT	La directiva de la UE requiere un mínimo de CCS2 (DC). Chademo también está en uso. Los adaptadores están disponibles en las estaciones de CC.				x				
			Requisitos del conector CA	Type 2/Mennekes	La directiva de la UE requiere un mínimo de Mennekes/Tipo 2 (AC).				x				
			Otros requisitos de hardware	¿Qué otros requisitos se han identificado que están involucrados en la interoperabilidad de recarga de vehículos eléctricos?	NKL (junto con el mercado, el gobierno y las empresas de la red) definió los requisitos básicos para una estación de recarga, definiendo elementos de hardware basados en prácticas. Tales como forma, dimensiones. La conexión es una conexión "doméstica" regular con 2 medidores (1 para la compañía de red, uno para CPO). Se espera el estándar de calidad CE.	x	x						


move
movelatam.org