



Energía

Estrategia Nacional para la Infraestructura de Carga



Capítulo 1

Evaluación de la viabilidad técnica y económica
del despliegue de infraestructuras de carga



Estrategia Nacional para la Infraestructura de Carga para vehículos eléctricos

Capítulo 1. Evaluación de la viabilidad técnica y económica del despliegue de infraestructuras de carga

Presidente de la República

Gustavo Petro Urrego

Vicepresidenta de la República

Francia Márquez Mina

Ministro de Minas y Energía

Omar Andrés Camacho

Editor y modelado

Ana María Orozco Idrobo

Coord. Electromovilidad

Revisores

Ministerio de Minas y Energía

Ana María Orozco Idrobo

Carlos Andrés Álvarez

Departamento Nacional de Planeación

Nicolás Rincón

Alejandro Villamil

Rosario González Celis

Autores:

Banco Mundial

Deloitte



"El contenido de este documento es propiedad intelectual del Banco Mundial. La reproducción, distribución, copia, modificación o uso comercial de este documento, total o parcial, sin autorización previa por escrito del Banco Mundial, está prohibida. Los derechos de autor del Banco Mundial se reservan.

Este documento ha sido elaborado en el marco de la consultoría Mecanismos Financieros para la Infraestructura de recarga, financiada por el Banco Mundial. Las opiniones y conclusiones expresadas en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones o políticas del Banco Mundial, sus directivos, funcionarios o países miembros."

Índice

Índice de figuras.....	5
Alcance.....	7
1.- Introducción	7
2.- Objetivos y actividades abordadas	8
Enfoque de trabajo.....	9
Revisión del marco político y normativo.....	9
Revisión de estudios previos.....	14
Revisión de otras buenas prácticas.....	20
Resultados de las actividades abordadas.....	22
1.- Identificación y actualización de fallos de mercado existentes en el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico	22
1.1. Principales barreras técnicas identificadas:.....	24
1.2. Principales barreras regulatorias identificadas:.....	30
1.3. Principales barreras de mercado y financieras identificadas:.....	35
1.4. Principales barreras políticas identificadas:.....	41
1.5. Principales barreras sociales identificadas	44
2.- Identificación y actualización de posibles requerimientos en la regulación actual relacionadas con la infraestructura de recarga del vehículo eléctrico	47
2.1 Requerimientos regulatorios:.....	48
3.- Condiciones de Interoperabilidad. Revisión de la propuesta de política de interoperabilidad del país con objeto de aportar recomendaciones, en su caso.....	63
3.1. Recomendaciones de Interoperabilidad sugeridas en un escenario de corto plazo	63
3.2. Recomendaciones de Interoperabilidad sugeridas en escenarios de mediano y largo plazo	65
4.- Identificación y actualización de los costos asociados con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos.....	69
4.1 Metodología	69
4.2. Análisis del estudio	70
4.3. Conclusiones.....	75
5.- Identificación y actualización de las recomendaciones realizadas sobre la viabilidad y solidez económica y financiera de proporcionar apoyo público a la infraestructura de carga para vehículos eléctricos privados	77

5.1	Identificación y análisis de las recomendaciones realizadas por los estudios previos sobre la viabilidad y solidez económica de proporcionar apoyo público para el despliegue de la infraestructura de carga en Colombia:	77
5.2	Propuesta de recomendaciones adicionales sobre la viabilidad y solidez económica de proporcionar apoyo público en Colombia:	82
6.-	Identificación y actualización de los incentivos públicos, así como su impacto para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos	84
6.1	Posibles incentivos públicos en torno a la movilidad eléctrica:	87
6.2	Identificación de los incentivos públicos aplicados en Colombia para incentivar el despliegue de la movilidad eléctrica.....	93
6.3	Posibles impactos derivados de la introducción de incentivos públicos:	95
7.-	Evaluación de las capacidades técnicas y profesionales de la industria nacional para su fortalecimiento	99
7.1.	Evaluación integral de capacidades técnicas y profesionales	100
7.2.	Potenciales sinergias con otros sectores para fomentar la electromovilidad	109
7.3.	Necesidades técnicas y profesionales de capacitación, y recomendaciones asociadas	111
8.-	Recomendaciones para el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia.....	115
8.1	Principales barreras para los agentes que, generalmente conforman el ecosistema en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos	115
8.2	Mecanismos habilitadores e incentivos que permiten mitigar o eliminar las barreras identificadas ante el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. Identificación de las principales necesidades de desarrollo normativo.....	123
Bibliografía		129
Anexos		133
Anexo 1:	Marco político y normativo en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos de Colombia:.....	133
Anexo 2:	Recomendaciones a la propuesta de política de Interoperabilidad en Colombia	140
Anexo 3:	Detalle sobre los costos asociados con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos	149
Anexo 4:	Identificación de los principales agentes que podrían participar en el desarrollo del marco político y normativo en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos de Colombia:.....	157
Anexo 5:	Aspectos identificados en conversaciones con agentes del sector de movilidad eléctrica en Colombia.....	159

Índice de figuras

Figura 1: Enfoque seguido para la realización de las tareas de este documento	9
Figura 2: Listado ilustrativo de los principales documentos que conforman el marco político y normativo de Colombia en torno a la movilidad eléctrica	11
Figura 3: Listado ilustrativo de los principales documentos que conforman el marco político y normativo de Colombia en torno a la movilidad eléctrica	12
Figura 4: Listado ilustrativo de los principales documentos que conforman el marco político y normativo de Colombia en torno a la movilidad eléctrica	13
Figura 5: Principales estudios previos identificados y utilizados para el desarrollo de las tareas de este documento	15
Figura 6: Experiencia del equipo consultor que ha servido para el desarrollo de la consultoría	20
Figura 7: Fuentes principales utilizadas en el análisis	69
Figura 8: Componentes típicos del OPEX	72
Figura 9: Parámetros identificados que definen la tipología del proyecto de infraestructura de carga	72
Figura 10: Diagrama de caja y bigotes del CAPEX de las infraestructuras de carga típica identificadas en Colombia	73
Figura 11: CAPEX asociado a las estaciones de carga típicas identificadas en Colombia (costos medios)	74
Figura 12: OPEX asociado a una estación de carga típicas identificadas en Colombia (sin incluir consumo eléctrico)	75
Figura 13: Principales variables consideradas en el modelo financiero para el evaluar la viabilidad del modelo de negocio propuesto para el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia ..	81
Figura 14: Principales principios tributarios básicos para garantizar la sostenibilidad y eficiencia de los incentivos públicos	91
Figura 15: Mecanismos que se contemplan para alcanzar la eficiencia y sostenibilidad en la recaudación fiscal con el objetivo de incentivar la movilidad eléctrica en Colombia	96
Figura 16: Objetivos particulares para la evaluación de las capacidades técnicas y profesionales de la industria nacional para su fortalecimiento	99
Figura 17: Esquema ilustrativo de las instancias pertenecientes a la Comisión de Ordenación Territorial Nacional (COT)	111
Figura 18: Principales agentes que generalmente, conforman el ecosistema de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos	115
Figura 19: Identificación de las principales necesidades de desarrollo normativo en Colombia para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos	123
Figura 20: Ecosistema principal del modelo operativo en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos (no exhaustivo)	151
Figura 21: Diagrama de caja y bigotes del CAPEX asociado a la infraestructura de carga según potencia del cargador	152
Figura 22: Costo típico del cargador por potencia y fuente de información	153
Figura 23: Costo típico de la obra civil y eléctrica por potencia y fuente de información	154
Figura 24: Costo total por potencia y fuente	155

Índice de tablas

Tabla 1: Detalle de los principales estudios previos en referencia a la movilidad eléctrica y en particular, al despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia	16
Tabla 2. Matriz de recomendaciones sugeridas en corto plazo del Proyecto de resolución que establece las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables.....	64
Tabla 3. Matriz de recomendaciones sugeridas en mediano y largo plazo del Proyecto de resolución que establece las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables	65
Tabla 4: Capacidades técnicas locales	101
Tabla 5: Algunas necesidades técnicas y profesionales y de capacitación identificadas	112
Tabla 6. Elementos típicos en la obra eléctrica e inversión aproximada unitaria.	156
Tabla 7. Porcentaje del CAPEX que representa el OPEX	156

Alcance

1.- Introducción

La transición hacia una movilidad más sostenible y la adopción de vehículos eléctricos está en el centro de la agenda global en la actualidad. A medida que los países de todo el mundo se esfuerzan por reducir sus emisiones de carbono y promover la movilidad con cero emisiones, se ha intensificado el enfoque en la electrificación del sector del transporte. Colombia no ha sido ajena al proceso de transición hacia las energías limpias y la electromovilidad, siendo uno de los principales países en el desarrollo de medidas que fomenten la electromovilidad en Colombia.

En este sentido, estos esfuerzos pasan, entre otros aspectos, por el reto de adaptar la infraestructura energética de los países para permitir que el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos sea eficiente, sostenible y accesible.

En este contexto, a finales del año 2019, el Gobierno Nacional de Colombia lanzó la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Transporte, Unidad de Planeación Minero Energética, 2019) con la que buscó definir acciones para acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica en Colombia. Uno de los objetivos específicos es el de definir las acciones que permitan el desarrollo de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en el país.

Es importante destacar que, el Gobierno de Colombia en los últimos años ha dedicado esfuerzos para el desarrollo de trabajos y estudios con el objetivo de analizar el contexto y proponer acciones que habiliten el despliegue de la movilidad eléctrica y recientemente, se están enfocando en la infraestructura de carga de los vehículos eléctricos. En este sentido, dados los esfuerzos previos del Gobierno de Colombia en el desarrollo de la movilidad eléctrica y la infraestructura de carga, la revisión de dichos estudios será un paso fundamental para el desarrollo de esta consultoría.

Con base en esto, se ha desarrollado este proyecto para apoyar al Gobierno de Colombia a través de un **análisis en profundidad sobre el desarrollo de una estrategia y una hoja de ruta para ampliar el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos privados de forma rentable, incluyendo la creación de incentivos para la adopción de infraestructura de carga, así como, la participación del sector privado**, para que coincida dicha estrategia con las ambiciones nacionales de despliegue de vehículos eléctricos de Colombia (en adelante “el Proyecto”).

Adicionalmente se establecieron los siguientes objetivos específicos en el Proyecto:

1. **Evaluación de la viabilidad técnica y económica del despliegue de infraestructuras de cargas de vehículos eléctricos** con objeto de realizar una identificación preliminar de una estrategia adecuada para el despliegue de infraestructura de recarga de una manera sólida y rentable.
2. **Evaluar y optimizar los diferentes modelos de negocio, mecanismos de financiación** y los roles de las partes interesadas que permitan un despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia de forma sustentable, coste efectiva y comercialmente viable, así como realizar una propuesta de la operación de un mecanismo financiero para el apoyo en el despliegue de infraestructura de carga.

3. **Trasladar las mejores prácticas internacionales de despliegue de infraestructuras** a Colombia, así como, desarrollar una **hoja de ruta con recomendaciones** personalizadas que respalden la expansión y optimización de la movilidad eléctrica en Colombia.

Estos objetivos se desarrollaron en cinco (5) productos contractuales¹. Esta segunda entrega presenta el avance del entregable 2, correspondiente al objetivo específico 1, el cual se centra en la evaluación de la viabilidad técnica y económica del despliegue de infraestructuras de carga del vehículo eléctrico.

2.- Objetivos y actividades abordadas

De acuerdo con lo anterior, el objetivo específico de este documento es realizar una identificación preliminar de una estrategia adecuada para el despliegue de infraestructura de recarga de una manera sólida y rentable.

Específicamente, el presente documento aborda las siguientes actividades:

1. Identificación y actualización de **fallos de mercado existentes** en el despliegue a gran escala de la infraestructura de recarga de VE;
2. Identificación y actualización de posibles requerimientos en la **regulación actual** relacionadas con la infraestructura de recarga del VE;
3. Identificación y actualización de **costos asociados con el despliegue de infraestructura** de recarga de VE (excluyendo los costos de adecuación de la red) y considerando diferentes tipos, especificaciones y ubicaciones de infraestructura de recarga;
4. Con base a los estudios previos realizados, profundización y actualización de las recomendaciones realizadas dichos estudios, y cualquier nuevo análisis necesario, sobre la **viabilidad y la solidez económica y financiera de proporcionar apoyo público a la infraestructura de recarga para VE privados** en cada una de las tres áreas de aplicabilidad (i) grandes ciudades ii) ciudades intermedias y iii) carreteras nacionales;
5. Identificación y actualización de **incentivos públicos propuestos** en estudios previos, así como del impacto de la introducción de incentivos gubernamentales (fiscales y no fiscales) para los propietarios de infraestructuras y la posible redistribución de los incentivos existentes;
6. Revisión de las **conclusiones y recomendaciones** realizadas en estudios previos en relación con la identificación preliminar de una **estrategia adecuada para el despliegue de infraestructura de recarga;**
7. **Condiciones de Interoperabilidad**. Revisión de la propuesta de política de interoperabilidad del país con objeto de aportar recomendaciones;
8. **Evaluación de las capacidades técnicas y profesionales de la industria nacional** para su fortalecimiento.

En resumen, este documento se enfoca en la identificación y actualización de diversos aspectos clave relacionados con la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos en Colombia; así como, sienta las bases para una estrategia sólida y rentable que promueva el desarrollo de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos en Colombia.

¹ AP. 0 Reporte Inicial. Calibración del alcance de los productos y Plan de trabajo.

AP. 1 Evaluación de la viabilidad técnica y económica del despliegue de infraestructuras de carga del vehículo eléctrico.

AP. 2 Modelos de negocio y mecanismos de financiación.

AP. 3 Trasladar las mejores prácticas internacionales de despliegue de infraestructuras a Colombia.

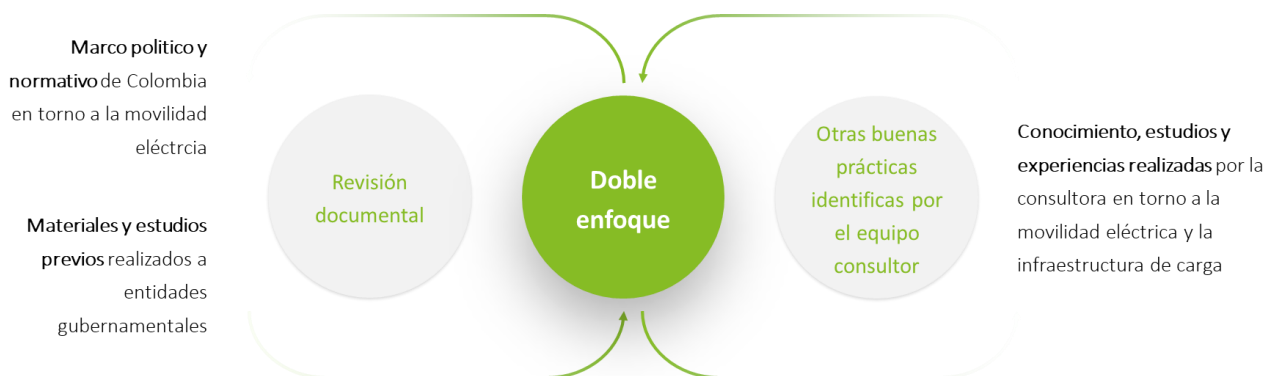
AP. 4 Reporte Final.

Enfoque de trabajo

El estudio realizado para este documento ha seguido un enfoque doble. En primer lugar, se ha realizado una **revisión documental del marco político y normativo** de Colombia en la materia objeto de estudio, así como, de otros **materiales y productos de estudios previos realizados a entidades gubernamentales**, relacionados con el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. Esta revisión **ha proporcionado un contexto robusto e información de antecedentes** sobre algunos datos, conclusiones, desafíos y oportunidades, entre otros aspectos, en relación con la movilidad eléctrica y su infraestructura de carga en Colombia.

En segundo lugar, se ha complementado lo anterior, con un **enfoque integral con base a la experiencia previa de Deloitte** en relación con la implementación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos y la **identificación de mejores prácticas internacionales**. Esto ha permitido complementar desde una perspectiva amplia y diversa los aspectos identificados en los estudios previos, y los desarrollos realizados en Colombia, con otros enfoques exitosos que pudieran ser aplicados en el contexto colombiano, además de actualizar ciertos datos e información, con las últimas novedades en la materia. Este análisis ha permitido identificar **lecciones aprendidas, desafíos superados y soluciones aplicadas** en contextos similares, proporcionando una base valiosa de conocimiento.

Figura 1: Enfoque seguido para la realización de las tareas de este documento



Fuente: elaboración propia

A continuación, se desarrollan los diferentes análisis realizados con base al doble enfoque adoptado:

Revisión del marco político y normativo

Colombia ya posee un conjunto de normativas vigentes en el ámbito de la electromovilidad que rigen tanto al vehículo como a la infraestructura de carga. Además, existe reglamentación en desarrollo para establecer estándares vehiculares en el corto plazo, así como la exigencia de la interoperabilidad de la infraestructura de recarga para vehículos eléctricos.



En este sentido, se ha realizado una revisión amplia de la política de planificación de Colombia para comprender mejor los marcos políticos y normativos que podrían dar forma a una respuesta del sistema de planificación para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos.

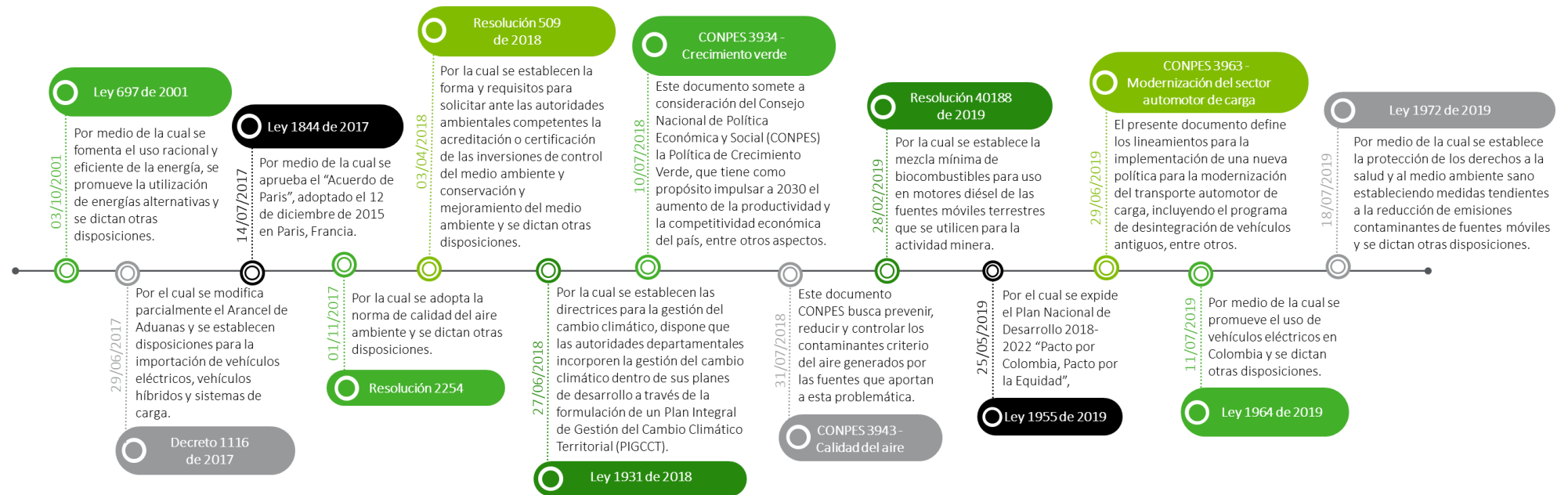
De esta forma, esta revisión ha incluido el análisis de las principales Leyes, Decretos, Resoluciones, Políticas Públicas, Planes y Estrategias nacionales desarrolladas o en desarrollo en torno al vehículo eléctrico y a la infraestructura de carga.

A continuación, se detalla, de forma ilustrativa no exhaustiva, los principales documentos que conforman este marco político y normativo en Colombia²:

² Ver Anexo 1: Anexo 1: Marco político y normativo en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos de Colombia, para un mayor detalle.

Figura 2: Listado ilustrativo de los principales documentos que conforman el marco político y normativo de Colombia en torno a la movilidad eléctrica

Ilustrativo



Fuente: elaboración propia



Figura 3: Listado ilustrativo de los principales documentos que conforman el marco político y normativo de Colombia en torno a la movilidad eléctrica

Ilustrativo

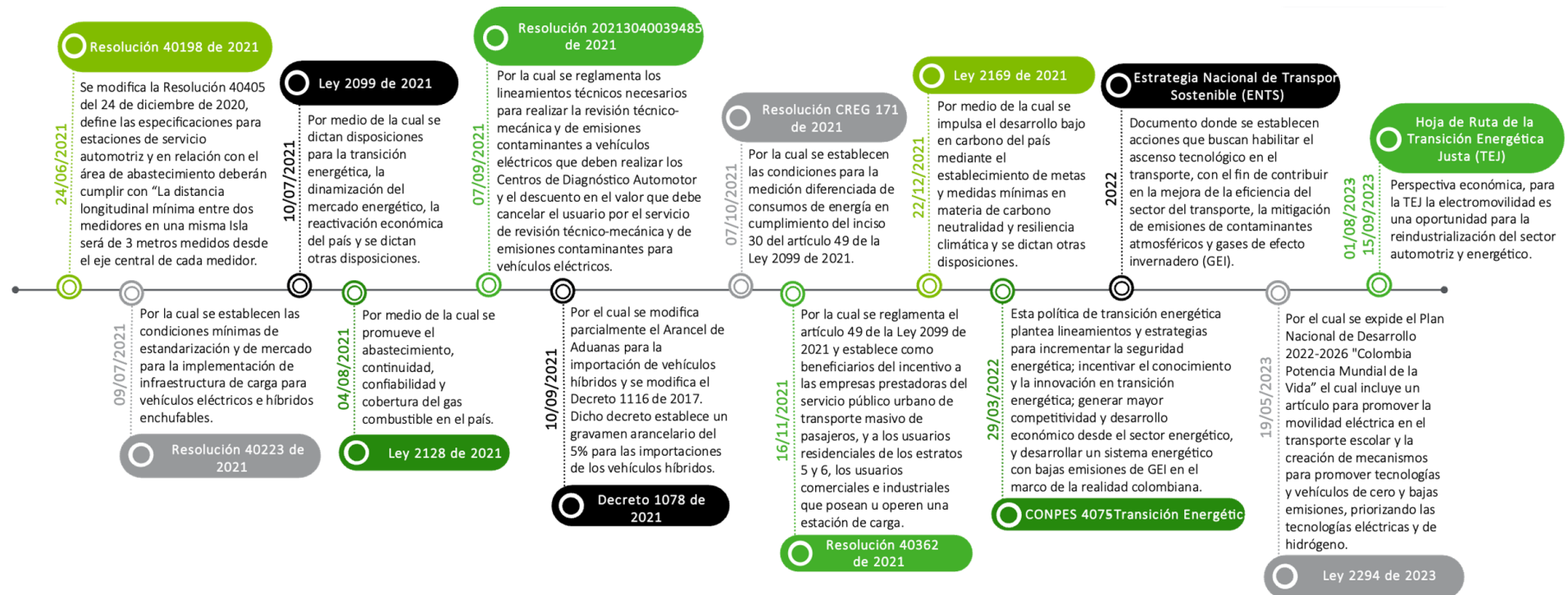


Fuente: elaboración propia



Figura 4: Listado ilustrativo de los principales documentos que conforman el marco político y normativo de Colombia en torno a la movilidad eléctrica

Ilustrativo



Fuente: elaboración propia

De esta forma, como se puede observar, en Colombia se ha ido estableciendo paulatinamente un marco normativo y regulatorio que permita impulsar la movilidad sostenible, y específicamente la electromovilidad y el despliegue de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos.

No obstante, se identifica todavía la necesidad de incentivar modelos competitivos y nuevos desarrollos que permitan este despliegue a gran escala, constatándose la necesidad de aprovechar la situación actual del mercado asociado a la movilidad eléctrica y los avances técnicos para reducir los costos finales de la tecnología, con objeto de permitir una adopción más masiva entre todos los estratos de la sociedad colombiana.

En este sentido, la transición efectiva hacia la movilidad eléctrica requiere todavía de desarrollos que robustezcan el marco regulatorio actual, con objeto de intensificar las **señales que permitan incentivar el despliegue de la infraestructura y las inversiones en el sector, generando un ecosistema atractivo para las empresas e inversionistas privados**. Para ello, se requiere la **identificación de nuevos requerimientos regulatorios necesarios para el despliegue**, como avances en la estandarización de tecnologías como los conectores de carga de los vehículos eléctricos. Además, se requieren **esfuerzos políticos destinados a evitar excepciones territoriales en las políticas, con el objetivo de garantizar** una mayor inversión en áreas geográficas que todavía no han desarrollado la infraestructura o están en proceso. Esto contribuirá de manera significativa al despliegue en todo el territorio colombiano de la infraestructura de carga y, por tanto, de la movilidad eléctrica.

Revisión de estudios previos

La revisión de los estudios técnico, académicos y de opinión pública realizados con anterioridad a la fecha de esta Consultoría, se ha centrado en el estado de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, así como otros aspectos relacionados con la electromovilidad. Los documentos que se han utilizado para este análisis incluyen informes académicos, pronósticos de analistas y firmas consultoras, documentos de políticas y presentaciones a consultas gubernamentales.

También, se ha llevado a cabo una revisión de las conclusiones y recomendaciones presentes en cada uno de los estudios analizados. El propósito de esta revisión ha sido determinar el estado actual de estas conclusiones y recomendaciones. Posteriormente, se han identificado las principales barreras y desafíos que están aparentemente obstaculizando el despliegue de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos en Colombia. Asimismo, se han identificado las acciones necesarias para impulsar eficazmente dicho despliegue en el país.

Para establecer una línea de base de conocimiento sobre estos temas, se han consultado los siguientes estudios accesibles públicamente o facilitados en el contexto de la consultoría. Estos incluyen documentación y presentaciones del Gobierno de Colombia, Ministerio de Minas y Energía, Departamento Nacional de Planeación, CREG e informes técnicos y económicos sobre la infraestructura de recarga del vehículo eléctrico en Colombia realizados por grupos de consultoría como USAENE, Sumatoria o WSP y apoyados por Bancos Multilaterales como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo.

Se detalla a continuación los estudios identificados, así como un detalle ilustrativo que incluye: (i) título del estudio; (ii) fecha y año de publicación; (iii) entidades involucradas y (iv) principales objetivos del estudio:

Figura 5: Principales estudios previos identificados y utilizados para el desarrollo de las tareas de este documento



Definir lineamientos de política y regulación energética para lograr la transición hacia una movilidad sostenible (individual, pasajeros, carga, etc.), como los posibles energéticos (biocombustibles, GLP, gas natural, energía eléctrica) y su interacción con los combustibles fósiles (Noviembre 2018 – Agosto de 2019)



Estudio para el Diseño de Indicadores de Seguimiento y Evaluación de la Integración de la Autogeneración y la Generación Distribuida en el Sistema Interconectado Nacional (Febrero 2019)



Misión de Transformación y Modernización del Sector Eléctrico en Colombia, 2020. Informe Final del Foco 3

Fase I: Descentralización y Digitalización de la Industria y la Gestión Eficiente de la Demanda (Noviembre 2019)



Fase II: Ruta regulatoria para un desarrollo más eficiente de los recursos distribuidos (Diciembre 2019)



Revisión de las experiencias internacionales sobre el impacto de la entrada de autos eléctricos en la distribución de combustibles líquidos y las potenciales necesidades técnicas y económicas en la regulación del servicio público de energía eléctrica (Diciembre 2019)



Establecer Recomendaciones en Materia de Infraestructura de recarga para la Movilidad Eléctrica en Colombia para los diferentes segmentos: buses, motos, taxis, etc. (Diciembre 2019)



Estrategias para la implementación de esquemas de señales de precios y cargos horarios a los usuarios finales en el SIN, para ser utilizados en programas de respuesta de la demanda (Diciembre 2020)



Consultoría para identificar desafíos regulatorios, comerciales y técnicos en el sistema eléctrico para la implementación de la electromovilidad en Colombia (Octubre 2020 – Marzo 2021)



Evaluación de la capacidad de hospedaje de vehículos eléctricos (VE) de las redes de distribución para atender las demandas generadas por la electromovilidad en Colombia (Julio 2021 – julio 2022)



Identificación de modelos de negocio y estructuración de hojas de ruta de implementación, para el desarrollo de la red de estaciones de carga pública a nivel nacional y la estructuración de proyectos piloto en Colombia (Febrero 2022 – diciembre 2022)



Análisis de los Impactos de la masificación de movilidad eléctrica en el Sistema Eléctrico de Colombia (Agosto 2023)

Fuente: elaboración propia

Tabla 1: Detalle de los principales estudios previos en referencia a la movilidad eléctrica y en particular, al despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia

Título del estudio	Año de publicación	Entidades que lo publican	Objetivos
Definir lineamientos de política y regulación energética para lograr la transición hacia una movilidad sostenible (individual, pasajeros, carga, etc.), como los posibles energéticos (biocombustibles, GLP, gas natural, energía eléctrica) y su interacción con los combustibles fósiles	Noviembre 2018 - Agosto de 2019	 	- Realizar un diagnóstico internacional con el objetivo de identificar estudios existentes en temas de movilidad sostenible, analizando las políticas, los mecanismos de implementación y resultados para cada caso estudiado, así como realizar un diagnóstico nacional de las políticas públicas colombianas vigentes. - Realizar un análisis de las políticas energéticas en el sector del transporte de Colombia, así como proponer mecanismos adicionales para la transición hacia una movilidad sostenible y la promoción de nuevas tecnologías en la movilidad. - Proponer políticas pública en temas de movilidad: Implementación de políticas transversales en materia energética, así como políticas en temas de movilidad con energía eléctrica: Crear las condiciones de un mercado para viabilizar la movilidad eléctrica y políticas públicas en temas de movilidad con GNV, GLP, Biocombustibles, Diésel y Gasolina.
Estudio para el Diseño de Indicadores de Seguimiento y Evaluación de la Integración de la Autogeneración y la Generación Distribuida en el Sistema Interconectado Nacional	Febrero 2019	  	Obtener un conjunto de indicadores para hacer seguimiento a la integración de Sistemas Distribuidos de Energía (SDE) y que a su vez permitieran evaluar sus impactos en las redes a las que se conectan. En el estudio se consideran diferentes escenarios de integración, incluyendo únicamente vehículos eléctricos en las redes de distribución y otros con una mezcla de tecnologías como son la solar fotovoltaica y vehículos eléctricos analizando y cuantificando los impactos en pérdidas de energía y regulación de tensión.
Misión de Transformación y Modernización del Sector Eléctrico en Colombia, 2020. Informe Final del Foco 3	Noviembre 2019		Analizar las condiciones actuales de los sistemas de distribución en Colombia, la identificación de elementos regulatorios que propician o desincentiven: i) la modernización de la redes de distribución, ii) la incorporación y masificación de los DER, iii) el establecimiento de esquemas de respuesta de la demanda, y iv) la modernización de los estándares de planeamiento técnico de las redes de distribución, y finalmente, la formulación de algunas propuestas preliminares para adecuar las condiciones identificadas, con el fin de generar una línea base de mejora sobre la que se crearán propuestas robustas.

Título del estudio	Año de publicación	Entidades que lo publican	Objetivos
Fase II: Ruta regulatoria para un desarrollo más eficiente de los recursos distribuidos	Diciembre 2019		- El objetivo último es el de lograr una transición hacia una matriz energética más diversa y resiliente, así como un marco institucional y regulatorio que permita la incorporación de recursos energéticos distribuidos y haga un mejor uso de los avances tecnológicos. - La presente Hoja de Ruta se ha centrado en realizar contribuciones en los siguientes puntos: (i) Planificación y remuneración de los sistemas de distribución, (ii) Aumento de la visibilidad y transparencia de los sistemas de distribución, (iii) Creación de plataformas distribuidas para la compra de servicios de red, (iv) El nuevo papel del distribuidor, (v) Gestión eficiente de la demanda.
Revisión de las experiencias internacionales sobre el impacto de la entrada de autos eléctricos en la distribución de combustibles líquidos y las potenciales necesidades técnicas y económicas en la regulación del servicio público de energía eléctrica	Diciembre 2019		- Disponer de una revisión de las experiencias internacionales sobre el impacto de la entrada de vehículos eléctricos (EV, por sus siglas en inglés) en la distribución de combustibles líquidos y las potenciales necesidades técnicas y económicas en la regulación del servicio público de energía eléctrica. Impacto de los vehículos eléctricos sobre los combustibles derivados del petróleo, haciendo diferenciación entre gasolina y diésel. Revisión de normativa asociada al desarrollo de la electromovilidad a nivel nacional, así como de las instituciones involucradas en ello. A partir de esta revisión se clasifica la normativa en tres ámbitos principales: planeación, comercialización y conexión/operación
Establecer Recomendaciones en Materia de Infraestructura de recarga para la Movilidad Eléctrica en Colombia para los diferentes segmentos: buses, motos, taxis, etc.	Diciembre 2019	   	Realizar las proyecciones de infraestructura de recarga para diferentes ciudades del país de acuerdo con las proyecciones del gobierno en cuanto a crecimiento de vehículos eléctricos (VE) a 2030. Analizar los requerimientos para el despliegue de electrolineras en vías nacionales. - Realizar el análisis de costos de instalación de una electrolinera de carga rápida (>50 kW) - Evaluar las estrategias de despliegue de infraestructura de recarga de los países con mayor crecimiento. Análisis y establecer recomendaciones para la adopción de un estándar de conector.
Estrategias para la implementación de esquemas de señales de precios y cargos horarios a los usuarios finales en el SIN, para ser utilizados en programas de respuesta de la demanda	Diciembre 2020		- Revisión de algunos casos internacionales en relación con el grado de inserción de los cargos y tarifas horarias y los segmentos de consumo aplicables, la forma de remunerar la energía y la potencia, la energía activa y reactiva, el tratamiento de los costos fijos y variables y de los usuarios en situaciones especiales o de pobreza energética, y la relación de los esquemas con la movilidad eléctrica. - Para Colombia también se proponen estrategias para la implementación de tarifas y cargos horarios, y evalúa el impacto de estas desde diferentes perspectivas

Título del estudio	Año de publicación	Entidades que lo publican	Objetivos
Consultoría para identificar desafíos regulatorios, comerciales y técnicos en el sistema eléctrico para la implementación de la electromovilidad en Colombia	Octubre 2020 – Marzo 2021	 	• Identificación y estimación de los impactos económicos y fiscales generales vinculados al aumento de la electromovilidad en Colombia. • Identificación de las barreras regulatorias y establecer recomendaciones sobre normas de eficiencia energética de los VE, estrategia de gestión de baterías y el diseño de organismos para facilitar la electromovilidad. • Identificación de las barreras técnicas a las que se enfrenta la electromovilidad • Identificación de los posibles modelos de negocio de distribución y servicios para fomentar el despliegue de la electromovilidad en Colombia.
Evaluación de la capacidad de hospedaje de vehículos eléctricos (VE) de las redes de distribución para atender las demandas generadas por la electromovilidad en Colombia	Julio 2021 – julio 2022	   	• Construir cuatro (4) escenarios de demanda de energía para la carga de vehículos eléctricos, acordes con las perspectivas y proyecciones de penetración previstas para Colombia. • Seleccionar los operadores de red que se analizarán, en función de su disponibilidad para proporcionar información y potencial de mercado para vehículos eléctricos. • Desarrollar un modelo que proyecte la demanda espacial y temporal de la energía requerida para la carga de los vehículos eléctricos, en cada escenario de penetración, para cada operador de red en las regiones seleccionadas. • Simular y pronosticar escenarios de demanda en la infraestructura eléctrica y energética. • Proporcionar recomendaciones para la evaluación de las necesidades eléctricas en la capacidad de hospedaje de vehículos eléctricos de las redes de distribución.
Identificación de modelos de negocio y estructuración de hojas de ruta de implementación, para el desarrollo de la red de estaciones de carga pública a nivel nacional y la estructuración de proyectos piloto en Colombia	Febrero 2022 – diciembre 2022	  	• Realizar un diagnóstico nacional, así como un estudio de casos internacionales. En diagnóstico nacional incluye un análisis del marco político nacional, una descripción de la infraestructura actual y de los modelos de mercado existentes en Colombia. Finalmente, se realiza un resumen de las barreras o desafíos ante el despliegue de la infraestructura de recarga. • Realizar un análisis de aplicabilidad de los modelos internacionales de negocio de carga de VE en el contexto colombiano, así como, un análisis de viabilidad y definición de modelos de negocio propuestos para Colombia y sus respectivos requisitos para lograrlo, y definir la hoja de ruta para el desarrollo de los modelos de negocio seleccionados. • Seleccionar la ciudad y vía para el desarrollo de un proyecto piloto, evaluar y analizar el modelo de negocio para el desarrollo del piloto, el cual incluye el análisis de viabilidad jurídica, la descripción del modelo financiero y resultados del análisis financiero, así como, diseñar una hoja de ruta para la implementación del proyecto piloto.

Título del estudio	Año de publicación	Entidades que lo publican	Objetivos
Confidencial Análisis de los Impactos de la masificación de movilidad eléctrica en el Sistema Eléctrico de Colombia	Agosto 2023		- Bajo diferentes escenarios de penetración de vehículos eléctricos, este estudio se enfoca en profundizar en el análisis del impacto de la masificación de e-movilidad en el sistema eléctrico nacional. - El marco analítico de este proyecto se basa en la cuantificación del aumento de la demanda eléctrica a raíz de diferentes estrategias de despliegue de vehículos eléctricos y estimación de los costos incrementales de la expansión de capacidad del Sistema Eléctrico Nacional que garantice la confiabilidad en la entrega de energía. - Escenarios analizados de penetración de VE: - Escenario de Actualización (EA): denominado “Colombia en Sintonía con las Tendencias mundiales”, considera que la adopción de las tecnologías comercializables en Colombia y que tienen un impacto positivo, pero no tan ambicioso en la mitigación del cambio climático - Escenario de Inflexión (EI): denominado “Colombia Eléctrica”, considera iniciativas más ambiciosas que podrían dar paso a una nueva era energética, caracterizada por la electrificación de la economía. - Escenario de Disrupción (ED): denominado “Colombia le Apuesta a la Descarbonización”, considera que tecnologías que hoy se encuentran en un desarrollo incipiente, pero que tienen un alto potencial de aporte a la mitigación del cambio climático, aceleran la adopción de vehículos eléctricos.

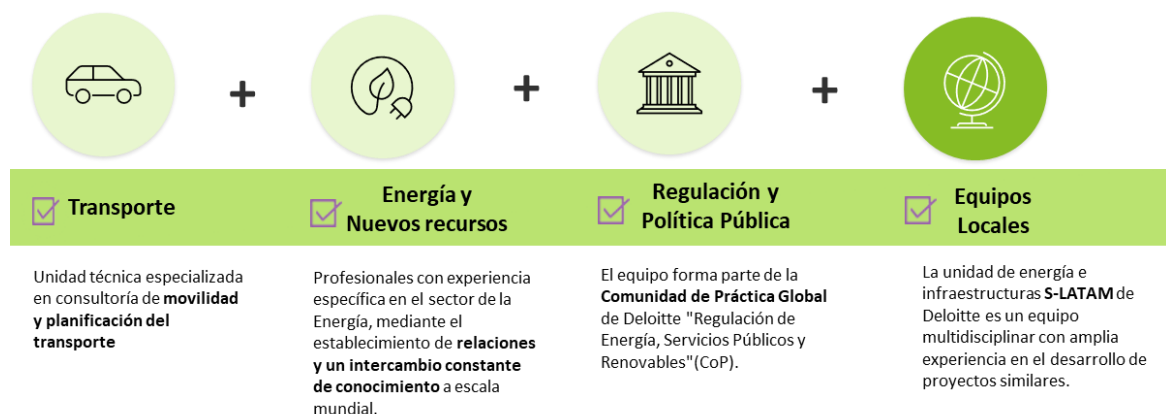
Fuente: elaboración propia

En resumen, la revisión amplia de estos estudios técnicos, académicos y de opinión pública realizados previamente a la elaboración de esta consultoría ha **proporcionado una sólida base de conocimiento** sobre el estado de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. Entre otros aspectos, este análisis ha permitido **robustecer el entendimiento del panorama actual y los desafíos que enfrenta el despliegue** de la infraestructura de carga en Colombia, así como otros aspectos clave relacionados con la electromovilidad, como el estado regulatorio, la viabilidad y solidez económica y financiera de proporcionar apoyo público al despliegue de la infraestructura y los incentivos públicos que pueden establecerse para incentivar dicho despliegue. Estos documentos incluyeron, sin limitar a otras, valiosas perspectivas de analistas, consultores y expertos en la materia, así como aportaciones de algunos agentes del sector mediante entrevistas o consultas públicas. Finalmente, y con base en el análisis realizado, en este documento se han abordado diversas temáticas y recomendaciones específicas para incentivar el éxito del despliegue de la infraestructura de carga del vehículo eléctrico en Colombia, complementando los estudios previos en aquellas áreas que precisen una actualización del contexto o a partir de la consideración de otras buenas prácticas y experiencias aprendidas en la materia.

Revisión de otras buenas prácticas

Asimismo, con objeto de poder reforzar los estudios previos realizados para el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, y actualizar estos con los avances en la materia no sólo en Colombia, sino a nivel internacional, se han trasladado algunas otras buenas prácticas en la materia, que permitan un análisis de la viabilidad técnica y económica más robusto. Estas buenas prácticas se basan fundamentalmente en el conocimiento derivado de estudios y experiencias previas del equipo de trabajo, con un perfil multidisciplinar que combina conocimientos técnicos y experiencia en las áreas de (i) transporte, (ii) energía y nuevos recursos, (iii) regulación y política pública y, (iv) un equipo local en Colombia:

Figura 6: Experiencia del equipo consultor que ha servido para el desarrollo de la consultoría



Fuente: elaboración propia

Esta experiencia diversa **ha permitido recopilar una amplia gama de conocimientos y enfoques de despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en distintos lugares del mundo**, permitiendo reforzar las bases para el análisis y la identificación de las mejores prácticas que podrían ser relevantes y aplicables en el contexto específico de Colombia.

Esta experiencia especializada **ha permitido aportar una perspectiva integral** y valiosa a esta consultoría. Nuestro objetivo ha sido proporcionar recomendaciones sólidas y adaptadas a la realidad local, aprovechando



la experiencia internacional como base para construir **soluciones efectivas y sostenibles**. En este sentido, las conclusiones del estudio sobre las experiencias realizadas por el equipo consultor se integran en las diversas tareas de este documento.

Resultados de las actividades abordadas

1.- Identificación y actualización de fallos de mercado existentes en el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico

La transición hacia la movilidad eléctrica es una parte fundamental en la estrategia de Colombia para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el cambio climático. Los vehículos eléctricos se presentan como una alternativa más sostenible y respetuosa con el medio ambiente en comparación con los vehículos de tecnologías convencionales. Sin embargo, el éxito de esta transición depende en gran medida de la disponibilidad de una infraestructura de recarga eficiente y accesible.

A pesar de los beneficios evidentes de los vehículos eléctricos, en Colombia el despliegue de la infraestructura de recarga **ha enfrentado diversas barreras que han obstaculizado su adopción a gran escala**. Estas barreras se pueden entender como **fallos de mercado**, ya que impiden que el mercado asociado a los vehículos eléctricos y a la infraestructura de carga asociado a los mismos funcione de manera óptima y que los consumidores adopten esta tecnología de manera más amplia.

En este sentido, con base en la revisión de los estudios previos realizados, la experiencia del equipo consultor en otras jurisdicciones y las conversaciones tenidas con diversos actores del sector de la movilidad eléctrica en Colombia³, en este apartado se **detallan las principales conclusiones obtenidas del análisis realizado para identificar, actualizar y ampliar, si aplicase, los fallos de mercado existentes** en el despliegue a gran escala de la infraestructura de recarga de vehículo eléctrico en Colombia.

A continuación, se analizan algunas de las principales barreras que han contribuido a estos fallos de mercado. Dichas barreras se han clasificado en cuatro tipologías: (1) técnicas, (2) regulatorias, (3) mercado y financieras; (4) políticas y, (5) sociales:

Tipo de Barrera	Nº	Descripción	Identificada en estudios previos y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas	Nueva con base en otras buenas prácticas internacionales
Técnica	1	Necesidad de normalización en relación con la cadena de valor asociada a la infraestructura de recarga de vehículo eléctrico	N/a	✓
	2	Necesidad de una regulación técnica del conector de los vehículos livianos importados que esté	✓	N/a

³ En el Anexo 5: Aspectos identificados en conversaciones con agentes del sector de movilidad eléctrica en Colombia, se proporciona un detalle resumido de algunos aspectos relevantes que se han obtenido de las diversas conversaciones, así como, se identifica el apartado de este documento donde se han abordado dichos aspectos.

Tipo de Barrera	Nº	Descripción	Identificada en estudios previos y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas	Nueva con base en otras buenas prácticas internacionales
		relacionada con el estándar mínimo requerido para estaciones de carga pública		
	3	Identificación de desafíos técnicos y de gobernanza en la instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en áreas residenciales	✓	N/a
	4	Desafíos ante la necesidad de protocolos de comunicación e interoperabilidad para los cargadores públicos	✓	N/a
	5	Necesidad de datos abiertos precisos sobre la ubicación, la especificación y el estado de la infraestructura	✓	N/a
	6	Desafíos para la gestión de la obsolescencia rápida de la tecnología asociada a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos	N/a	✓
Regulatoria	7	Desafíos identificados en el proceso de solicitud para la aprobación de la instalación de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos	✓	N/a
	8	Necesidad de directrices del espacio público para la instalación de infraestructura de carga	✓	N/a
	9	Necesidad de requerimientos mínimos que exijan cuotas de estacionamiento para vehículos eléctricos en las nuevas edificaciones	✓	N/a
	10	Necesidad de un marco regulatorio que de certeza a los distribuidores regulados de su participación en el desarrollo de la infraestructura de carga	✓	N/a
	11	Necesidad de medidas y capacidades que permitan la gestión de la demanda de vehículos eléctricos	✓	N/a
	12	Ausencia de mecanismos para incentivar el desarrollo de infraestructura de recarga pública en zonas con bajo interés comercial por parte de los agentes privados	N/a	✓
De Mercado y económico-financiera	13	Necesidad de medidas que reduzcan el atractivo de los vehículos con tecnologías convencionales	N/a	✓
	14	Necesidad de un tratamiento diferencial entre la movilidad eléctrica y el gas natural para uso vehicular	✓	N/a
	15	Necesidad de un tratamiento diferencial entre los vehículos híbridos no enchufables y los vehículos eléctricos	✓	N/a
	16	Necesidad de revisión sobre el impacto del 19% del IVA en el servicio de carga, así como a la instalación de la infraestructura	✓	N/a
	17	Necesidad de estructuración de líneas públicas de financiación específicas para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos	✓	N/a
	18	Necesidad de definición de tarifas eléctricas reguladas que tengan en consideración las necesidades de los vehículos eléctricos para asegurar la recuperación de la inversión asociada al despliegue de infraestructura de carga	✓	N/a

Tipo de Barrera	Nº	Descripción	Identificada en estudios previos y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas	Nueva con base en otras buenas prácticas internacionales
Política	19	Costos heterogéneos en el acceso a espacios público para la instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos	✓	N/a
	20	Necesidad de incentivar la demanda de vehículos eléctricos para que el negocio de carga pública sea rentable	✓	N/a
	21	Necesidad de una visión global de la infraestructura de carga en Colombia	✓	N/a
	22	Dificultad en la coordinación entre el nivel de compromiso de las autoridades locales al despliegue de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico	N/a	✓
	23	Necesidad de políticas de financiamiento público específicas para el desarrollo de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia	N/a	✓
	24	Necesidad de Planes de Ordenación Territorial que fomenten la inclusión a la carga en vía pública, así como, disponibilidad específica de espacio público para la instalación de cargadores de vehículos eléctricos	✓	N/a
Sociales	25	Necesidad de reforzar la difusión de los beneficios asociados con la movilidad eléctrica fortaleciendo una mayor concienciación de la sociedad	✓	N/a
	26	Necesidad de reforzar la capacitación profesional específica en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia	✓	N/a

Fuente: elaboración propia

1.1. Principales barreras técnicas identificadas:

1. Necesidad de normalización en relación con la cadena de valor asociada a la infraestructura de recarga de vehículo eléctrico

La ausencia de normalización en relación con la cadena de valor asociada a la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos puede ser una barrera técnica relevante en Colombia⁴. A pesar de la necesidad que existe en torno a ciertos **estándares que debe cumplir la infraestructura de carga de vehículos eléctricos para beneficiar a los usuarios**, se ha identificado la necesidad de definir e implementar regulaciones adicionales a las ya establecidas, tanto en la Resolución de Minenergía N°. 40223 de 2021 por la cual *“Por la cual se establecen las condiciones mínimas de estandarización y de mercado para la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables”*, así como, en el Proyecto de Resolución por la cual *“se establecen las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos en híbridos enchufables”*. **Esta falta de normalización** no necesariamente

⁴ Elaboración propia con base en otras buenas prácticas internacionales identificadas a partir del documento (CENEX, 2021)

obstaculiza el crecimiento en la escala de la red de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, pero sí **puede suponer una barrera importante en términos de calidad de la red.**

Hasta que se establezcan regulaciones para alcanzar un estándar de servicio deseado y estas regulaciones se apliquen de manera efectiva, persiste un riesgo continuo de que la infraestructura de carga de vehículos eléctricos instalada contribuya poco a poco a empeorar la experiencia del usuario de vehículos eléctricos en Colombia. A este respecto, la regulación sobre las competencias de los operadores de la red de puntos de carga podría ser una solución efectiva para abordar esta barrera.

Entre los conceptos que podrían ser objeto de regulación se incluyen:

- (i) Revisión de los **estándares definidos en el RETIE que aplican a los componentes de las estaciones de carga**, desde enchufes y cables hasta sistemas de comunicación y especificaciones mínimas que deben de cumplir las obras civiles y eléctricas, asegurando la compatibilidad y seguridad.
- (ii) Establecer **requisitos técnicos y accesibilidad para la instalación** de puntos de carga en lugares públicos⁵.
- (iii) Establecer requisitos para garantizar la **seguridad y ciberseguridad** de las estaciones de carga y puntos de carga.
- (iv) Establecer **requisitos de inspección** para asegurar el **rendimiento y el mantenimiento** de los equipos asociados a la infraestructura de carga, así como garantizar su disponibilidad continua para evitar interrupciones en el servicio.
- (v) **Establecer estándares** claros para los **métodos de pago** utilizados en las estaciones de carga, garantizando la transparencia y la accesibilidad para los usuarios.
- (vi) Fomentar la **colaboración y el intercambio de información** entre diferentes operadores de estaciones de carga eléctrica para mejorar la eficiencia y la conveniencia para los usuarios.
- (vii) Requerir a los **operadores a proporcionar información relevante y precisa a los usuarios**, como tarifas, ubicación de estaciones, disponibilidad en tiempo real y horarios de operación.
- (viii) Requerir que la **información crítica se base en datos en tiempo real**, lo que garantizaría una experiencia más precisa y confiable para los usuarios de vehículos eléctricos.

La implementación de regulaciones en estos aspectos contribuiría a **mejorar la calidad y la estandarización de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia**, lo que, a su vez, podría fomentar el despliegue a gran escala de la infraestructura de recarga, así como de los vehículos eléctricos. En este sentido, es importante destacar que a fecha de elaboración de este documento, se encuentra en proceso de consulta pública el Proyecto de Resolución⁶, que incluye algunos de los aspectos mencionados que necesitan de regulación, por el cual se establecen las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de

⁵ Algunos de estos requisitos, se detallan específicamente en las barreras número tres, cuatro, cinco o veinticuatro del documento, como por ejemplo, el establecimiento de condiciones que garanticen la accesibilidad universal de las infraestructuras de puntos de recarga o la definición de directrices sobre el espacio público, como dotaciones mínimas para la instalación de puntos de recarga en lugares públicos como el aparcamiento en calles, edificaciones o estacionamientos.

⁶ Dada la relevancia del Proyecto de Resolución, se incorpora en la sección 3. Condiciones de Interoperabilidad el análisis realizado por Deloitte a dicho Proyecto de Resolución junto con los comentarios y observaciones que se consideren necesarios.

acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables, emitido por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia.

2. Necesidad de una regulación técnica sobre el conector de los vehículos livianos importados que esté relacionada con el estándar mínimo requerido para estaciones de carga pública

La falta de regulación sobre la estandarización de los conectores que llevan instalados los vehículos eléctricos importados a Colombia, representa una barrera técnica significativa para el despliegue a gran escala de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos en el país⁷. Esta problemática se deriva de la **falta de uniformidad en los tipos y especificaciones de los cargadores** utilizados por diferentes fabricantes de los vehículos, lo que puede generar múltiples desafíos:

- Puede resultar en la **imposibilidad de cargar el vehículo** en determinadas estaciones o la necesidad de utilizar adaptadores. Esto dificulta la experiencia de carga y desincentiva la adopción de vehículos eléctricos.
- Puede aumentar la **complejidad de la infraestructura** de carga ya que, los operadores de estaciones de carga deben ofrecer una amplia variedad de conectores y protocolos para acomodar los diferentes tipos de vehículos eléctricos. Esto podría aumentar los costos de implementación y mantenimiento de la infraestructura de carga.
- Puede **generar incertidumbre** en el mercado de infraestructura de carga, desincentivando a los agentes a expandir las infraestructuras de carga si no hay claridad sobre qué tipos de cargadores predominan en el mercado.

Es importante destacar que **la estandarización debe ser coherente con los estándares internacionales reconocidos**⁸, lo que permitirá una mayor alineación con las prácticas globales y facilitará la interoperabilidad en un contexto internacional. En este sentido, una de las medidas que se sugiere es ampliar los estándares de conector mínimo a Tipo 2 en Corriente Alterna para dar respuesta al mercado europeo y CHAdeMO en Corriente Continua para dar respuesta al mercado de Asia-Pacífico.

3. Identificación de desafíos técnicos y de gobernanza en la instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en áreas residenciales

La instalación de cargadores de vehículos eléctricos en las áreas comunes del sector residencial presenta una barrera técnica y por ende económica, significativa para el despliegue efectivo de la infraestructura de recarga en este sector⁹. Este reto puede impactar en la decisión de los usuarios de adquirir vehículos eléctricos e instalar puntos de carga privados.

Uno de los principales inconvenientes técnicos es la **limitación de espacio físico en áreas** como armarios eléctricos, tableros de control y ductos necesarios para llevar a cabo las instalaciones eléctricas de la infraestructura de carga asociada al vehículo eléctrico. La infraestructura eléctrica existente en áreas comunes

⁷ Barrera identificada en la Memoria Justificativa del Proyecto de Resolución emitido por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia “*por el cual se establecen las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables*” y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

⁸ Comisión Electrotécnica Internacional a través de su norma IEC 61851

⁹ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

puede no estar dimensionada para acomodar la carga adicional requerida para los vehículos eléctricos, lo que puede requerir modificaciones costosas y complicadas. Una posible medida podría ser establecer normativas de construcción que requieran la inclusión de la infraestructura eléctrica necesaria para estaciones de carga de vehículos eléctricos en todos los nuevos edificios residenciales.

Adicionalmente, con base en el conocimiento, estudios y experiencias realizadas por el equipo consultor, se podría identificar que la **toma de decisiones en una comunidad de vecinos de este sector puede ser un proceso complejo y lento**. Si se propone la instalación de cargadores en las zonas comunes, se pueden generar debates y desacuerdos entre los residentes, lo que **podría retrasar la implementación** de la infraestructura de carga. Esta dificultad en la toma de decisiones puede afectar negativamente la disponibilidad de puntos de recarga en el sector residencial y, en última instancia, influir en la elección de vehículos eléctricos por parte de los residentes. En este sentido, una posible medida podría ser la **definición o sugerencia por parte de las entidades gubernamentales de espacios específicos ubicados en las áreas residenciales** donde se recomienda la instalación de los puntos de carga de vehículos eléctricos para que puedan ser utilizados por los vecinos que lo requieran.

Para superar esta barrera, es importante abordar tanto los desafíos técnicos como los aspectos de gobernanza y toma de decisiones en las comunidades de vecinos. Esto puede implicar la **evaluación y adaptación de la infraestructura eléctrica existente, así como la implementación de procesos de toma de decisiones más eficientes y transparentes en las comunidades residenciales**.

4. Desafíos ante la necesidad de protocolos de comunicación e interoperabilidad para los cargadores públicos

La falta de protocolos de comunicación e interoperabilidad para los cargadores públicos representa una barrera técnica significativa que puede obstaculizar el despliegue efectivo de infraestructura de carga a gran escala para vehículos eléctricos¹⁰. Esta problemática se deriva de la compleja red de actores y componentes involucrados en el ecosistema de carga de vehículos eléctricos.

En el contexto de la carga de vehículos eléctricos, varios actores deben interactuar de manera eficiente para garantizar que la infraestructura de carga funcione sin problemas en diferentes países, redes eléctricas y sea interoperable por todos los actores involucrados. Estos actores incluyen, como mínimo:

- **Usuarios de vehículos eléctricos:** Los propietarios de vehículos eléctricos necesitan acceso sencillo y conveniente a la infraestructura de carga. Para ello, deben ser capaces de utilizar diferentes estaciones de carga independientemente del proveedor o la ubicación.
- **Operadores de estaciones de carga** (Charge Point Operators, CPO): Las empresas o entidades que operan las estaciones de carga desempeñan un papel clave. Deben asegurarse de que sus cargadores sean compatibles con múltiples vehículos eléctricos y que los usuarios tengan una experiencia de carga fluida.
- **Fabricantes de vehículos eléctricos** (Original Equipment Manufacturer, OEM): Los fabricantes de vehículos eléctricos producen una variedad de modelos con diferentes tipos de conectores y sistemas de carga. La interoperabilidad es esencial para garantizar que los vehículos de diferentes fabricantes puedan cargar en cualquier estación pública.

¹⁰ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

- **Proveedores de servicios de movilidad eléctrica** (e-Mobility Service Providers, eMSP): Estos proveedores ofrecen servicios de pago, planificación de rutas y acceso a múltiples redes de carga. La interoperabilidad es crucial para que los usuarios puedan utilizar estos servicios en toda la red.

La falta de **estándares y protocolos de comunicación comunes entre estos actores puede llevar a una fragmentación del mercado y a la dificultad para lograr la interoperabilidad**. Por ejemplo, si un usuario de vehículo eléctrico no puede utilizar una estación de carga debido a la falta de compatibilidad entre su vehículo y el cargador, puede generar una experiencia negativa que desincentive la adopción de vehículos eléctricos y limite la expansión de la infraestructura de carga.

En este sentido, establecer diferentes protocolos para que la interacción entre los diferentes agentes pueda realizarse, adquiere una gran relevancia debido a fundamentalmente los siguientes aspectos:

- Interoperabilidad:** al garantizar que varios proveedores de infraestructura de carga de vehículos eléctricos sean compatibles, permitiendo que una amplia gama de vehículos eléctricos utilice las mismas estaciones de carga e integre sin problemas diferentes sistemas de hardware y software.
- Comunicación:** al mejorar la coordinación y eficiencia al definir una comunicación estructurada entre los Operadores de Puntos de Carga (CPOs) y los Proveedores de Servicios de Movilidad Eléctrica (EMSPs).
- Transacciones económicas sin obstáculos:** al simplificar el proceso de pago para los conductores de vehículos eléctricos, facilitando transacciones económicas rápidas y sin esfuerzo durante las sesiones de carga.
- Monitoreo:** al supervisar parámetros clave durante la carga para mitigar riesgos, facilitando la comunicación y el intercambio de datos entre el vehículo eléctrico, la estación de carga y los sistemas centrales o de gestión de electricidad.
- Carga inteligente:** al optimizar el proceso de carga de vehículos eléctricos realizando ajustes dinámicos basados en la capacidad de la red y las tarifas eléctricas, promoviendo la eficiencia energética.
- Capacidad de iniciar automáticamente la carga al conectar el vehículo eléctrico:** al permitir que la carga se inicia con la conexión del vehículo al cargador, lo que hace que sea más óptimo para los usuarios y reduce el tiempo de espera.
- Intercambio de datos:** al facilitar la transferencia segura y eficiente de información importante, incluidos detalles de facturación, credenciales de autenticación de usuario y directivas técnicas, entre múltiples sistemas.
- Seguridad y ciberseguridad:** al aplicar protocolos de seguridad para proteger el vehículo y los usuarios de posibles peligros.

En relación con lo anterior expuesto, definir estándares y protocolos es un aspecto relevante para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Para superar esta barrera técnica, es esencial que las entidades gubernamentales y la industria trabaje en el desarrollo y la adopción de estándares que permitan los aspectos anteriores mencionados. En este sentido, si bien es cierto que esta barrera fue identificada en los estudios previos analizados para el desarrollo de este entregable, en la actualidad, en Colombia se encuentra en proceso de consulta pública el Proyecto de Resolución por el cual se establecen las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables, emitido por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia. En este sentido, en el apartado “3.- Condiciones de Interoperabilidad. Revisión de la propuesta de política de interoperabilidad del país con objeto de aportar recomendaciones, en su caso”, se estudiará ampliamente los estándares definidos en el contexto de Colombia.

5. Necesidad de datos abiertos precisos sobre la ubicación, la especificación y el estado de la infraestructura

Una de las barreras técnicas significativas radica en la falta de datos abiertos precisos sobre la ubicación, las especificaciones y el estado operativo de estos puntos de recarga¹¹. Esta carencia suele ser el resultado de una **falta de colaboración estrecha entre los diferentes actores involucrados en el sector**. Los propietarios de vehículos eléctricos experimentan con frecuencia la frustración al llegar a un punto de recarga público y descubrir que ya está ocupado por otro usuario o que se encuentra fuera de servicio. Esta frustración se intensifica **cuando el propietario del vehículo eléctrico carece de alternativas para cargar su vehículo, así como la no disponibilidad de un proveedor de asistencia en carretera**. Sin embargo, esta problemática podría evitarse si los usuarios de vehículos eléctricos tuvieran acceso a información precisa y actualizada sobre la disponibilidad y el estado de los puntos de carga, e incluso la posibilidad de realizar reservas con antelación.

Además, la implementación de una base de datos abierta que contenga información actualizada sobre la ubicación y las características de los puntos de recarga presentaría otra ventaja clave. Permitiría a terceros, como fabricantes de vehículos, desarrolladores web y creadores de aplicaciones, disfrutar de una mayor flexibilidad para diseñar servicios de usuario que se adapten a las necesidades específicas de los clientes. Actualmente muchos de los CPO disponen de su propia plataforma web y base de datos y, algunas empresas ya estarían ofreciendo información y servicios en base a la información que cada CPO ofrece, si bien este acceso a los datos es limitado muchas veces a usuarios o clientes del CPO y, no ofrece una visión integral y homogénea de la red de recarga disponible en todo el territorio de Colombia.

En este sentido, la implementación de una base de datos abierta, que permita el acceso público a datos con información actualizada sobre la ubicación y las características de los puntos de recarga, así como su estado, presentaría otra ventaja clave. Permitiría a terceros, como fabricantes de vehículos, desarrolladores web y creadores de aplicaciones, disfrutar de una mayor flexibilidad para diseñar servicios de usuario que se adapten a las necesidades específicas de los clientes, así como a una información completa y transparente para todos los usuarios. En este sentido, **esta base de datos puede aportar tanto información estadística anónima, así como otro tipo de información específica, salvaguardando la confidencialidad de información personal y privada**. Para ello se puede **designar un agente que gestione y salvaguarde dicha información**.

Adicionalmente, si bien es cierto que esta barrera fue identificada en los estudios previos analizados para el desarrollo de este entregable, en la actualidad, en el Proyecto de Resolución por el cual se establecen las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables, emitido por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia que, actualmente se encuentra en proceso de consulta pública, se articula la existencia de una **Plataforma de estaciones de carga de vehículos eléctricos e híbridos enchufables** en Colombia y la define de la siguiente manera *“Herramienta digital que permite a los usuarios de vehículos eléctricos e híbridos enchufables identificar las características técnicas y comerciales asociadas a los puntos de carga en todo el territorio colombiano. Esta plataforma será el instrumento para realizar el seguimiento y monitoreo por parte del Ministerio de Minas y Energía de Colombia del despliegue y expansión de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos en el país. La plataforma integra datos de diferentes actores, como prestadores del servicio de carga para vehículos eléctricos e híbridos*

¹¹ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

enchufables y propietarios de estaciones, con el objetivo de garantizar la interoperabilidad, accesibilidad, disponibilidad y calidad de los servicios de carga.”

6. Desafíos para la gestión de la obsolescencia rápida de la tecnología asociada a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos

Una de las barreras técnicas que potencialmente puede dificultar el despliegue a gran escala de infraestructura de carga para vehículos eléctricos está relacionada con el riesgo de obsolescencia rápida de dicha infraestructura¹². Sin embargo, es importante destacar que la tecnología fundamental que es esencial para la carga de vehículos eléctricos no es probable que experimente cambios significativos en su funcionamiento básico. Además, el riesgo de obsolescencia puede gestionarse de manera efectiva con una planificación adecuada.

No obstante lo anterior, en el mercado continúan surgiendo nuevas innovaciones que ofrecen servicios complementarios adicionales. Estos avances incluyen opciones como la carga más rápida, a mayor capacidad y la carga inalámbrica, entre otros, que pueden brindar beneficios adicionales a los propietarios de vehículos eléctricos. Como ya se ha señalado, estos servicios adicionales, suelen ser más cómodos para los usuarios, pero generalmente implicarán mayores costos y a menudo requerirán un refuerzo de la red eléctrica, lo que a su vez requiere de mayores inversiones.

A este respecto, en la actualidad no está claro hasta qué punto los consumidores están dispuestos a pagar por la comodidad de una carga más rápida y, es probable que haya una mezcla de respuestas, como, por ejemplo, que algunos prioricen la comodidad sobre el coste y viceversa. En este sentido, **habilitar la disponibilidad de más datos permitirá tanto a los usuarios de los vehículos como a los agentes del sector a tomar decisiones sobre la opción correcta ante la rápida evolución de la tecnología.**

En este sentido, es cierto que los inversionistas y propietarios de infraestructuras de recarga no pueden estar completamente protegidos contra el riesgo de obsolescencia tecnológica. Sin embargo, dado el avance gradual de la tecnología y la progresiva retirada de los vehículos de tecnologías convencionales, **se espera, una fuerte demanda de infraestructuras de carga durante las próximas décadas que atenuaría este riesgo**¹³. Adicionalmente, otra forma de reducir el riesgo de obsolescencia rápida de la tecnología es mediante el **establecimiento de requisitos mínimos de garantías para los fabricantes**. En este sentido, se incentiva que se establezcan acuerdos contractuales que exijan a los fabricantes ciertos compromisos en términos de durabilidad y soporte a largo plazo. Finalmente, los fabricantes estarían condicionados a proporcionar soluciones de reparación o actualización para extender la vida útil de los equipos asociados a la infraestructura de carga y por tanto, se reduciría el riesgo de obsolescencia.

1.2. Principales barreras regulatorias identificadas:

7. Desafíos identificados en el proceso de solicitud para la aprobación de la instalación de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos

¹² Elaboración propia con base en otras buenas prácticas internacionales identificadas a partir del documento (Institute, 2022).

¹³ (IEA, 2023)

La demora, complejidad y baja tasa de aprobación en las solicitudes para instalar cargadores de vehículos eléctricos en la red eléctrica representan una importante barrera regulatoria para el despliegue efectivo de la infraestructura de recarga¹⁴. Esto puede deberse a una falta de eficiencia y estandarización en el proceso de aprobación tanto del acceso de conexión a la red eléctrica, como de la autorización administrativa necesaria para la instalación y puesta a punto de los cargadores, lo que genera demoras significativas y costos elevados para los solicitantes. Esta barrera ha sido también identificada en las entrevistas realizadas a diferentes agentes del sector.

Adicionalmente, disponer de una baja tasa de aprobación puede resultar en una cierta incertidumbre para los agentes que quieran entrar en el mercado asociado a la infraestructura de carga de vehículo eléctrico, desincentivando así las inversiones. La introducción de mejoras en la regulación actual con objeto de asegurar una **regulación más estándar y transparente, que garantice tiempos máximos para cada proceso, así como la coordinación entre todas las partes involucradas, son fundamentales** para superar esta barrera y acelerar el despliegue de la infraestructura de carga en Colombia en línea con los objetivos de movilidad eléctrica.

8. Necesidad de directrices del espacio público para la instalación de infraestructura de carga

La falta de directrices específicas del espacio público para la instalación de cargadores representa una barrera significativa¹⁵. Esta carencia crea un ambiente de incertidumbre y falta de uniformidad en todo el proceso de planificación, diseño y ejecución de estaciones de carga en áreas públicas, incluyendo en dichas áreas los nodos de movilidad principales de Colombia, así como de las municipalidades (aeropuertos, estaciones de tren y/o bus, paradas de taxi, etc.). Sin directrices y estándares claros que definan **cómo y dónde deben instalarse los cargadores**, las partes interesadas (como las entidades locales y empresas) **enfrentan dificultades para garantizar que estas instalaciones sean funcionales y con un impacto visual y ambiental reducido** e incluso podría **desalentar** a los agentes de entrar en el mercado de la infraestructura de carga, ya que la **falta de estandarización aumenta la incertidumbre y el riesgo asociados con las inversiones en este sector**.

Adicionalmente, la ausencia de estándares puede **aumentar los costos de diseño y construcción** debido a la necesidad de implementar soluciones personalizadas, lo que podría ser un obstáculo adicional al despliegue a gran escala de la infraestructura de carga.

Por otro lado, la existencia de normativas técnicas no solo debe abordar el diseño, sino también la **seguridad y la accesibilidad** de estas instalaciones a todos los usuarios y por tanto, la falta de estas normas podría resultar en instalaciones que no cumplen con los estándares de seguridad y accesibilidad.

Por lo tanto, establecer un marco normativo con especificaciones mínimas es esencial para superar estas barreras y promover la adopción de vehículos eléctricos al tiempo que se garantiza la calidad, la seguridad y la estética de la infraestructura de carga pública en áreas urbanas.

9. Necesidad de requerimientos mínimos que exijan cuotas de estacionamiento para vehículos eléctricos en las nuevas edificaciones

¹⁴ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

¹⁵ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

Una barrera regulatoria que dificulta el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos en Colombia es la **falta de requerimientos por parte de las entidades encargadas de la planificación urbana que obliguen a incluir una cuota mínima de espacios de estacionamiento para vehículos eléctricos en las nuevas edificaciones**¹⁶. Esta carencia de normativas específicas conlleva la consecuencia de que no se realicen las mejoras necesarias en la infraestructura eléctrica de los nuevos edificios, lo que podría resultar en una insuficiencia de puntos de carga accesibles para satisfacer la creciente demanda de vehículos eléctricos. Si bien es cierto, el Gobierno estableció en el Artículo 7 de la Ley 1964 de 2019, *por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones* que, las entidades públicas y los establecimientos comerciales que ofrezcan al público sitios de parqueo, deberán destinar un porcentaje mínimo del dos por ciento (2%) del total de plazas de parqueo habilitados, para el uso preferencial de vehículos eléctricos. En este sentido, esta barrera regulatoria hace referencia a las nuevas edificaciones no incluidas en dicho artículo, como son por ejemplo, lugares de trabajo, edificios residenciales, edificios públicos, etc. Un ejemplo de país que también ha desarrollado esta medida es España, el cual se regula en el Real Decreto Ley 21/2021 que todos los edificios existentes de uso distinto al residencial privado (centros de trabajo, centros comerciales y de ocio, instalaciones deportivas, centros educativos...) que tengan más de 20 plazas de aparcamiento deberán instalar puntos de recarga para coche eléctrico en sus parkings, estableciendo así un porcentaje mínimo del 5 por ciento (5%) de plazas de parqueo¹⁷.

Además, es importante destacar que la implementación exitosa de infraestructura de carga de vehículos eléctricos **implica una planificación cuidadosa tanto a nivel del sistema de distribución eléctrica dentro de los edificios como en la infraestructura de la red eléctrica de distribución**. Para que los cargadores de vehículos eléctricos sean más accesibles y asequibles, es esencial que las entidades de planificación urbana, los promotores de edificios y los proveedores de equipos eléctricos integren la infraestructura de carga en los planes de diseño de edificios desde el inicio del proceso de elaboración del proyecto y su construcción, con **objeto de asegurar que las redes eléctricas disponen de la capacidad necesaria para la implementación de los cargadores**.

Una recomendación efectiva para superar esta barrera es la implementación de requisitos específicos que exijan una **cuota mínima de espacios de estacionamiento designados para vehículos eléctricos** y la incorporación de la infraestructura necesaria en los tableros de conexión de los **nuevos edificios**. Esto no solo garantizaría la disponibilidad de lugares de estacionamiento con capacidad de carga, sino que también **permitiría a los operadores de redes eléctricas planificar de manera más eficiente para satisfacer la demanda de carga de vehículos eléctricos**. Adicionalmente, se podría **revisar mediante un estudio la cuota mínima de las plazas de parqueo** definidas en el Ley 1964 de 2019, con objeto de conocer el grado de utilización de dichas plazas, así como, la necesidad de incrementar la cuota mínima, en su caso.

10. Necesidad de un marco regulatorio que de certeza a los distribuidores regulados de su participación en el desarrollo de la infraestructura de carga

Una barrera regulatoria significativa es la ausencia de un marco regulatorio que brinde certeza a los distribuidores regulados sobre su participación en el desarrollo de esta infraestructura¹⁸. Esta carencia de

¹⁶ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

¹⁷ (España - Boletín Oficial del Estado, 2021)

¹⁸ Barrera identificada en el documento (WSP, 2021) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

regulación crea **incertidumbre en el sector eléctrico y conlleva a que los distribuidores sean reacios a invertir anticipadamente en mejoras en la red eléctrica**, incluso cuando se prevé un aumento en la demanda de vehículos eléctricos y, por lo tanto, de las solicitudes de instalación de infraestructura de carga o en aquellos puntos de la red donde es posible que haya una capacidad limitada para la conexión de nuevas infraestructuras.

El actual marco regulatorio en Colombia aborda con incertidumbre la inversión anticipada en redes eléctricas asociadas a la infraestructura de carga, en la que se incluyen inversiones asociadas a la digitalización de las redes eléctricas, como por ejemplo y sin limitar a la definición de otros posibles, el despliegue de medidores inteligentes en todos los puntos de suministro eléctrico. Adicionalmente, no se ha identificado que las **estrategias de planeación de redes eléctricas tengan en consideración el crecimiento de la demanda** derivado de la penetración de los vehículos eléctricos y con ello, de la infraestructura de carga asociada. Ante esta ausencia de planeación y de inversión por parte de los distribuidores y con base a nuestra experiencia, se podría **identificar que los desafíos deben equilibrarse para conseguir un despliegue de infraestructura de carga económicamente viable y eficiente para todos los agentes**.

Por un lado, **cobrar al cliente por el refuerzo anticipado que es necesario hacer en las redes eléctricas** debido a la instalación de la infraestructura de carga, supone trasladar el riesgo al propietario del punto de carga que lo hace incurrir en un costo adicional que podría amenazar la viabilidad comercial del proyecto. Asimismo, la **opción de financiar el refuerzo anticipado a través de las tarifas eléctricas** podría percibirse como injusta, ya que todos los usuarios de electricidad, independientemente de si son propietarios de un vehículo eléctrico o no, soportarían estos costos adicionales. Esto **podría generar preocupaciones sobre la equidad en el acceso a la electricidad**, especialmente para grupos de bajos ingresos y personas en situación de pobreza energética, quienes podrían enfrentar dificultades para afrontar costos más altos de electricidad y es menos probable que sean propietarios de vehículos eléctricos en el corto plazo.

Con objeto de superar esta barrera y sus desafíos, es esencial que se **establezcan mecanismos para establecer un marco regulatorio claro y equitativo que aborde la inversión anticipada en las redes y su digitalización que habiliten el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos y garantice una recuperación justa de las inversiones y costos asociados**. Un posible ejemplo, se ha realizado en Europa mediante la definición del *EU Action Plan for the Digitalisation of the Energy System*, el cual define iniciativas e inversiones para impulsar y acelerar en el corto plazo las redes eléctricas digitales. La definición de esta tipología de mecanismos, ayudaría a generar confianza en los distribuidores de la red eléctrica y fomentaría la inversión temprana y acelerada en redes, allanando así el camino para un despliegue más rápido y eficiente de esta tecnología crucial para la movilidad sostenible de Colombia.

11. Necesidad de medidas y capacidades que permitan la gestión de la demanda de vehículos eléctricos

La falta de medidas y capacidades para gestionar la demanda de vehículos eléctricos representa una barrera regulatoria importante¹⁹. A medida que el número de vehículos eléctricos continúa aumentando, se genera una demanda creciente de energía para alimentar estos vehículos. Esto plantea **desafíos cruciales para las empresas de servicios públicos en términos de mantener la estabilidad de la red, gestionar la carga de manera eficiente y reducir la demanda máxima**.

¹⁹ Barrera identificada en el documento (WSP, 2021) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

Para abordar eficazmente estos desafíos, se requiere la implementación de **estrategias que habiliten a futuro los mercados de flexibilidad, con el objeto de utilizarlos para lidiar con los problemas de la red eléctrica, así como, a corto plazo de estrategias que habiliten la gestión de la demanda** en conjunto con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Dado el contexto de Colombia y el grado de despliegue alcanzado de vehículos eléctricos incipiente, incentivar primero la gestión de la demanda tendría más relevancia e impactos.

La gestión del lado de la demanda implica influir activamente en los patrones de consumo de energía de los consumidores para optimizar la utilización de los recursos energéticos disponibles (generación con combustibles convencionales o generación renovable). Esto se logra incentivando a los consumidores a utilizar electricidad durante las horas de menor actividad o reduciendo su consumo durante los periodos de horas pico. En este sentido, es importante destacar que el **despliegue de medidores inteligentes** a gran escala en los puntos de suministro es una de las **principales soluciones tecnológicas** y generalmente, **la primera que se implementa a la hora de incentivar la gestión de la demanda**. Los medidores inteligentes ofrecen a los usuarios una valiosa herramienta al **proporcionar acceso a información detallada sobre su consumo eléctrico** que puede derivarse en la toma de decisiones informadas sobre su consumo eléctrico. Esta información no solo sirve como un registro de uso, sino que también puede **influir positivamente en el comportamiento del usuario**. La capacidad de monitoreo en tiempo real, da la posibilidad al usuario de distribuir estratégicamente el consumo eléctrico a momentos en los que el costo económico es menor. Al tener información actualizada sobre los patrones de uso y los precios de la electricidad en tiempo real, los **usuarios pueden ajustar sus hábitos de consumo**, beneficiándose, en su caso, de tarifas más bajas en determinados periodos.

Cuando se trata de vehículos eléctricos, la gestión del lado de la demanda puede aplicarse al animar a los propietarios de estos vehículos a cargar sus vehículos fuera de las horas pico. Esto se puede lograr mediante la **implementación de precios por tiempo de uso o tarifas especiales para la carga de vehículo eléctrico**. De esta manera, las empresas de servicios públicos pueden distribuir eficazmente la carga de vehículos eléctricos a lo largo del día, reduciendo así la presión sobre la red y evitando picos de demanda. No obstante lo anterior, como se verá más adelante en este entregable, una de las barreras económicas al despliegue de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico en Colombia es la carencia de tarifas diferenciadas para la carga de vehículos eléctricos.

Por último, es importante destacar que la integración de la gestión del lado de la demanda con los sistemas de carga de vehículos eléctricos conlleva diversos beneficios. En primer lugar, **contribuye a la estabilidad de la red** al permitir una gestión estratégica de la carga de vehículos eléctricos, evitando sobrecargas y mejorando la fiabilidad del suministro eléctrico. Además, **reduce la demanda máxima** al alentar a los propietarios de vehículos eléctricos a cargar sus vehículos durante las horas de menor demanda eléctrica. Esto implica el ahorro de costos al minimizar la necesidad de costosas actualizaciones de infraestructura para satisfacer la creciente demanda de carga de vehículos eléctricos. Por último, la gestión del lado de la demanda promueve **beneficios ambientales** al influir en cuándo y cómo se realiza la carga de vehículos eléctricos, lo que puede maximizar el uso de energía renovable durante las horas de menor actividad, contribuyendo así a una transición más sostenible hacia la movilidad eléctrica.

12. Ausencia de mecanismos para incentivar el desarrollo de infraestructura de recarga pública en zonas con bajo interés comercial por parte de los agentes privados

La infraestructura de carga de vehículos eléctricos es esencial para promover la adopción de vehículos eléctricos y cumplir con los objetivos de reducción de emisiones de carbono. Sin embargo, su despliegue puede ser costoso y arriesgado, especialmente en regiones donde la demanda de vehículos eléctricos aún no está

completamente desarrollada y/o en localizaciones que por caracterizarse por tener una accesibilidad o población reducidas. Esto supone que no exista un interés comercial por parte de las empresas privadas para desarrollar puntos de recarga, al menos en una etapa inicial.

En este sentido, algunos países contemplan la posibilidad del desarrollo de esta infraestructura mediante otros medios alternativos. De esta forma, en estos casos excepcionales, sin limitar a la definición de otras casuísticas, una práctica aplicada en algunos países es que las **empresas de distribución de electricidad puedan ser actores relevantes en el desarrollo de la infraestructura de carga pública** de vehículos eléctricos cuando no exista este interés comercial. Generalmente, y en el caso de Colombia, las empresas de distribución de electricidad suelen operar bajo un modelo de retribución anual basada en activos (RAB), donde reciben ingresos regulados basados en la inversión que realizan en activos (líneas eléctricas, transformadores, subestaciones eléctricas, entre otros). Este **modelo proporciona un incentivo claro para que estas empresas realicen inversiones en infraestructura eléctrica, ya que les garantiza una recuperación gradual de sus inversiones a lo largo del tiempo.**

De esta forma, esta ausencia de marco regulatorio específico, bajo estas condiciones de excepcionalidad, puede limitar el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga pública de vehículos eléctricos en Colombia y por ello, se podría desarrollar un marco regulatorio que aplique en condiciones de último recurso a las empresas de distribución eléctrica y que pueda reconocer como posibles activos retribuíbles, la infraestructura de carga de vehículos eléctricos²⁰.

Reconocer, en un marco regulatorio de último recurso, la infraestructura de carga de vehículos eléctricos como un activo retribuíble, implicaría que las inversiones realizadas por dichas empresas en la implementación de puntos de recarga se consideren parte de su RAB y, por lo tanto, **sean elegibles para percibir retribución regulada.**

Al reconocer la infraestructura de recarga como un activo retribuíble, se **proporciona a las empresas de distribución un incentivo claro para invertir en esta tecnología, al dar seguridad sobre el retorno de las inversiones,** incluso en áreas con una demanda de vehículos incipiente. Esto puede acelerar el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga en Colombia.

Para superar esta barrera regulatoria, se recomienda desarrollar un marco de **regulación que defina claramente cómo se reconocerán y retribuirán los activos de recarga de vehículos eléctricos** en el RAB de las empresas de distribución eléctrica, teniendo presente que se aplicará en condiciones de último recurso y únicamente a infraestructura de carga pública. Esta regulación deberá ser **flexible y adaptable** ante las cambiantes dinámicas del mercado de vehículos eléctricos y garantizar **un equilibrio adecuado entre el interés público y la rentabilidad para las empresas de distribución.**

En resumen, reconocer la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos como un activo retribuíble para las empresas de distribución eléctrica puede ser una **medida efectiva singular para estimular la inversión en esta área y acelerar la adopción de vehículos** eléctricos en mercados donde la demanda aún no está completamente desarrollada.

1.3. Principales barreras de mercado y financieras identificadas:

²⁰ Barrera identificada en el documento (WSP, 2021) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas. Un ejemplo de ello se encuentra en (OFGEM, 2021).

13. Necesidad de medidas que reduzcan el atractivo de los vehículos con tecnologías convencionales

Una de las barreras de mercado y financiera se encuentra asociada con la **ausencia de medidas que reduzcan el atractivo de los vehículos con tecnologías convencionales**, es decir, vehículos de combustión interna (gasolina y diésel)²¹. Esta falta de medidas puede desincentivar a los consumidores a hacer la transición hacia vehículos eléctricos, lo que a su vez limita la demanda de infraestructura de carga.

Otra consecuencia es que podría afectar a los **inversionistas y operadores** ya que podrían ser **menos propensos a invertir en infraestructura de carga si no ven un mercado significativo de vehículos eléctricos**. La falta de incentivos para cambiar a vehículos eléctricos o la carencia de impuestos a los vehículos con tecnologías convencionales puede limitar la expansión de la infraestructura de carga, ya que los inversionistas pueden considerar que no hay suficiente demanda para justificar sus inversiones.

Por otro lado, puede suponer un **desincentivo para los fabricantes de vehículos eléctricos para invertir en la producción y expansión de su línea de vehículos eléctricos** si la demanda es limitada debido a la falta de medidas que reduzcan el atractivo de los vehículos convencionales.

En resumen, la ausencia de esta tipología de medidas que aumenten en cierta medida los impuestos a los vehículos con tecnologías convencionales y que reduzcan su atractivo, puede ralentizar la adopción de vehículos eléctricos, lo que a su vez afecta negativamente la demanda de infraestructura de carga para estos vehículos. En este sentido, para fomentar la movilidad eléctrica y promover el despliegue a gran escala de la infraestructura de recarga, será esencial **implementar políticas como penalizaciones, impuestos o medidas similares que incentiven a los consumidores a considerar los vehículos eléctricos como una opción más atractiva, rentable y sostenible**.

14. Necesidad de un tratamiento diferencial entre la movilidad eléctrica y el gas natural para uso vehicular

Otra de las barreras de mercado y financieras está relacionada con la coexistencia de las leyes 1964 de 2019 y 2128 de 2021²². **Estas leyes persiguen objetivos diferentes en cuanto a la promoción de tecnologías de propulsión vehicular, lo que puede generar un conflicto en la asignación de incentivos y recursos**.

Por un lado, la Ley 1964 de 2019 busca fomentar la transición hacia la propulsión eléctrica en los sistemas de transporte estratégico, integrado o masivo como parte de los esfuerzos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y avanzar hacia una movilidad más sostenible. Esto incluye la promoción de vehículos eléctricos como una opción viable y ecológica.

Por otro lado, la Ley 2128 de 2021 promueve la propulsión a través del gas natural vehicular (GNV) como una alternativa para reducir emisiones y fomentar la movilidad sostenible. Esta ley otorga incentivos para la conversión de vehículos a GNV y su uso en el transporte público y masivo.

²¹ Elaboración propia con base en otras buenas prácticas internacionales identificadas a partir del documento (IEA, 2020).

²² Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

La barrera económica radica en que **ambas leyes ofrecen condiciones similares en cuanto a incentivos y promoción de tecnologías de baja emisión, lo que crea una competencia por recursos y una falta de discriminación en la política de incentivos.** Esto puede resultar en que los esfuerzos se contrapongan y, los incentivos para vehículos eléctricos, que representan una tecnología más incipiente en la sociedad colombiana, sean insuficientes para impulsar su adopción.

Para superar esta barrera, se recomienda que la regulación y la **asignación de incentivos sean más discriminativas y estén en concordancia con los niveles de emisiones que cada tecnología de propulsión vehicular supone.** Esto significa que las políticas de incentivos podrían diferenciar entre tecnologías de cero emisiones, como los vehículos eléctricos, y tecnologías de bajas emisiones, como los vehículos a GNV. Al hacerlo, se podría alinear mejor la promoción de tecnologías con los objetivos de reducción de emisiones y movilidad sostenible, evitando la anulación de esfuerzos y **promoviendo la inversión privada** en estaciones de carga pública para vehículos eléctricos. De lo contrario, el Estado podría tener que intervenir con recursos públicos para alcanzar las metas de movilidad eléctrica establecidas en las políticas gubernamentales.

15. Necesidad de un tratamiento diferencial entre los vehículos híbridos no enchufables y los vehículos eléctricos

La barrera que se presenta se refiere a la equiparación de incentivos entre los vehículos híbridos no enchufables y los vehículos eléctricos en Colombia²³. Esta situación **puede desincentivar la adquisición de vehículos eléctricos y con ello el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga, debido a las brechas de precios de compra entre ambas tecnologías.** Esto mismo, se estableció en el Decreto 1116 de 2017 expedido por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, que habilitó la importación de vehículos eléctricos e híbridos con un 0% y 5% de arancel respectivamente, para un total de 52.800 unidades vehiculares entre los años 2017 y 2027. Ahora bien, para 2021 ese cupo era de 2.300 vehículos híbridos que podrían ser importados con este beneficio y una vez se agotase este cupo, todo vehículo que ingresase al país debería hacerlo con un arancel de importación del 35%.

Esta situación se agrava debido a que el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo expidió el Decreto 1078 de 10 de septiembre de 2021, en el que se determinó la decisión de suspender el cupo de importación de vehículos híbridos no enchufables y establecer un arancel del 5 % para aquellos que se importase hasta el 31 de diciembre de 2021.

El argumento principal para abordar esta barrera de mercado y financiera es que los **vehículos híbridos no enchufables, son más económicos en términos de precio de compra en comparación con los vehículos eléctricos.** Además, con la decisión de suspender el cupo de importación y aplicar un arancel del 5 % a los vehículos híbridos, se les otorga una ventaja adicional en términos de costo.

Esta equiparación de incentivos y regulaciones entre vehículos híbridos no enchufables y vehículos eléctricos puede llevar a una **percepción de que ambos tipos de tecnología son igualmente favorecidos por el gobierno,** lo que desincentiva la adquisición de vehículos eléctricos y con ello, la infraestructura de carga asociada a los mismos. Dado que los vehículos eléctricos son una tecnología más avanzada en términos de reducción de emisiones y sostenibilidad ambiental, es importante considerar medidas que promuevan su adopción.

²³ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

Para superar esta barrera, será **necesario revisar y ajustar las políticas de incentivos y regulaciones** de manera que reflejen las diferencias en impacto ambiental y energético entre los vehículos híbridos no enchufables y los vehículos eléctricos. Esto podría incluir, sin limitar a la definición de otras propuestas, la **revisión de los aranceles y cupos de importación**, así como la **implementación de incentivos fiscales específicos para los vehículos eléctricos** y la **infraestructura de carga**, que los hagan más atractivos en términos de costos para los consumidores²⁴. Al hacerlo, se fomentaría una mayor adopción de vehículos eléctricos y se impulsaría la movilidad eléctrica en Colombia.

16. Necesidad de revisión sobre el impacto del 19% del IVA en el servicio de carga, así como a la instalación de la infraestructura

Otra de las barreras de mercado y financiera es aquella relacionada con la **aplicación del 19%** del Impuesto al Valor Agregado (IVA), pues el **servicio de carga al considerarse un servicio se tributa con IVA**. Esta carga impositiva, reduce la competitividad de la energía eléctrica como combustible ante otras alternativas energéticas. Esta situación se agrava, ya que, a las **obras asociadas a la instalación de la infraestructura y sus equipos conexos, también tienen asociado esta carga tributaria**. Ambos aspectos añaden una carga financiera significativa tanto para los usuarios de vehículos eléctricos como para los inversionistas interesados en el despliegue de infraestructura de carga debido a que se aumentan los costos asociados a la adopción de vehículos eléctricos y a la inversión en estaciones de carga eléctrica.

Esta barrera económica puede desincentivar a los consumidores a utilizar el servicio de carga eléctrica y a los inversionistas a participar en la expansión de la infraestructura de carga, ya que **encarece la operación y la inversión en este sector**. Para abordar esta barrera, podría considerarse la **revisión de la política de impuestos para eximir o reducir el IVA aplicado al servicio de carga de vehículos eléctricos, así como a la instalación de la infraestructura y equipos relacionados**. Esta medida, podría hacer que el uso de vehículos eléctricos sea más atractivo para los consumidores y reduciría los costos para los inversionistas, promoviendo así la adopción de vehículos eléctricos y la expansión de la infraestructura de carga en Colombia.

17. Necesidad de estructuración de líneas públicas de financiación específicas para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos

Otra barrera de mercado y financiera está relacionada con la **falta de una línea de financiación específica** por parte de fondos gubernamentales como el FENOGÉ, el Fondo de Ascenso Tecnológico u otro fondo o agente habilitado, que se asocie a los proyectos de esta tipología, especialmente, cuando el modelo de negocio detrás del proyecto necesita de la participación del sector público²⁵.

En este contexto, y en particular para el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGÉ), se encuentra **facultado para gestionar programas de apoyo económico destinados al despliegue de dicha infraestructura**. Sin embargo, antes de que estos proyectos puedan avanzar, es fundamental **reglamentar el manual operativo del fondo** para permitir la ejecución de iniciativas relacionadas con la infraestructura de carga de vehículos eléctricos con fondos económicos del FENOGÉ.

²⁴ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

²⁵ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

En este sentido, puede constituir una barrera importante la ausencia en el Manual Operativo del FENOGÉ de un mecanismo que permita al menos, **incorporar una línea de inversión en infraestructura de carga pública**, así como **incorporar financiación a los proyectos con créditos no reembolsables y reembolsables**. Esto es debido a que dificulta la implementación efectiva de proyectos de infraestructura de carga de vehículos eléctricos que busque implementar un modelo de negocio con participación pública.

Para superar esta barrera, es esencial que las autoridades regulatorias y el FENOGÉ trabajen en la modificación del Manual Operativo del FENOGÉ de tal forma que, regule el acceso a los fondos destinados al despliegue de infraestructura de carga. Esto proporcionaría claridad y transparencia en el proceso, lo que a su vez fomentaría la participación de inversionistas y empresas dispuestas a invertir en esta infraestructura crucial para la transición hacia la movilidad eléctrica en Colombia. Por otro lado, en el caso de que el FENOGÉ no pueda ser habilitado para financiar esta tipología de inversiones, se recomienda la definición de otras líneas públicas para potenciar el despliegue de la infraestructura de carga.

18. Necesidad de evaluar las tarifas eléctricas reguladas vigentes, así como otros cargos asociados con tarifas eléctricas, para que tengan en consideración las necesidades de los vehículos eléctricos

La falta de tarifas eléctricas reguladas que contemplen las necesidades para el servicio de carga de vehículos eléctricos en Colombia representa una barrera de mercado y financiera significativa para el despliegue de la infraestructura de recarga²⁶. Esta situación plantea varios desafíos que podrían afectar tanto a los usuarios privados, como a los operadores de servicios de carga y posibles inversionistas que quieran entrar en el mercado asociado a la carga de vehículos eléctricos.

Respecto a los usuarios privados que quieran adquirir un vehículo eléctrico, la implementación de tarifas eléctricas reguladas que consideren las necesidades de carga de estos vehículos podría representar un estímulo significativo. Un ejemplo concreto sería la introducción de tarifas por tiempo de uso (TOU), donde los precios varíen según la hora del día en que se realice la carga. Este enfoque no solo beneficiaría a los consumidores al **brindarles flexibilidad** para elegir momentos de menor costo para cargar sus vehículos, sino que también actuaría como un **incentivo financiero** para la adquisición de vehículos eléctricos. Al reducir los costos asociados a la carga eléctrica, se crea un **entorno más atractivo y rentable para los usuarios**, fomentando así la transición hacia la movilidad eléctrica. Para ello, sería relevante la instalación de medidores inteligentes a gran escala en los puntos de suministro, tal y como se ha mencionado en la barrera 11 “Necesidad de medidas y capacidades que permitan la gestión de la demanda de vehículos eléctricos”.

Respecto a los operadores e inversionistas, en las entrevistas a los diferentes agentes del sector se ha identificado que otra posible recomendación para que las tarifas del servicio sean más competitivas y fomenten el aumento de la demanda de vehículos eléctricos, podría ser dar **acceso a los operadores de los puntos de carga al mercado no regulado de energía para la contratación del suministro eléctrico de los puntos de carga públicos de vehículos eléctricos** para aquellos agentes que no puedan optar a dicho mercado. Esta medida **proporcionaría flexibilidad en la fijación de tarifas eléctricas** y con ello las tarifas asociadas al servicio de carga, **permitiendo una adaptación más dinámica a las demandas del mercado** de vehículos eléctricos. Sin embargo, actualmente esta propuesta enfrenta limitaciones debido a que el artículo 20 de la Resolución 131

²⁶ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

de 1998 establece ciertos límites para el acceso al mercado no regulado²⁷. Es por ello que, se podría evaluar una posible modificación en la normativa existente, buscando un equilibrio entre la libertad tarifaria y la regulación necesaria para garantizar un suministro eléctrico eficiente y accesible para los vehículos eléctricos en Colombia.

En este sentido, en Colombia que todavía no dispone de un mercado desarrollado a gran escala de despliegue de vehículos eléctricos y con objeto de superar esta barrera, será fundamental que las autoridades colombianas trabajen en la revisión de la **regulación de las tarifas eléctricas para que contemplen las necesidades de carga** de vehículos eléctricos.

19. Costos heterogéneos en el acceso a espacios público para la instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos

La **heterogeneidad de costos asociados por el uso de espacio público** podría dificultar el desarrollo de esta infraestructura de recarga pública en determinadas zonas²⁸. Estos costos pueden incluir, entre otros, tarifas o pagos requeridos para obtener autorizaciones y permisos para instalar estaciones de carga en espacios públicos, así como, el pago recurrente por el uso del espacio y de los terrenos, lo que aumenta los gastos asociados a la inversión en infraestructura de carga eléctrica.

Para abordar esta barrera, podría considerarse la estandarización a nivel nacional, de los trámites necesarios para la tramitación y acceso a un espacio público con objeto del desarrollo de infraestructura de recarga pública, así como el desarrollo de guías para uso por parte de las autoridades locales, con recomendaciones asociadas con el despliegue de infraestructura de recarga pública en su ámbito de actuación y el uso de espacio público. Al hacerlo, se **podría aliviar la carga financiera para los inversionistas y promotores** de la movilidad eléctrica, lo que podría fomentar una mayor inversión en infraestructura de carga en áreas públicas.

De forma adicional, también se considera como posible solución **robustecer la colaboración entre el sector público y el privado para ayudar a reducir los costos iniciales**. Las **asociaciones público-privadas (APP)** pueden implicar acuerdos en los que el sector público aportaría algunos recursos, como podrían ser los terrenos o predios públicos donde se instalen los puntos de carga.

20. Necesidad de incentivar la demanda de vehículos eléctricos para que el negocio de carga pública sea rentable

Una de las barreras económicas que potencialmente dificultan el despliegue a gran escala de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos en Colombia está relacionada con la necesidad de **encontrar dinamizadores de la demanda de vehículos eléctricos**²⁹. Esto hecho es debido a que el negocio que existe en torno a la carga pública puede enfrentar dificultades económicas debido a la falta de suficientes usuarios de vehículos eléctricos que requieran utilizar estas estaciones de carga.

Para superar esta barrera y fomentar la adopción de vehículos eléctricos, es esencial implementar dinamizadores de la demanda. Estos dinamizadores pueden incluir medidas como bonos a la compra de

²⁷ A partir del 1o. de enero del 2000 se establece el límite de 0.1 MW o 55 MWh para que un usuario pueda contratar el suministro de energía en el mercado competitivo.

²⁸ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

²⁹ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

vehículos, acceso a créditos muy favorables para la adquisición, programas de cambio de vehículos del sector público, incentivos a la instalación de infraestructura de carga, entre otros. Algunas de estas medidas, ya han sido implementadas en Colombia, con el objetivo de **incentivar a los consumidores a adoptar vehículos eléctricos**. No obstante, para conseguir el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga, es necesario ampliar la tipología de incentivos para hacer que la compra de estos vehículos o la instalación de la infraestructura sea más atractiva desde una perspectiva financiera.

Al aumentar la demanda a través de estos dinamizadores, se crea una masa crítica de usuarios que requieren cargar, lo que a su vez hace que el negocio de carga pública sea más rentable. **Los inversionistas privados y las empresas dedicadas a la infraestructura de carga estarán más dispuestos a invertir y expandir esta infraestructura si hay una demanda sólida de vehículos eléctricos que necesitan cargar**. Por lo que, desde el punto de vista de un modelo de negocio con inversión privada, una de las opciones posibles podría ser esperar a que la demanda logre viabilizar financieramente el modelo de negocio o a que se implementen apoyos financieros por parte del sector público.

Por otro lado, otro mecanismo que podría ayudar a rentabilizar los modelos de negocio en torno a la infraestructura de carga sería **incentivar la instalación de puntos de generación renovable en las proximidades de estas estaciones de carga de vehículos eléctricos**. Este mecanismo podría reducir los costos asociados a la compra de electricidad, así como ayudaría a generar una imagen más sostenible de la estación de carga que podría finalmente, aumentar la demanda en dichas estaciones al atraer el segmento de usuarios de vehículos eléctricos que están más comprometidos con el medio ambiente.

En resumen, superar la barrera económica de la falta de demanda requiere medidas específicas para estimular la adopción de vehículos eléctricos y, a su vez, **promover la rentabilidad del negocio de carga pública** en Colombia.

1.4. Principales barreras políticas identificadas:

21. Necesidad de una visión global de la infraestructura de carga en Colombia

La ausencia de una visión global de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia representa una barrera política significativa para el despliegue a gran escala de esta infraestructura en el país³⁰. Esta barrera se caracteriza por la **falta de una estrategia coherente y a largo plazo por parte de las autoridades colombianas que abarque simultáneamente todos los aspectos asociados a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos, la adopción de dichos vehículos y particularmente, defina unos objetivos específicos de despliegue de infraestructura de carga**.

Una de las principales consecuencias de esta ausencia de estrategia nacional es la **falta de coordinación entre diferentes actores** que participan en el sector, como el gobierno central, las autoridades locales, las empresas y otros interesados. Sin una dirección clara y una estrategia integral, es difícil lograr una expansión eficiente y efectiva de la infraestructura de carga en todo el país. En este sentido, cobra especial relevancia **la definición de las obligaciones, responsabilidades y derechos** de cada una de las entidades públicas, empresas y usuarios que participan en el desarrollo de la movilidad eléctrica y la infraestructura de carga. De esta forma, la ausencia

³⁰ Barrera identificada en la Memoria Justificativa del Proyecto de Resolución emitido por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia “*por el cual se establecen las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables*” y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas

de esta estrategia, entre otros aspectos, podría resultar en la **duplicación de esfuerzos, la inversión ineficiente de recursos y la falta de uniformidad** en la calidad y la **accesibilidad** de las estaciones de carga en las diferentes regiones de Colombia.

Además, la falta de una visión global puede llevar a una falta de claridad en cuanto a los objetivos a largo plazo y las metas de desarrollo de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, así como, que no se perciba de forma clara, la planeación desde la política pública de transporte hacia la movilidad eléctrica. En este sentido, la **ausencia de metas claras y de una hoja de ruta puede desalentar a las empresas y a los inversionistas** de participar en el despliegue de infraestructura, ya que no tienen una visión clara de las oportunidades y los beneficios que podrían obtener a largo plazo.

Otro aspecto importante es que la falta de una visión global puede **dificultar la planificación y la asignación de recursos**. Sin una estrategia unificada, es complicado determinar qué áreas geográficas o corredores de transporte deben ser prioridad para la instalación de estaciones de carga, lo que puede llevar a desequilibrios en la disponibilidad de infraestructura.

Para superar esta barrera, es esencial que el Gobierno de Colombia desarrolle una visión integral y a largo plazo para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en el país. Esto debería incluir la **definición de objetivos claros, la identificación de ubicaciones estratégicas, la coordinación entre diferentes niveles de gobierno y la promoción de la inversión privada**. Una visión global proporcionaría la dirección necesaria para impulsar un despliegue más efectivo y equitativo de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, lo que a su vez fomentaría una transición más rápida hacia una movilidad sostenible.

22. Dificultad en la coordinación entre el nivel de compromiso de las autoridades locales al despliegue de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico

La falta de coordinación entre el nivel de compromiso de las autoridades locales en el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos es una barrera política significativa que afecta la adopción de la movilidad eléctrica en Colombia³¹. Esta **falta de coordinación** se manifiesta debido a que hay una variación significativa en el nivel de compromiso mostrado por las autoridades locales, lo que resulta en **diferentes enfoques en la instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos**.

Un pequeño número de ciudades han estado muy comprometidas con la agenda asociada a la Estrategia de Movilidad Eléctrica desde hace varios años y, como resultado, han desarrollado una mayor infraestructura de recarga de vehículos eléctricos. Entre estas ciudades se encuentran: Bogotá, Medellín, Pereira, Armenia, Cali y Envigado. Sin embargo, persisten diferencias significativas en los niveles de compromiso entre estas ciudades

Sin embargo, otras ciudades de Colombia **aún no han explorado seriamente la provisión de infraestructuras públicas de recarga o recientemente, han empezado a hacerlo**. Por lo que el despliegue de infraestructura de carga supone un reto para estas autoridades locales.

A nivel nacional, la falta de compromiso uniforme de las autoridades locales crea desafíos para el despliegue a gran escala de la red de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. Para lograr una transición efectiva hacia la movilidad eléctrica, **es necesario un enfoque coordinado y una inversión estratégica en infraestructura a nivel nacional**. Esto implica la necesidad de establecer objetivos y estándares nacionales

³¹ Elaboración propia con base en otras buenas prácticas internacionales identificadas a partir del documento (CENEX, 2021)

para la infraestructura de carga, lo que permitiría un **despliegue más equitativo y eficiente** en todo el país y promovería una transición más rápida hacia una movilidad eléctrica sostenible.

En última instancia, la **falta de coordinación en la provisión de infraestructura de carga puede influir en la decisión de las personas de adquirir un vehículo eléctrico**. Las personas que viven en áreas con poca infraestructura de carga pueden encontrar más difícil y menos conveniente utilizar un vehículo eléctrico en comparación con aquellos que viven en áreas bien atendidas. Para abordar esta barrera política, es fundamental que el **gobierno colombiano trabaje en estrecha colaboración con las autoridades locales y establezca políticas que fomenten una inversión equitativa y una expansión coherente** de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en todo el país.

23. Necesidad de políticas de financiamiento público específicas para el desarrollo de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia

Una de las barreras políticas que obstaculiza el despliegue efectivo es la falta de políticas específicas que habiliten el acceso a financiación pública para esta tipología de proyectos³². A pesar del creciente interés en la movilidad eléctrica y la necesidad de desarrollar una infraestructura de carga robusta, **la posible ausencia de un marco regulatorio y financiero sólido**, así como de **directrices claras para acceder a la financiación**, ha generado una serie de desafíos que han desincentivado el interés del sector privado para invertir en infraestructura de carga.

Esta barrera política tiene un **impacto directo en la velocidad y la escala del despliegue** de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. La infraestructura de carga es esencial para respaldar la adopción de vehículos eléctricos y acelerar la transición hacia una movilidad más sostenible. **Sin el acceso adecuado a financiamiento público específico**, es posible que no se alcance los niveles deseados de despliegue de movilidad eléctrica.

Para abordar esta barrera política, es esencial que se **desarrollen políticas claras y específicas que faciliten el acceso a financiamiento público para proyectos de infraestructura de carga de vehículos eléctricos**. Estas políticas pueden incluir, sin limitar a la definición de otros, la asignación de fondos gubernamentales específicos, la creación de incentivos fiscales, la colaboración con el sector privado para impulsar la expansión de la infraestructura de carga o establecer garantías del Gobierno para proporcionar respaldo financiero o asegurar ciertos aspectos de un proyecto de inversión basado en el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos. El propósito principal de estas garantías es reducir el riesgo percibido por los inversionistas y prestamistas privados al financiar proyectos de este tipo.

24. Necesidad de Planes de Ordenación Territorial que fomenten la inclusión a la carga en vía pública, así como, disponibilidad específica de espacio público para la instalación de cargadores de vehículos eléctricos

Una importante barrera política que dificulta el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos es la ausencia de consideraciones específicas sobre la carga en vía pública en los Planes

³² Elaboración propia con base en otras buenas prácticas internacionales identificadas a partir del documento (IDB, 2021)

de Ordenación Territorial³³. Esta **falta de reconocimiento de la necesidad de espacios adecuados para la infraestructura y el estacionamiento de vehículos eléctricos limita la capacidad de planificación y desarrollo de una red de carga pública efectiva en entornos urbanos y rurales.**

La omisión de la carga en vía pública en los Planes de Ordenación Territorial podría **no dar las señales necesarias a los agentes** que quieran entrar en el mercado de la carga de vehículos eléctricos, al detectarse una **falta de prioridad a la movilidad eléctrica en la planificación a largo plazo de las áreas geográficas.**

Esta barrera se agrava por la falta de disponibilidad específica de espacio público designado para la instalación de cargadores de vehículos eléctricos. Sin áreas definidas o directrices claras sobre dónde pueden ubicarse las estaciones de carga, los agentes involucrados pueden enfrentar dificultades para tomar decisiones informadas sobre la ubicación de los cargadores ya sea en vías públicas y/o en ubicaciones estratégicas del país. Esto puede dar lugar a la **instalación de estaciones de carga en lugares menos estratégicos desde el punto de vista de la demanda o la infraestructura eléctrica, lo que a su vez puede resultar en una cobertura insuficiente o desequilibrada de la red de carga.**

Para abordar estas barreras, es esencial que los **Planes de Ordenación Territorial reconozcan la importancia de la carga de vehículos eléctricos y la integren en sus planes de desarrollo.** Esto debería incluir la identificación de áreas prioritarias para la instalación de cargadores en vía pública y la definición de políticas y regulaciones que orienten a los agentes sobre la ubicación estratégica de las estaciones. Además, se puede fomentar la colaboración entre el sector público y privado para identificar y desarrollar sitios adecuados para la infraestructura de carga. En este sentido, se contribuiría significativamente a garantizar una infraestructura de carga accesible y efectiva que respalde la adopción de vehículos eléctricos y promueva una movilidad más sostenible en Colombia.

1.5. Principales barreras sociales identificadas

25. Necesidad de reforzar la difusión de los beneficios asociados con la movilidad eléctrica fortaleciendo una mayor concienciación de la sociedad

La **ausencia de conocimiento generalizado de la población** en relación con los objetivos de movilidad eléctrica establecidos en el país y los beneficios tributarios asociados al vehículo eléctrico y a la infraestructura de carga, constituye una barrera social relevante para el despliegue exitoso de esta infraestructura³⁴. Esta barrera se caracteriza por **la falta de información y conciencia pública sobre los esfuerzos y las ventajas**, principalmente económicas y medioambientales, relacionadas con la movilidad eléctrica y su infraestructura de carga en el contexto nacional, que podrían suponer un **desarrollo de la movilidad eléctrica como filial económica del país.** La **difusión de los beneficios asociados a la movilidad eléctrica implicaría la capacitación de la mano de obra nacional y el incentivo del empleo local y de la industria manufacturera colombiana.**

³³ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

³⁴ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.

Una de las principales consecuencias de esta ausencia de conocimiento es la **falta de apoyo y participación activa de la población en la transición hacia la movilidad eléctrica**, lo que resulta en una falta de interés en la adopción de vehículos eléctricos y la inversión en infraestructura de carga.

De esta forma, la falta de conocimiento también podría generar malentendidos, **preocupaciones infundadas sobre la movilidad eléctrica** o incluso, **un uso inadecuado de la infraestructura de carga por parte de los usuarios**. Un ejemplo de ello puede ser, la generación de dudas sobre la disponibilidad de cargadores o la confiabilidad de los vehículos eléctricos. Esto hecho podría **desalentar a las personas de considerar esta opción como una alternativa viable para sus necesidades de transporte**.

Para superar esta barrera, es fundamental llevar a cabo **campañas de concienciación pública efectivas y educativas sobre la movilidad eléctrica y sus múltiples beneficios** tanto a nivel económico como medioambientales. Estas campañas deben destacar los objetivos gubernamentales relacionados con la movilidad eléctrica y los incentivos económicos y fiscales disponibles asociados a los vehículos y a la infraestructura de carga. Además, se puede promover la educación sobre los vehículos eléctricos y la red de carga a través de programas educativos en escuelas y colaboraciones con medios de comunicación y organizaciones comunitarias.

Una vez la población tenga un mayor conocimiento y comprensión de los objetivos y beneficios de la movilidad eléctrica, es más **probable que se apoye activamente la transición hacia vehículos eléctricos y la expansión de la infraestructura de carga**. Esta conciencia pública puede desempeñar un **papel crucial en la aceleración del despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos** en Colombia y en la consecución de los objetivos de movilidad eléctrica del país.

26. Necesidad de reforzar la capacitación profesional específica en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia

La falta de capacitación profesional específica en torno a la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos es una barrera social que afecta a diversos agentes en el ámbito de la movilidad eléctrica y por tanto, a aquellos que están involucrados en el sector energético y del transporte, entre otros³⁵. Esta barrera se caracteriza por la falta de **conocimientos actualizados y habilidades específicas relacionadas con la infraestructura de carga de vehículos eléctricos**, lo que dificulta la toma de decisiones informadas y el avance de proyectos relacionados con el despliegue de infraestructura de carga en el país.

Una de las posibles consecuencias de esta falta de educación y actualización profesional es que la ausencia de **políticas efectivas y estrategias de desarrollo** de infraestructura de carga o la definición de unas primas de riesgo elevadas debido al desconocimiento de la tecnología asociada a los proyectos de despliegue de infraestructura de carga. Además, aquellos agentes que estén indirectamente involucrados en la movilidad eléctrica o que recientemente se hayan incorporado al sector, pueden **carecer de las habilidades y el conocimiento necesarios para instalar, mantener y operar eficientemente las estaciones de carga de vehículos eléctricos**. Esto puede resultar en ineficiencias operativas, falta de mantenimiento adecuado y, en última instancia, en una experiencia deficiente para los usuarios de vehículos eléctricos.

Para abordar esta barrera, es fundamental **implementar programas de capacitación y desarrollo profesional dirigidos a los diferentes agentes involucrados en la movilidad eléctrica**. De forma adicional, es habitual en

³⁵ Barrera identificada en el documento (USAENE, 2022) y complementada en base a las mejores prácticas internacionales identificadas.



otras jurisdicciones **fomentar la transferencia de conocimiento entre las asociaciones, instituciones educativas, empresas del sector y organizaciones gubernamentales para crear programas de formación y actualización profesional específicos** sobre la infraestructura de carga de vehículos eléctricos.

La educación y la capacitación adecuadas en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos desempeñan un papel crucial en la promoción de una movilidad eléctrica eficiente y exitosa en el país. Esta inversión en conocimiento y habilidades puede contribuir significativamente a superar la barrera y acelerar la adopción de vehículos eléctricos y el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga en Colombia.

2.- Identificación y actualización de posibles requerimientos en la regulación actual relacionadas con la infraestructura de recarga del vehículo eléctrico

La implementación de requisitos regulatorios efectivos es esencial para superar las múltiples barreras técnicas, regulatorias, de mercado y financieras, políticas y sociales identificadas en la actividad anterior y que actualmente dificultan el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia.

En primer lugar, es una buena práctica establecer regulaciones y directrices con objeto de mitigar **incertidumbres y obstáculos técnicos** a los que se enfrentan los agentes que quieren participar en el sector de la movilidad eléctrica. Al establecer **estándares claros y uniformes para la instalación y operación** de cargadores, se **proporciona la certeza necesaria para atraer inversiones y planificar proyectos** de manera más efectiva, entre otros aspectos.

Adicionalmente, establecer regulaciones en torno al despliegue de la infraestructura de carga también puede fomentar la equidad y la accesibilidad al asegurar que la infraestructura de carga esté disponible para todos los usuarios, incluidos aquellos con recursos económicos limitados. Además, al promover la **interoperabilidad** y la **estandarización** con la regulación se puede impulsar la competencia y la innovación en el mercado de la infraestructura de carga, lo que a su vez beneficia a los consumidores.

En segundo lugar, la regulación puede incentivar a que se aborden las barreras de mercado y financieras identificadas, al establecer mecanismos claros para la **recuperación de costos de inversión** en infraestructura de carga. Esto ayuda a que los propietarios de la infraestructura no enfrenten cargas financieras excesivas y permite una planificación a largo plazo más sólida. Asimismo, la regulación puede influir en la **fijación de tarifas eléctricas adecuadas**, así como fomentar **incentivos económicos** para promover la inversión en infraestructura de carga.

En tercer lugar, desde una perspectiva regulatoria y política, la regulación puede ayudar a abordar la falta de normativas y políticas coherentes que a menudo podrían contribuir a la fragmentación y la incertidumbre en el mercado de la infraestructura de carga. Al establecer **marcos regulatorios claros y coherentes a nivel nacional y/o regional**, se proporciona una base sólida para el crecimiento sostenible de la infraestructura de carga.

En este sentido y con base en la revisión de los estudios previos realizados, así como otras buenas prácticas internacionales, en este apartado se **detallan las principales conclusiones obtenidas del análisis realizado** para **identificar y actualizar los requerimientos necesarios que se recomendaría aplicar a la regulación actual de Colombia** relacionados con el despliegue a gran escala de la infraestructura de recarga de vehículo eléctrico en el país:

Nº	Descripción de la regulación
1	Diseñar un marco general para normalizar la cadena de valor asociada a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos
2	Revisar y actualizar las políticas energéticas existentes que tienen relación con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico
3	Revisar y actualizar las políticas de ordenación territorial existentes que tienen relación con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico

Nº	Descripción de la regulación
4	Revisar y actualizar las políticas de construcción de nuevas edificaciones que tienen relación con la infraestructura de carga de vehículo eléctrico
5	Revisar el marco de política tributaria para definir la tributación asociada a los servicios asociados a la infraestructura de carga y el régimen fiscal
6	Revisar el marco de políticas y directrices que aborden medidas específicas basadas en incentivos públicos para el despliegue de infraestructura de carga en Colombia
7	Fomento de la reglamentación de Fondos gubernamentales con el objeto de incentivar el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos.
8	Esquemas de remuneración mediante tarifas minoristas de electricidad para la carga de vehículos eléctricos
9	Diseñar un marco regulatorio que establezca los estándares y requerimientos necesarios para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos
10	Directrices y acciones específicas para reforzar la concienciación y capacitación de los agentes que conforman el sector asociado a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia

Fuente: elaboración propia

2.1 Requerimientos regulatorios:

1. Diseñar un marco general para normalizar la cadena de valor asociada a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos

El diseño de un marco normativo general para normalizar la cadena de valor asociada a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos es esencial para brindar claridad y coherencia en el desarrollo de esta actividad. A continuación, con base en el análisis de los estudios previos, así como otras buenas prácticas, se detallan algunos de los elementos que se deben definir, como mínimo, dentro de este marco general:

- (i) **Definición y alcance de la actividad** relacionada con el sistema de infraestructura de carga. Esto puede incluir la instalación, operación, mantenimiento y gestión de estaciones de carga eléctrica.
- (ii) **Entidades y personas físicas sujetas a la normativa** aplicable a la actividad de infraestructura de carga. Se aconseja especificar quiénes son los actores involucrados en la cadena de valor de la infraestructura de carga, como los propietarios y operadores de los puntos de recarga, proveedores de servicios de carga, fabricantes de equipos de carga, etc.
- (iii) **Requisitos para que las entidades y particulares puedan desarrollar la actividad** asociada a la infraestructura de carga. Esto puede incluir licencias, permisos, certificaciones, requisitos técnicos y financieros, entre otros. Si bien es cierto, que en la Resolución 40223 “Por el cual se establecen las condiciones mínimas de estandarización y de mercado para la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables”, así como en el Proyecto de Resolución “Por el cual se establecen las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables” se definen criterios generales sobre la tipología de personas que pueden desarrollar las diferentes actividades que envuelven al ecosistema de la infraestructura de carga (prestador de servicio, operador, proveedor de servicios, etc), se recomienda incluir criterios mínimos que garanticen la calidad y seguridad en el desarrollo de dichas actividades y servicios, como por ejemplo, que la instalación del punto de recarga deba ser realizada por un técnico autorizado, que cuente con la formación y experiencia necesarias, así como, podría establecerse la necesidad de contar con una acreditación eléctrica que acredite la legalidad de la instalación.

- (iv) **Obligaciones, responsabilidades y derechos de las entidades y personas físicas** que desarrollan la actividad. Un ejemplo de las mismas puede ser: definir objetivos claros de despliegue de infraestructura de carga, identificar áreas prioritarias para la instalación de los puntos de carga, mantener la disponibilidad y la seguridad de las estaciones de carga, garantizar la transparencia en la fijación de precios y cumplir con estándares técnicos y de seguridad. También, se **deben establecer los derechos y responsabilidades de los consumidores** de servicios de carga eléctrica.
- (v) Entidades encargadas de la **supervisión, seguimiento y regulación**. Estas entidades deben contar con la autoridad y los recursos necesarios para hacer cumplir la normativa, monitorizar el desempeño de la actividad y garantizar un funcionamiento adecuado del mercado. Si bien es cierto, este elemento estaría cubierto ya que en el Proyecto de Resolución “*Por el cual se establecen las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables*” se define al Ministerio de Minas y Energía o la entidad que este delegue, para ejercer la vigilancia y el control de las condiciones de interoperabilidad para la estación de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables, así como a la CREG como entidad reguladora.

En resumen, un marco normativo general sólido y completo para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos habilitará crear un ambiente efectivo y equitativo que incentive el despliegue de la infraestructura de carga eléctrica en Colombia, al mismo tiempo que garantiza la seguridad y la calidad de los servicios para los usuarios finales.

2. Revisar y actualizar las políticas energéticas existentes que tienen relación con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico

La revisión y actualización de las políticas energéticas en el contexto del despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos es un paso crucial para fomentar la adopción de la movilidad eléctrica y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. A continuación, con base en el análisis de los estudios previos, así como en otras buenas prácticas, se detallan algunos de los elementos que se deberían considerar al actualizar estas políticas en Colombia. Se incluyen, sin limitar a la definición de otros posibles:

- (i) Revisar la **regulación que asigna los incentivos al transporte** con objeto de que sea más discriminativa y esté en **concordancia con los niveles de emisiones que cada tecnología** de propulsión vehicular supone para el medio ambiente.
- (ii) Evaluar la modificación de la **regulación que asigna los incentivos actuales relacionados con el uso de gas natural vehicular y los vehículos híbridos no enchufables**.
- (iii) Desarrollo de **regulación para reducir el atractivo de los vehículos con tecnologías convencionales**. Se pueden implementar políticas como penalizaciones, impuestos o medidas como aumentar el costo de propiedad y operación de estos vehículos.
- (iv) Nuevas **estructuras tarifarias eléctricas que apliquen a la carga de los vehículos eléctricos**, tanto si el consumo se realiza en infraestructuras de carga pública como privada. Esto podría incluir tarifas diferenciadas por tiempo de uso o tarifas que contemplen las necesidades particulares para la carga de vehículos eléctricos.

Considerando la relevancia de este requerimiento regulatorio, se desarrolla con mayor profundidad este mecanismo en un apartado particular de esta tarea llamado “8. *Esquemas de remuneración mediante tarifas minoristas de electricidad para la carga de vehículos eléctricos*”.

Si bien es cierto, que en la Resolución 40223 *“Por el cual se establecen las condiciones mínimas de estandarización y de mercado para la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables”*, se contempla que la CREG revisará y analizará la pertinencia de establecer condiciones especiales para la medición diferenciada del consumo de energía destinada para la carga de vehículos eléctricos o híbridos enchufables. Adicionalmente, en la Resolución CREG 171 de 2021, por la cual se establecen las condiciones para la medición diferenciada de consumos de energía en cumplimiento del inciso 3o del artículo 49 de la Ley 2099 de 2021, se resuelven algunas particularidades para el servicio de carga de vehículos eléctricos. Entre dichas particularidades, se estableció lo siguiente *“no estarán sujetos a la contribución prevista en el Artículo 47 de la Ley 143 de 1994, el Artículo 89.1 de la Ley 142 de 1994 y demás que lo complementen, modifiquen o sustituyan, respecto de la energía que efectivamente destinen a la carga o propulsión de vehículos eléctricos o sistemas eléctricos de transporte masivo de pasajeros”*. De este modo, con dicha medida se proporciona un incentivo a los vehículos eléctricos. No obstante lo anterior, a la fecha de este documento, no se ha identificado una tarifa eléctrica en Colombia que contemple las necesidades de la carga de vehículos eléctricos.

- (v) Revisión de los **procedimientos y requisitos de acceso y conexión a la red** para la integración de la infraestructura de carga a la red eléctrica existente definidos en el RETIE, que asegure la calidad de la red eléctrica, una regulación más estándar y transparente y, a su vez, fomente la eficiencia durante el proceso de solicitudes que tienen que realizar los agentes para instalar los cargadores. Dicha eficiencia se habilitará mediante la definición de las responsabilidades de cada uno de los agentes que participan en el proceso de solicitud, así como la coordinación que tiene que existir entre los mismos.

Si bien es cierto, que en la Resolución 40223 *“Por el cual se establecen las condiciones mínimas de estandarización y de mercado para la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables”*, se contempla que la CREG revisará y analizará los procedimientos de conexión de Estaciones de carga. No obstante lo anterior, a la fecha de este documento, no se ha identificado una actualización en los procedimientos y requisitos de acceso y conexión a la red en Colombia.

- (vi) Desarrollo de **mecanismos y requisitos para garantizar los sistemas de comunicaciones para la gestión de carga** asociada a la infraestructura de carga, con el objetivo de definir la comunicación y coordinación que es necesaria para la gestión de carga entre los operadores de red, usuarios de vehículos eléctricos y proveedores de servicios.
- (vii) Desarrollo de **requisitos y políticas que regulen los flujos bidireccionales de energía** entre la infraestructura de carga y la red eléctrica, facilitando la incorporación de vehículos eléctricos como recursos para la respuesta a la demanda y el almacenamiento de energía.
- (viii) Establecer mecanismos para **incentivar el despliegue de infraestructura de carga en áreas donde la demanda** de vehículos eléctricos, **la accesibilidad o la población sean reducidas**, pero el Gobierno considere que es una zona estratégica o relevante para el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga en Colombia. Un mecanismo posible puede ser la definición del marco regulatorio que reconozca a la infraestructura de carga como activos retribuibiles para los distribuidores de electricidad de Colombia.

En resumen, la actualización de las políticas energéticas para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos debe ser integral y coherente con los objetivos de reducción de emisiones y promoción de la movilidad eléctrica.

3. Revisar y actualizar las políticas de ordenación territorial existentes que tienen relación con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico

La revisión y actualización de las políticas de ordenación territorial es fundamental para incentivar el despliegue efectivo de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en espacios públicos. A continuación, en base al análisis de los estudios previos, así como en otras buenas prácticas, se detallan algunos de los elementos que se deberían considerar al actualizar estas políticas en Colombia. Se incluyen, sin limitar a la definición de otros posibles:

- (i) Desarrollar una **normativa técnica específica sobre políticas de uso del suelo** para la instalación de cargadores de vehículos eléctricos en espacios públicos. Esta normativa debe considerar aspectos como, por ejemplo, el diseño de las estaciones de carga para que tengan un **impacto visual y ambiental reducido**, así como, una **integración armoniosa en el entorno**. Si bien es cierto, la Ley 1964 de 2019, *“Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones”*, establece que los municipios quedarán facultados para desarrollar infraestructura de carga de vehículos eléctricos en su espacio público, por lo que serían los municipios quienes estarían facultados para el desarrollo de la normativa mencionada.
- (ii) Definir mecanismos que permitan a los operadores y empresas de infraestructura de carga **acceder a espacios públicos para la instalación de cargadores de vehículos eléctricos a un costo preferencial o incluso a costo cero**. Esto puede incluir acuerdos de concesión, licencias especiales o permisos que fomenten el despliegue de la infraestructura de carga en áreas públicas.
- (iii) Realizar una **revisión de los Planes de Ordenación Territorial (POT)** existentes para garantizar que se **incluya la infraestructura de carga eléctrica** en la planificación urbana y territorial. Esto implica la **identificación de áreas específicas** donde se debe permitir y fomentar la instalación de cargadores en la vía pública, como por ejemplo podrían ser los nodos de transporte principales de Colombia (aeropuertos, estación de tren o buses, etc).
- (iv) Establecer **políticas que promuevan** la instalación de infraestructura pública de recarga en **ubicaciones estratégicas** para Colombia, como áreas de alta densidad de tráfico, zonas comerciales o áreas residenciales. Además, definir los requisitos técnicos y de accesibilidad para la instalación de puntos de carga en estos lugares públicos.

Si bien es cierto que la Ley 1964 de 2019, *“Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones”*, establece la instalación de un número mínimo de estaciones de carga rápida en los municipios de Colombia, en la fecha de elaboración de este informe no se han identificado disposiciones que propongan zonas públicas específicas donde se deberían instalar estas infraestructuras de carga.

Estas políticas de ordenación territorial pueden contribuir significativamente al despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos al crear un marco regulatorio que facilite la instalación de cargadores en espacios públicos.

4. Revisar y actualizar las políticas de construcción de nuevas edificaciones que tienen relación con la infraestructura de carga de vehículo eléctrico, así como la adaptación de otros espacios de acceso público existentes

La revisión y actualización de las políticas de construcción de nuevas edificaciones en relación con la infraestructura de carga de vehículos eléctricos es fundamental para facilitar la adopción de la movilidad

eléctrica y el despliegue de la infraestructura de carga. A continuación, en base al análisis de los estudios previos, así como de otras buenas prácticas, se detallan algunos de los elementos que se deberían considerar al actualizar estas políticas en Colombia. Se incluyen, sin limitar a la definición de otros posibles:

- (i) Establecer mandatos que requieran la **incorporación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en edificios nuevos**, especialmente en estacionamientos y garajes. Esto puede incluir la obligación de instalar una cierta cantidad de parqueadores de carga eléctrica en proporción al número de plazas de estacionamiento disponibles en el edificio.

Si bien es cierto que la Ley 1964 de 2019, *“Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones”*, establece que las autoridades de planeación de los distritos y municipios de categoría especial, 0, 1, 2 y 3 junto con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, reglamentarán los lineamientos técnicos necesarios para garantizar que los edificios de uso residencial y comercial cuenten con una acometida de electricidad para carga o el repostaje de vehículos eléctricos, a fecha de elaboración de este informe, no se han identificado dichos lineamientos.

- (ii) Desarrollar mecanismos que establezcan unas **cuotas mínimas de parqueadores para vehículos eléctricos en las nuevas edificaciones**.

- (iii) Definir **procedimientos administrativos claros y simplificados que faciliten la obtención de permisos** de acceso para la instalación de estaciones de carga en edificios nuevos. Como se ha mencionado anteriormente, la CREG tiene previsto revisar y analizar los procedimientos de conexión de estaciones de carga. No obstante lo anterior, a la fecha de este documento, no se ha identificado una actualización en los procedimientos y requisitos de acceso y conexión a la red en Colombia.

- (iv) Establecer **requisitos técnicos y estándares de seguridad para la instalación de estaciones de carga en edificios nuevos**. Esto puede incluir la definición de espacio físico mínimo que deben de tener los elementos como armarios eléctricos, tableros de control y ductos para que se pueda acomodar la carga adicional requerida de los vehículos eléctricos.

Si bien es cierto que en la Resolución 40223 *“Por el cual se establecen las condiciones mínimas de estandarización y de mercado para la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables”*, se contempla que las estaciones de carga deberán cumplir con todas las condiciones de seguridad establecidas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, dado el componente de singularidad que disponen las estaciones de carga, así como de su uso continuo por usuarios particulares, se recomienda la revisión de dichas condiciones de seguridad definidas, con el objeto de identificar requisitos singulares que podrían necesitar las estaciones de carga.

La incorporación de estos elementos en las políticas de construcción de nuevas edificaciones puede acelerar el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. Adicionalmente, estas políticas son clave para asegurar que los **edificios nuevos estén preparados para satisfacer las necesidades de la movilidad eléctrica en el futuro, contribuyendo así de forma indirecta a la reducción de sobrecostos** ya que el dimensionamiento de la red eléctrica de las nuevas edificaciones ya contaría con la instalación de la infraestructura de carga.

5. Revisar el marco de política tributaria para definir la tributación asociada a los servicios asociados a la infraestructura de carga y el régimen fiscal

Revisar el marco de política tributaria es un paso importante para incentivar el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, ya que puede afectar directamente a la viabilidad económica y a la adopción de los servicios asociados a la carga de los vehículos. A continuación, en base al análisis de los estudios previos, así como de otras buenas prácticas identificadas, se detallan algunas medidas regulatorias relacionadas con la tributación y el régimen fiscal para fomentar el despliegue de la infraestructura de carga en Colombia:

- (i) Desarrollar el mecanismo regulatorio que habilite la **reducción del Impuesto al Valor Agregado (IVA)** que se aplica actualmente (19%) al servicio de carga eléctrica, así como a la instalación de la infraestructura y sus equipos conexos.
- (ii) Establecer un mecanismo de **exención o la reducción de los aranceles e impuestos a la importación de equipos y componentes** necesarios directa o indirectamente para la instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Esta medida reducirá los costos iniciales para los operadores y promoverá la inversión en infraestructura de carga. No obstante lo anterior, la compra de infraestructura de carga, así como los vehículos eléctricos están exentos de dicho arancel en Colombia.
- (iii) Desarrollar **incentivos fiscales a los agentes encargados de la construcción de los nuevos edificios** que incluyan infraestructura de carga de vehículos eléctricos en sus proyectos.

6. Revisar el marco de políticas y directrices que aborden medidas específicas basadas en incentivos públicos para el despliegue de infraestructura de carga en Colombia

La revisión del marco de política tributaria debe ser parte de una estrategia más amplia para promover la movilidad eléctrica y el despliegue de la infraestructura de carga. En este sentido, en la actividad desarrollada en este entregable, llamada “5.- Identificación y actualización de los incentivos públicos, así como su impacto para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos” se profundizará en los incentivos públicos que pueden habilitarse para el despliegue de la infraestructura de carga en Colombia.

La revisión del marco de políticas y directrices colombianas que aborden medidas específicas basadas en incentivos públicos para la infraestructura de carga es fundamental para facilitar la adopción de la movilidad eléctrica y el despliegue de la infraestructura de carga. A continuación, en base al análisis de los estudios previos, así como al conocimiento, estudios y experiencias realizadas por el equipo consultor, se detallan algunos de los elementos que se deberían considerar al actualizar estas políticas en Colombia. Se incluyen, sin limitar la definición de otras:

- (i) Desarrollo de políticas específicas que consideren la **planificación de procedimientos y requisitos** que apliquen particularmente a proyectos asociados con la infraestructura de carga. Esto implica tener en cuenta los mecanismos adoptados por las autoridades públicas para promover la infraestructura de carga de acceso público. En este sentido, el objetivo de estas políticas específicas será promover la ejecución de proyectos de infraestructura de carga mediante incentivos públicos.

En el marco de estas políticas, para determinar los procedimientos y los requisitos a cumplir por los agentes que quieran acceder a dichos incentivos, se puede realizar a través de: (i) **autorizaciones directas para el despliegue de infraestructura de carga pública, y (ii) procesos de licitación pública.**

- (ii) Desarrollo de políticas específicas que consideren los **mecanismos de financiamiento de la infraestructura de carga mediante fondos públicos** para respaldar su despliegue.

Estas políticas requerirían el desarrollo de pautas claras para acceder a la financiación pública, así como procedimientos de verificación y cumplimiento para otorgar la financiación de manera eficiente y transparente.

- (iii) Desarrollo de **directrices comunes que establezcan requisitos adicionales** para el despliegue y operación de la infraestructura de carga pública financiada o respaldada por las autoridades públicas.

Estas directrices pueden incluir estándares técnicos, criterios de ubicación estratégica y consideraciones ambientales para garantizar un despliegue eficaz y sostenible.

En resumen, la revisión y desarrollo de políticas y directrices basadas en incentivos públicos son esenciales para impulsar el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia.

7. Fomento de la reglamentación de Fondos gubernamentales con el objeto de incentivar el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos.

La posibilidad de **reglamentar el acceso a diferentes** Fondos Gubernamentales es un paso esencial para fomentar con créditos económicos el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. Este proceso debería abordar específicamente la **inclusión de proyectos relacionados con la infraestructura de carga de vehículos eléctricos y asegurar que estos proyectos tengan acceso a los fondos económicos**. A continuación, en base al análisis de los estudios previos, así como de otras buenas prácticas identificadas, se detallan, algunos de los puntos clave que podrían considerarse a la hora de reglamentar el acceso a un posible Fondo Gubernamental:

- (i) La modificación debe especificar de manera clara y explícita que los proyectos relacionados con la infraestructura de carga de vehículos eléctricos son elegibles para acceder a los fondos.
- (ii) La modificación puede establecer los **criterios de elegibilidad** que los proyectos de infraestructura de carga deben cumplir para acceder a los fondos. Esto podría incluir requisitos técnicos, medioambientales y financieros, así como plazos y procedimientos de solicitud.
- (iii) Deben definirse **procedimientos claros y transparentes** para la presentación de solicitudes de financiamiento para proyectos de infraestructura de carga. Esto podría incluir la documentación necesaria, los plazos de presentación y los procesos de revisión y aprobación.
- (iv) Se debe establecer un proceso claro de **coordinación entre la entidad que financie el Fondo y las entidades gubernamentales** relevantes responsables de la promoción y regulación de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico.

En las diferentes entrevistas se ha identificado que un posible Fondo Gubernamental podría ser el Fondo de Ascenso Tecnológico. En resumen, esta medida es un paso clave para garantizar que los proyectos de infraestructura de carga de vehículos eléctricos tengan acceso a financiamiento y apoyo adecuados en Colombia.

8. Esquemas de remuneración mediante tarifas minoristas de electricidad para la carga de vehículos eléctricos

Establecer esquemas de remuneración mediante tarifas minoristas de electricidad para la recarga de vehículos eléctricos es un requerimiento regulatorio clave para promover el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga en Colombia.

En este sentido, se describen a continuación algunos aspectos que intervienen a la hora de regular mediante tarifas la actividad asociada a la carga de vehículos eléctricos:

Las **tarifas de tiempo de uso (TOU)** son un facilitador clave para aumentar la brecha de costos operativos entre los vehículos eléctricos y los vehículos convencionales. Adicionalmente, las tarifas TOU son un facilitador clave para gestionar la demanda y de este modo, cambiar la demanda asociada a la carga de vehículos a periodos en los cuáles la generación de energía está fuera de las horas pico. En este sentido, se requiere de la acción por parte de la CREG de los medidores inteligentes y la reglamentación de la tarificación horaria.

Progresivamente, **deberían surgir soluciones más complejas en torno a la gestión de demanda**. En este sentido, una posible opción son las soluciones basadas en precios dinámicos. Los precios dinámicos se refieren a la variación de las tarifas eléctricas en función de la oferta y la demanda de energía en tiempo real o en intervalos de tiempo específicos. Esta flexibilidad permite que las tarifas de carga de vehículos eléctricos puedan variar en tiempo real o en función de la demanda y la oferta de electricidad.

Del mismo modo, se deberá permitir que, los usuarios de vehículos eléctricos pueden beneficiarse del concepto “*value stacking*”. Es decir, que puedan participar en programas de respuesta a la demanda, entregando electricidad del vehículo a la red (*vehicle-to-grid*), o enviando electricidad desde su vehículo a sus hogares (*vehicle-to-home*). Por lo tanto, **los cambios regulatorios que se realicen deberán permitir esta evolución del mercado hacia las soluciones que permitan la gestión de la demanda**.

Como resultado, el sistema eléctrico podrá beneficiarse de esta gestión, mejorando los servicios auxiliares, reduciendo la congestión de la red, aplanando la curva de demanda de energía, etc.

Sin embargo, no se debe olvidar con la implementación de estas soluciones que las **tarifas minoristas de electricidad tienen que proporcionar señales de precios a los usuarios que reflejen las diferentes posibilidades de generación eléctrica**. En este sentido, cuando haya abundancia de energía renovable, las tarifas minoristas deberían disminuir y con ello, se conseguirá reducir el precio de la carga de los vehículos eléctricos, haciéndolos más competitivos frente a los vehículos convencionales.

En este contexto, se puede generar un problema potencial con respecto a la asignación y el desarrollo de tarifas, ya que las tarifas altas pueden desalentar a los usuarios a conectar su vehículo eléctrico y con ello, impedir la gestión de la demanda desde el sistema eléctrico.

Adicionalmente, es importante destacar que el desarrollo de tarifas adecuadas para la carga de vehículos eléctricos debe diferenciar entre la infraestructura de carga privada y la infraestructura de carga pública, teniendo en cuenta el nivel de penetración de vehículos eléctricos que hay en el país.

Es por ello por lo que, durante todo el proceso de formulación de políticas y nuevas regulaciones, se debe considerar tanto la **definición de una estructura tarifaria** que tenga en cuenta la tipología de infraestructura de carga, así como las **directrices y regulaciones que permitan cubrir el costo de los servicios prestados a través de la infraestructura de carga pública**.

Generalmente, las políticas y regulaciones se diseñan con respecto a:

- a) **Tarifas minoristas específicas para el consumo de electricidad procedente de los usuarios privados.**

- b) **Políticas y directrices específicas para las tarifas asociadas a la infraestructura de carga pública.** Teniendo en consideración la estructura y eficiencia en los costos.

Las directrices bajo este alcance deben diseñarse teniendo en cuenta los diferentes modelos de negocio, con el fin de establecer una estructura justa de costos para los usuarios.

Típicamente, se identifican algunos principios generales claves a aplicar en el desarrollo de una adecuada metodología para el establecimiento de tarifas eléctricas minoristas:

- a) **Suficiencia:** los mecanismos de asignación de costos deben tener como objetivo diseñarse en función de la recuperación de costos.
- b) **Eficiencia:** las tarifas deben diseñarse de manera que reflejen los costos que cada grupo de usuarios genera al sistema, evitando subsidiar y fomentando la eficiencia.
- c) **Transparencia:** los mecanismos de fijación de tarifas deben definirse a lo largo de un proceso abierto y público, permitiendo la participación de las partes interesadas. Además, la definición de la metodología de cálculo requiere ser explícita y transparente.
- d) **Objetividad:** los mecanismos definidos para establecer una tarifa adecuada deben considerar variables y criterios objetivos, no sujetos a arbitrariedad.
- e) **No discriminación:** los mecanismos y metodologías para determinar las tarifas no deben reflejar diferencias entre actores de las mismas características.

Estos principios generales buscan que la metodología de establecimiento de tarifas eléctricas pueda recuperar los costos de cada una de las actividades asociadas al sistema eléctrica, fomenten la reducción de costos de los agentes y que las normas de aplicación sean igual para todos los agentes.

Además, hay algunos aspectos clave a tener en cuenta, que los reguladores aplican de acuerdo con las mejores prácticas regulatorias:

- i. **Equidad:** considerar una distribución justa entre los jugadores, ya que no todos contribuyen por igual a la demanda máxima de los servicios.
- ii. **Sencillez:** basada en la facilidad de aplicación.
- iii. **Estabilidad:** permanecer estable en el tiempo, para permitir una comunicación eficiente a los usuarios de las señales de precios.
- iv. **Adición:** los mecanismos deben ser aditivos.
- v. **Finalidad:** considerar aspectos sociales y empresariales y no obstaculizar la competitividad y la eficiencia empresarial.

Además, debe prestarse especial atención a la definición de mecanismos tarifarios para la infraestructura de carga rápida. Respecto a este tipo de infraestructura de recarga, el diseño de tarifas considerando componentes fijos en la misma, representan un desafío para la viabilidad financiera de las mismas.

Las estaciones de carga rápida comúnmente necesitan de una mayor capacidad instalada, lo que se traduce en tarifas de suministro más altas y por lo tanto, mayores costos que deben recuperarse. Los mecanismos de

fijación de tarifas basadas en la demanda representan una solución óptima para abordar este problema e incentivar la participación privada en el desarrollo de este tipo de infraestructura de carga rápida.

Adicionalmente, por lo que respecta a los **servicios públicos de infraestructuras de carga**, cabe destacar que el **desarrollo y diseño de políticas se limita comúnmente a la participación de las autoridades públicas en el despliegue de la infraestructura de carga**.

Las directrices públicas comunes se desarrollan cuando el despliegue de la infraestructura de carga está **subvencionado con fondos públicos o se beneficia por otros incentivos** del Gobierno.

Con este fin, los mecanismos de política suelen centrarse en el establecimiento de un límite a la tarifa aplicada a la infraestructura de carga pública.

Por otro lado, dentro del despliegue de la infraestructura de recarga que se realice con inversión pública, hay una necesidad regulatoria de recuperar los costos de las inversiones en infraestructura, manteniendo al mismo tiempo un margen justo para las empresas eléctricas de servicios públicos. Sin embargo, estos requisitos reglamentarios deben ser cautelosos, ya que pueden conducir a un aumento significativo en los costos de electricidad y, por lo tanto, en las tarifas de electricidad de los clientes. Por lo tanto, al establecer el enfoque que debe considerarse para la **definición de la inversión y recuperación de costos** en relación con la infraestructura de carga pública, se deberá definir **si debe aplicarse a todos los clientes, exclusivamente a los clientes de carga de vehículos eléctricos o una combinación de los anteriores**.

Los mecanismos de asignación de costos e ingresos relacionados con el despliegue de infraestructura de carga pública deberán considerar:

- (i) Inversiones en la instalación de infraestructura de carga. La asignación de costos para estas inversiones debe considerarse en el marco de un modelo de negocio en el que las empresas eléctricas de servicios públicos desempeñen un papel en el despliegue de la infraestructura de carga.
- (ii) Inversiones en el refuerzo de la red eléctrica para garantizar el suministro a partir de la creciente demanda, así como la conexión a la red.
- (iii) Inversiones en la digitalización de la red para integrar soluciones de gestión de carga y de demanda.

Los mecanismos considerados para definir la asignación de costos e ingresos para recuperar las inversiones de las empresas eléctricas de servicios públicos pueden basarse en un mecanismo de base de activos regulados ("RAB").

Este tipo de mecanismo consiste en la definición de una metodología de recuperación de costos donde los requerimientos de ingresos de las *utilities* se calculan durante el ciclo de vida útil de las inversiones, considerando la recuperación de la inversión, los costos de depreciación y una tasa de retorno. La definición de los mecanismos regulatorios relacionados con los requisitos de recuperación de costos de los servicios públicos debe considerar a todos los clientes, o a segmentos de clientes específicos.

Además, se debe considerar la aplicación a todos los clientes al tiempo que se logra la equidad en las tarifas definidas, estableciendo los beneficios que los clientes obtendrán de las inversiones realizadas por la empresa eléctrica de servicios públicos y su impacto en el suministro general de electricidad.

9. Diseñar un marco regulatorio que establezca los estándares y requerimientos necesarios para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos

El diseño de un marco regulatorio que establezca los estándares y requerimientos necesarios para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos es esencial para brindar claridad y coherencia en el desarrollo de esta actividad. A continuación, en base al análisis de los estudios previos, así como otras buenas prácticas identificadas, se detallan algunos de los **aspectos que generalmente influyen en el desarrollo de un marco regulatorio de esta tipología**:

- (i) **Ubicación de la Infraestructura:** Asegurar que las estaciones de carga estén ubicadas en lugares accesibles y convenientes para los usuarios, teniendo en cuenta aspectos como la proximidad a carreteras principales y áreas urbanas. Así como si la ubicación de la infraestructura es en estaciones en carretera, en áreas urbanas y/o residenciales
- (ii) **Zonificación y planificación urbana:** Coordinar con autoridades locales para garantizar que las ubicaciones cumplan con las regulaciones de zonificación y planificación urbana.
- (iii) **Tipos de flotas destinadas al uso de la infraestructura de carga:** Reconocer los diferentes tipos de flotas que utilizarán la infraestructura de carga, como flotas de transporte público, flotas corporativas, taxis y flotas de reparto. **Cada tipo de flota puede tener requisitos específicos de carga y ubicación.** Para ello, es relevante realizar consultas con los usuarios finales de estas flotas para comprender sus necesidades específicas de carga y adaptar la infraestructura en consecuencia. Adicionalmente, también existe la posibilidad de explorar modelos de infraestructura de carga privada para determinadas flotas de vehículos (por ejemplo, taxis o autobuses) y que en determinados horarios, dicha infraestructura se habilite para el acceso al público.
- (iv) **Tipos de infraestructura de carga propuesto:** Establecer estándares y requisitos puede variar en función de los tipos de infraestructura de carga existentes: carga lenta, semirrápida y rápida
- (v) **Horarios de carga:** Considerar los horarios de carga previstos, como cargas nocturnas para flotas de transporte público y cargas diurnas para flotas de reparto, al establecer los requisitos de disponibilidad que se deberán cumplir.

A este respecto, en función de la ubicación, planificación, tipo de flota destinada, tipo de carga y los horarios previstos de carga, se definen a continuación, algunas **consideraciones clave que típicamente se definen en una regulación para establecer estándares y requisitos** para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos, sin limitar la definición de otras posibles:

- (i) **Especificaciones tecnológicas:**
 - a. **Selección de conectores y nivel de potencia:** Establecer estándares para los tipos de conectores mínimos con los que deben estar equipados los puntos de carga y la potencia mínima requerida para garantizar la compatibilidad entre vehículos y estaciones de carga.
 - b. **Número de puertos de carga:** Número de puertos de carga que debe tener cada infraestructura de carga de vehículos eléctricos.
 - c. **Protocolos de comunicación e interoperabilidad:** Establecer requisitos de interoperabilidad para la comunicación entre cargadores y vehículos, la comunicación entre cargadores y redes de carga, y la comunicación entre redes de carga, así como la capacidad de cambiar de manera segura entre proveedores de redes de carga sin cambios de hardware. El objetivo es asegurarse de que las infraestructuras de carga sean interoperables entre sí y con diferentes

tipos de vehículos eléctricos. Algunos ejemplos de estos estándares pueden ser: IEC 61850, IEC 61851, ISO 15118, SAE J1772, SAE J2847, SAE J2931, IEEE 80211P, GB/T 27930.

Si bien es cierto, en el momento de desarrollo de este documento, se encuentra en fase de consulta pública el Proyecto de Resolución “*Por el cual se establecen las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables*” que considera ampliamente los protocolos de comunicación e interoperabilidad necesarios para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. No obstante, en la siguiente sección de este documento, se proporcionan comentarios a este Proyecto de Resolución.

- d. **Métodos de tarificación posibles para la carga de vehículos eléctricos:** Establecer los métodos que podrán habilitarse en las infraestructuras de carga: tarifas basadas en el tiempo, en la electricidad consumida, tarifas basadas en suscripciones, descuentos, tarifas especiales, tarifas por acceso, tarifas dinámicas en función de la oferta y demanda, entre otros posibles.

(ii) **Disponibilidad, Mantenimiento y Sostenibilidad:**

- a. **Requisitos de disponibilidad** de las infraestructuras de carga al público sino están asignadas a una flota de vehículos particular. O si están asignadas a flotas particulares, explorar la posibilidad de que en ciertos horarios puedan ser habilitadas para el acceso abierto al público.
- b. **Requisitos de mantenimiento y calidad del servicio:** Establecer estándares para el mantenimiento de la infraestructura, así como de la calidad del servicio prestado y la supervisión a largo plazo de las estaciones de carga para garantizar su funcionamiento óptimo.
- c. **Requisitos de certificación de equipos** instalados en las infraestructuras de carga.
- d. **Sostenibilidad ambiental:** Promover prácticas sostenibles en la operación y mantenimiento de la infraestructura de carga.

(iii) **Estándares del conector del VE:**

- a. **Definir estándares de conector mínimos para vehículos eléctricos** en relación con los tipos de conectores en función de la tipología de carga que se quiera obtener (lenta, semirrápida o rápida). En este sentido, se exige que los puntos de carga de potencia de corriente alterna para vehículos eléctricos estén equipados, a efectos de interoperabilidad, al menos con tomas de corriente o conectores de vehículos de una misma tipología³⁶. Algunos ejemplos de estos estándares pueden ser: IEC 62196, IEC 61851, GB/T20234, GB/ T 18487, SAE J1172, CHAdeMO, Yazaki, Combo CCS.

(iv) **Seguridad y Protección de Datos:**

- a. **Protocolos de seguridad:** Establecer requisitos para la seguridad física y ciberseguridad de la infraestructura de carga y la protección de datos del usuario. Algunos ejemplos de estos estándares pueden ser: IEC TC 69/64, IEC 61851, GB/T 20234, GB/T 18487, ISO 17409, UL2202/UL 2231, IEC 60364.
- b. **Cumplimiento normativo:** Asegurarse de que la regulación cumpla con las leyes y regulaciones de privacidad y seguridad de datos pertinentes.

(v) **Atención al Cliente:**

³⁶ La estandarización deberá ser coherente con los estándares internacionales reconocidos. Comisión Electrotécnica Internacional a través de su normal IEC 61851.

- a. **Mecanismos de retroalimentación:** Exigir la implementación de mecanismos para que los usuarios puedan informar problemas con la infraestructura de carga.
- b. **Accesibilidad y multilingüismo:** Garantizar que estos mecanismos sean accesibles para personas con discapacidades y se garantice un servicio adecuado en los idiomas oficiales de cada territorio en el que se preste el servicio.

(vi) **Transparencia en Precios y Disponibilidad:**

- a. **Requisitos de información:** Establecer requisitos para que los operadores de estaciones de carga proporcionen información transparente sobre precios y disponibilidad en tiempo real.
- b. **Información** sobre ubicaciones de infraestructura de carga de vehículo eléctrico públicas, disponibilidad, precios, en **tiempo real y accesibles a través de páginas web**. Los datos específicos deben estar disponibles de forma gratuita para desarrolladores de software de terceros.

Si bien es cierto, en el momento de desarrollo de este documento, se encuentra en fase de consulta pública el Proyecto de Resolución *“Por el cual se establecen las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables”*, en el cual se define la Plataforma de estaciones de carga de vehículos eléctricos e híbridos enchufables que servirá a los usuarios como herramienta digital para identificar las características técnicas y comerciales de los puntos de carga en todo el territorio colombiano.

(vii) **Procedimientos de verificación y cumplimiento:**

- a. **Procedimientos para verificar y probar el cumplimiento** de las normas técnicas, de comunicación, de seguridad y mantenimiento, entre otras.

Estos **aspectos y consideraciones influirán en el marco regulatorio que se defina** para establecer los estándares y requisitos necesarios para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos, **asegurando que la infraestructura se adapte a las necesidades específicas de ubicación, flotas y usos previstos, así como se garantice un suministro fiable y seguro y la sostenibilidad de la red eléctrica**.

Con este objetivo, el Ministerio de Minas y Energía mediante la Resolución 40223 de 2021, estableció las condiciones mínimas de estandarización y de mercado para la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables.

En la misma, se regularon algunos aspectos clave ya mencionados antes como los siguientes:

La resolución define términos clave relacionados con la infraestructura de carga y los vehículos eléctricos, como *“cargador de vehículos eléctricos”, “conector para carga del vehículo eléctrico,” “punto de carga”* y *“niveles de carga”* (Carga lenta, Carga semi-rápida, Carga rápida). Así como define la figura de *“prestador de servicio de carga para vehículos eléctricos o híbridos enchufables”*.

Adicionalmente, se distingue entre la carga pública y la carga privada, especificando condiciones de seguridad para ambas y se define un estándar de conector mínimo para estaciones de carga pública.

En relación con la información disponible al público, se requiere que las estaciones de carga pública proporcionen información esencial a los usuarios, como instrucciones de uso, tiempo de carga, aviso de retiro de vehículos, instrucciones de pago y precio de carga.

Por último, también se definen nuevos esquemas y tratamiento de usuarios con vehículos eléctricos, la revisión por parte de la CREG de condiciones especiales para la medición de consumo de energía destinada a la carga de vehículos eléctricos, así como se permite que el precio del servicio de carga de vehículos eléctricos en estaciones de carga pública sea fijado de manera libre.

Si bien la resolución aborda varios aspectos clave relacionados con la infraestructura de carga para vehículos eléctricos, aún quedan algunos aspectos importantes por regular. En este sentido, se detallan a continuación aquellos que se consideran relevantes dado el contexto de Colombia, sin limitar la definición de otros posibles:

- (i) Normas que promuevan la **comunicación e interoperabilidad** entre diferentes estaciones de carga y vehículos eléctricos, asegurando que los usuarios puedan utilizar cualquier estación de carga sin problemas.
- (ii) Regulaciones detalladas sobre **estándares de seguridad** eléctrica y operativa para estaciones de carga y vehículos eléctricos, garantizando la seguridad de los usuarios y la infraestructura. En este caso, dado que el RETIE establece las normas de seguridad, se sugiere una revisión de las mismas con objeto de que atiendan las posibles nuevas necesidades de las instalaciones.
- (iii) Requisitos para el **mantenimiento** adecuado de las estaciones de carga y la **calidad del servicio** ofrecido a los usuarios.
- (iv) **Definir estándares de conector mínimos para vehículos eléctricos.**
- (v) Normativas que garanticen que las estaciones de carga sean **accesibles** para todas las personas.
- (vi) Requisitos para el **reporte de datos** sobre el uso de la infraestructura de carga, lo que podría ser útil para la planificación y la gestión de la red eléctrica.

Es importante destacar, que en relación con el punto (i) Normas que promuevan la comunicación e interoperabilidad, el Ministerio de Minas y Energía ha publicado para su consulta pública el Proyecto de Resolución *“Por la cual se establecen las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables”*. En dicho Proyecto de Resolución se definen algunos de los aspectos que la Resolución 40223 de 2021, no contempló y quedarían por regular, dado que se consideran relevantes entendiendo el contexto de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos de Colombia. En este sentido, dada la relevancia del Proyecto, la evaluación por parte del equipo consultor de dicho Proyecto de Resolución se realiza en la actividad de este entregable que se llama *“3.- Condiciones de Interoperabilidad. Revisión de la propuesta de política de interoperabilidad del país con objeto de aportar recomendaciones, en su caso”*.

10. Directrices y acciones específicas para reforzar la concienciación y capacitación de los agentes que conforman el sector asociado a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia

El diseño de **directrices y acciones específicas para reforzar la concienciación y capacitación tanto de los usuarios finales** de vehículos eléctricos e infraestructuras, como de los **agentes que forman parte de la cadena de valor** asociada a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos y los **agentes gubernamentales** es esencial para brindar claridad y coherencia, así como potenciar el desarrollo a gran escala de la infraestructura de carga en Colombia. A continuación, con base en el análisis de los estudios previos, así como otras buenas prácticas, se detallan algunos de los elementos que se pueden definir, como mínimo, dentro de estas directrices y acciones específicas:

- (i) **Campañas de concienciación:** Realizar campañas nacionales de concienciación sobre los beneficios de la movilidad eléctrica, destacando aspectos como la reducción de emisiones, el ahorro de costos, los beneficios fiscales y la sostenibilidad ambiental, entre otros beneficios posibles.
- (ii) **Educación y capacitación:**

- a. Diseñar programas educativos específicos en colaboración con instituciones académicas y técnicas para la capacitación de técnicos, instaladores, operadores y supervisores de estaciones de carga de vehículos eléctricos.
 - b. Establecer alianzas con fabricantes de vehículos eléctricos para ofrecer programas de formación y certificación.
 - c. Facilitar el acceso a recursos educativos en línea, como cursos y tutoriales, para mejorar la formación de profesionales del sector.
 - d. Implementar incentivos fiscales para empresas que inviertan en la capacitación de su personal en tecnologías relacionadas con la infraestructura de carga y los vehículos eléctricos.
- (iii) **Desarrollo de guías:** Crear guías y manuales técnicos que puedan ser utilizados por los diferentes agentes que quieran invertir en infraestructuras de carga, estén involucrados en la instalación y operación de estaciones de carga de vehículos eléctricos, así como, guías para los usuarios privados que quieran desarrollar sus infraestructuras de carga privadas. Adicionalmente, se podrían diseñar guías para los agentes públicos con objeto de definir y estandarizar los requerimientos que deben de cumplir los promotores a la hora de solicitar el acceso y conexión de las infraestructuras de carga en espacios públicos.

En este sentido, estas directrices y acciones proporcionarán claridad y coherencia a los diferentes agentes, impulsando el desarrollo de la infraestructura de carga en Colombia, al reforzar un mayor conocimiento sobre los beneficios y las oportunidades de la movilidad eléctrica y robustecer la formación y las habilidades profesionales específicas en el sector.

En base a lo anterior expuesto es importante destacar que la implementación de los anteriores requisitos regulatorios efectivos es de suma importancia para superar las diversas barreras que actualmente dificultan el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. **A través de este análisis, se ha llegado a varias conclusiones clave que resaltan la importancia de una regulación sólida en este ámbito:**

En primer lugar, la regulación **desempeña un papel fundamental en la eliminación de incertidumbres y obstáculos técnicos** para los actores interesados en el sector de la movilidad eléctrica. Establecer estándares claros y uniformes para la instalación y operación de cargadores podría proporcionar la certeza necesaria para atraer inversiones y planificar proyectos de manera efectiva. Esto también fomentaría la equidad y la accesibilidad, asegurando que la infraestructura de carga esté disponible para todos los usuarios, independientemente de su situación económica. Adicionalmente, la promoción de la interoperabilidad y la estandarización a través de la **regulación podría impulsar la competencia y la innovación en el mercado, lo que beneficiaría en última instancia a los consumidores.**

En segundo lugar, la regulación podría ayudar a **abordar las barreras financieras y de mercado** al establecer mecanismos claros para la recuperación de costos de inversión en infraestructura de carga. Esto supondría aliviar la carga financiera para los propietarios de la infraestructura y permitiría una planificación a largo plazo más sólida. Además, la **regulación puede influir en la fijación de tarifas eléctricas y en la creación de incentivos económicos que promuevan la inversión en infraestructura de carga.**

En tercer lugar, desde una perspectiva política, es esencial **establecer marcos políticos claros y coherentes a nivel nacional y/o regional.** Esto abordaría la falta de normativas y políticas coherentes que a menudo contribuyen a la fragmentación y la incertidumbre en el mercado de la infraestructura de carga. **Un marco regulatorio sólido proporcionaría una base robusta para el crecimiento sostenible de la infraestructura de carga.**

En resumen, **la implementación de regulaciones efectivas es esencial para superar las barreras técnicas, regulatorias, de mercado y financieras, políticas y sociales que actualmente dificultan el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia.**

3.- Condiciones de Interoperabilidad. Revisión de la propuesta de política de interoperabilidad del país con objeto de aportar recomendaciones, en su caso.

La interoperabilidad es esencial para garantizar el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. En este sentido, constituye un factor crucial para garantizar que, **independientemente del fabricante y del operador**, todos los vehículos puedan cargar en cualquier estación de carga pública y, de esta manera, **los usuarios puedan acceder a los servicios de movilidad eléctrica en toda la red**. Además, puede ayudar a fomentar la confianza entre los diversos agentes para invertir en el despliegue de la infraestructura al existir normas claras que garantizan la compatibilidad, el uso y la creación de un entorno propicio para el crecimiento sostenible de la movilidad eléctrica.

En línea con lo anterior, el Ministerio de Minas y Energía de Colombia ha emitido el **Proyecto de Resolución “Por la cual se establecen las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables”**, para participación pública y recibir observaciones y comentarios. El documento consta de ocho artículos en los que se regula, principalmente, la información de las estaciones de carga que los prestadores del servicio de carga deberán reportar periódicamente; el acceso a las estaciones de carga sin necesidad de suscripción; protocolos interoperables de información; la obligatoriedad de los prestadores del servicio de informar de manera previa a los usuarios de los precios de carga; y las funciones de vigilancia y control del Ministerio de Minas y Energía.

Con el objetivo de contribuir al desarrollo de la regulación propuesta, se ha llevado a cabo un **análisis de los principales requerimientos de interoperabilidad identificados en estudios previos** relacionados con la interoperabilidad de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos y **se ha comparado su alcance y aplicabilidad con los artículos contenidos en el Proyecto de Resolución** del Ministerio de Minas y Energía. Además, se han revisado comentarios remitidos por partes interesadas al Ministerio de Minas y Energía en el marco del proceso de participación pública. Finalmente, se ha **evaluado el estado actual del cumplimiento** de estos requerimientos y se han formulado comentarios y recomendaciones que se sugiere aplicar a la regulación actual y en consulta.

A continuación, se presenta el resultado³⁷ de la revisión y se presentan las recomendaciones al Proyecto de Resolución en un esquema de tres horizontes de tiempo: **corto plazo**, abordando aspectos que se sugiere puedan ser considerados en el desarrollo de la Resolución de Interoperabilidad, **mediano plazo**, centrado en mejoras continuas y optimizaciones a medida que despliega la infraestructura de recarga y **largo plazo**, contemplando consideraciones a futuro para un desarrollo sostenible de la movilidad eléctrica en Colombia.

3.1. Recomendaciones de Interoperabilidad sugeridas en un escenario de corto plazo

A continuación, se presentan recomendaciones enfocadas en el escenario de **corto plazo**, los cuales se sugieren, en la medida de lo posible, abarcar en la primera versión de la Resolución de Interoperabilidad con objeto de dotarla de claridad bajo los principales aspectos clave.

³⁷ Ver Anexo 2: Recomendaciones a la propuesta de política de Interoperabilidad en Colombia.

Tabla 2. Matriz de recomendaciones sugeridas en corto plazo del Proyecto de resolución que establece las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables

Recomendaciones sugeridas en el corto plazo

1. DEFINICIONES

Agentes involucrados en interoperabilidad y tipos de estaciones de recarga	Complementar las definiciones de: - "Operador de Puntos de Recarga (CPO)" y "Proveedor de Servicios de Movilidad Eléctrica (MSP)", describiendo los roles con mayor claridad. - "Infraestructura de recarga de vehículos eléctricos de acceso público y de acceso privado o limitado", aclarando las características y espacios aplicables a cada una.
Definiciones de la Resolución MME 40223 de 2021	Agregar las definiciones de "Punto de Carga" , "Cargador de vehículos eléctricos" y "Conector para carga del vehículo eléctrico" en el marco de la Resolución MME 40223 de 2021.

2. ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS TÉCNICOS

Conexión a la red eléctrica y requerimientos de seguridad	Incluir un apartado específico sobre el cumplimiento del RETIE³⁸ y estándares internacionales .
Equipamiento de hardware de la infraestructura técnica de carga	Integrar y hacer referencia a los estándares de conector mínimo para estaciones de carga establecidos en el artículo 4 de la Resolución MME 40223 de 2021. Además, ampliar los estándares de conector mínimo a Tipo 2 en Corriente Alterna y CHAdemo en Corriente Continua.

3. INTEROPERABILIDAD EN LAS TRANSACCIONES FINANCIERAS

Directrices sobre los métodos de pago	Adicionar que las opciones de pago recurrentes y métodos de pago podrán ser definidas en futuras resoluciones o circulares del MME .
---------------------------------------	---

4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Sistemas de gestión de los prestadores del Servicio de carga	Complementar con la obligación, comunicación, acceso y funcionamiento del "Sistema de Gestión de los Prestadores de Carga" .
--	--

5. TRANSPARENCIA Y COMUNICACIÓN

Acceso a datos	Complementar la definición de "Plataforma de estaciones de carga de vehículos eléctricos e híbridos enchufables" y reglamentar la obligación de presentar, de forma previa y digital , información relevante al usuario, incluyendo datos históricos. Además, designar quién debe desarrollar, gestionar y supervisar dicha plataforma .
	Establecer que información sea accesible de forma transparente y dinámica, en tiempo real .
	Reglamentar la uniformidad de los precios públicos en el servicio de carga.
Registro de agentes y estaciones	Establecer dos tipos de registro: para agentes y para estaciones de recarga , asignando códigos únicos de identificación para cada uno . Con base en esto, implementar una plataforma pública de agentes y estaciones habilitados para prestar los servicios de recarga.
	Establecer las capacidades técnicas y económicas mínimas que deben cumplir los agentes interesados en prestar servicios asociados a la infraestructura de recarga.

³⁸ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE

Recomendaciones sugeridas en el corto plazo

Reporte de información al Ministerio: agentes y periodicidad	Adicionar que en próximas resoluciones o circulares: (i) se regulará la forma de remisión, periodicidad y plazo para el reporte de información estática y dinámica y (ii) se podrán establecer nuevos requisitos de información a reportar, diferenciando los datos que a cada agente le corresponde remitir.
	Sobre el agente que supervisará y garantizará el reporte completo de información de las estaciones de recarga, sugerimos excluir al comercializador de energía de esta responsabilidad.
Reporte de información al Ministerio: datos y seguimiento	Adicionar al reporte: - La metodología de cálculo del "Precio de carga". - La versión utilizada de los protocolos de comunicación. - La fecha de actualización de la información. - La proporción de disponibilidad e indisponibilidad de la estación por unidad de tiempo (downtime).

6. IMPLEMENTACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN

Plazos para la implementación	Establecer plazos a nivel general para implementar las medidas de interoperabilidad.
Cumplimiento de la resolución	Considerar establecer que sólo aquellos agentes y estaciones inscritos en los registros indicados previamente podrán dar el servicio de carga . Además, que los agentes que incumplan con lo establecido por el MME estarían sujetos a penalizaciones a las que haya lugar.

Fuente: elaboración propia

3.2. Recomendaciones de Interoperabilidad sugeridas en escenarios de mediano y largo plazo

En línea con lo anterior, las siguientes son recomendaciones enfocadas en el escenario de **mediano plazo**, las cuales, se sugiere, en la medida de lo posible, incluir en posteriores desarrollos normativos y en el **largo plazo**, las cuales se sugiere incluir una vez se alcance un mayor despliegue de la infraestructura de recarga en Colombia.

Tabla 3. Matriz de recomendaciones sugeridas en mediano y largo plazo del Proyecto de resolución que establece las condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables

Recomendaciones sugeridas en	Mediano Plazo	Largo Plazo
1. ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS TÉCNICOS		
Equipamiento de hardware de la infraestructura técnica de carga	Establecer plazos para el cumplimiento de los estándares de conectores a estaciones de recarga instaladas previo al inicio de vigencia de la Resolución MME 40223 de 2021. Regular el uso y componentes de los adaptadores .	Identificar los equipos y especificaciones técnicas mínimos de la infraestructura de recarga en cuanto a las condiciones de acceso de los vehículos eléctricos .

Recomendaciones sugeridas en	Mediano Plazo	Largo Plazo
	Regular los requisitos mínimos aplicables a espacios públicos.	
Programas piloto	-	Promover programas piloto basados en requisitos técnicos específicos.
Estándar de conectores en vehículos eléctricos	-	Regular y estandarizar los conectores de los vehículos eléctricos e híbridos enchufables que ingresan al país.
Requerimientos de seguridad	-	Contemplar auditorías de seguridad en la infraestructura.
2. INFRAESTRUCTURA PÚBLICA DE CARGA RÁPIDA DE LARGA DISTANCIA		
Diferenciación y despliegue de la infraestructura pública de carga rápida de larga distancia	Definir las características de la infraestructura de carga rápida para trayectos de larga distancia y regular su operación y funcionamiento de manera diferenciada . Además, regular su despliegue coordinado.	-
3. INTEROPERABILIDAD EN LAS TRANSACCIONES FINANCIERAS		
Directrices sobre los métodos de pago	Definir métodos de pago mínimos disponibles para los usuarios.	Considerar la creación de un método de pago universal .
4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN		
Estándares de comunicación	Adoptar un protocolo de comunicación específico ya consolidado.	Adoptar protocolos y políticas estándar de comunicación consolidados para establecer mecanismos de demand response, recarga inteligente y de medición inteligente en la red eléctrica.
	Establecer la versión específica y un plazo para realizar la actualización del protocolo .	Establecer requerimientos mínimos que permitan el control y evaluación en la eficacia del uso del sistema de recarga de VE.
Estándares de comunicación de datos de facturación	Establecer estándares de comunicación para transmitir automáticamente los datos de pago por el uso del servicio , hacia los sistemas de facturación y gestión de pagos al usuario.	-
5. DIRECTRICES SOBRE CIBERSEGURIDAD		
Directrices y procedimientos de ciberseguridad para los flujos de información sobre vehículos eléctricos	Establecer cómo se regularán los diferentes flujos de información y datos en materia de ciberseguridad . Además, definir las responsabilidades de los distintos agentes implicados.	Crear un " Comité de Estandarización " intersectorial para la supervisión y el desarrollo del producto en materia de ciberseguridad.

Recomendaciones sugeridas en	Mediano Plazo	Largo Plazo
6. TRANSPARENCIA Y COMUNICACIÓN		
Acceso a datos	Establecer que la información disponible al público en la EDC incluya las instrucciones de uso, de pago, precio, tipo de conector y potencia.	Incentivar que le sea informado al consumidor la cantidad de emisiones de CO2 que ha ayudado a reducir al cargar su vehículo eléctrico en puntos de carga.
	Establecer disposiciones que salvaguarden la propiedad de los datos generados por los usuarios.	Habilitar al consumidor que se encuentre físicamente en la EDC para retroalimentar la base de datos. Incentivar la creación de una herramienta para reservar los puntos de carga.
Reporte de información al Ministerio: agentes y periodicidad	Con respecto a la "Unidad del precio de carga" , estandarizar la unidad en la que debe reportarse el precio y la energía (\$/kWh, \$/MWh, etc.).	-
	Adicionar la fecha de instalación y fecha de último mantenimiento para el punto de recarga.	
	En cuanto al Certificado de Conformidad del producto, adicionar "Vigencia", "Fecha" y "Organismo certificador" .	
	Incluir en el reporte, el proveedor de plataforma de pago de la estación, <i>link</i> de acceso y formas de pago disponibles.	
7. OBLIGACIONES Y DERECHOS DE LOS PRESTADORES DE SERVICIOS DE CARGA: CPO y MSP		
Definir derechos y obligaciones de forma amplia	Se sugiere definir sus obligaciones y derechos de forma amplia.	-

Fuente: elaboración propia

Establecer regulaciones claras en materia de interoperabilidad en la infraestructura de carga pública es fundamental para promover la adopción de vehículos eléctricos **y garantizar que la infraestructura de carga sea eficiente, interoperable y accesible para todos los usuarios.**

El análisis detallado de la regulación propuesta para la interoperabilidad en la infraestructura de carga pública de vehículos eléctricos revela la importancia de establecer **normativas integrales** en este campo.

La regulación actual es un paso significativo en la dirección correcta al fomentar la expansión de la infraestructura de carga. Sin embargo, es importante reconocer que aún existe un amplio espacio para mejoras y refinamientos. Como resultado del análisis realizado, se sugiere, principalmente abordar cambios de manera esquemática, con foco en:

- (i) Establecer **definiciones que permitan mayor claridad** y especificidad sobre los **agentes y tipos de infraestructura** de recarga de vehículos eléctricos, en el marco de la interoperabilidad.
- (ii) Definir los equipos mínimos y **especificaciones técnicas** con los que debe estar equipada la infraestructura de carga.
- (iii) Considerar la creación de **registros para agentes y estaciones**, asignando códigos únicos y especificando requisitos técnicos y económicos mínimos.
- (iv) Adicionar disposiciones transitorias sobre **plazos para implementación y cumplimiento** de la Resolución, incluyendo posibles penalizaciones por incumplimiento.
- (v) Proporcionar mayor claridad sobre obligaciones, comunicación, acceso y funcionamiento del **Sistema de Gestión de los Prestadores de Carga**.
- (vi) Brindar **seguridad y transparencia en la información** a los consumidores y partes interesadas.

La movilidad eléctrica es un campo en evolución constante, y la regulación debe adaptarse y avanzar para mantenerse al día con los avances tecnológicos y las necesidades cambiantes de los usuarios y operadores.

Para alcanzar el éxito en el despliegue de una infraestructura de carga de vehículo eléctrico eficiente y accesible a nivel nacional, es importante **continuar trabajando en la mejora y expansión de las regulaciones de interoperabilidad**. Esto incluye la promoción de la competencia, la protección de los derechos de los consumidores y la promoción de la sostenibilidad.

4.- Identificación y actualización de los costos asociados con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos

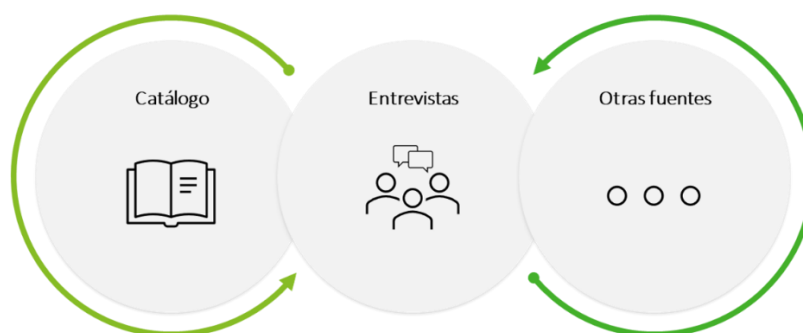
Uno de los aspectos determinantes para la potenciación del despliegue de infraestructura de carga pública para vehículo eléctrico recae en los costos asociados a dicha infraestructura. Como se ha mencionado anteriormente, estos costos, al ser de una cuantía elevada, representan una barrera de entrada y dificultan el despliegue a gran escala de puntos de recarga. Por ello, resulta de suma importancia la identificación de los costos asociados a la implementación de infraestructura de carga. Así pues, como se podrá ver a continuación, existen dos inductores principales en los costos de capital (CAPEX). El primero es la **potencia del cargador**, que determinará la **velocidad de carga**, y el segundo la **ubicación**, que determinará el **costo de la instalación**. Cuanto más alejado de las redes, subestaciones o mayor sea la complejidad requerida para la instalación de dicho punto, mayor será el costo de la instalación. En cuanto al costo de operación (OPEX), igualmente se han analizado diversas fuentes y se ha tenido en cuenta diferentes aspectos para determinar un porcentaje aproximado que representa el OPEX frente al CAPEX.

En este sentido, para este análisis, esta sección se divide en tres partes principales. A continuación de esta exposición del objeto de análisis se explicará brevemente la metodología. Seguidamente expondremos un análisis del estudio llevado a cabo y, finalmente, terminaremos con las conclusiones.

4.1 Metodología

Para llevar a cabo este análisis de manera que se tenga en cuenta el contexto colombiano y un marco internacional de referencia, se realizó una **investigación exhaustiva que permitiese obtener el mayor número de inputs de información**. De esta manera, se diferenciaron tres tipos de fuentes principales tal y como muestra la siguiente figura:

Figura 7. Fuentes principales utilizadas en el análisis



Fuente: Elaboración propia

Estas fuentes de información se caracterizan por:

1. Un **catálogo** con precios internacionales de estaciones de recarga.
2. Información proveniente de diversas **entrevistas** realizadas durante la consultoría.
3. **Diversas fuentes**³⁹ internacionales de prestigio, provenientes de artículos e informes referentes a la implementación de infraestructura de carga.

³⁹ Diversas fuentes como: (Lepe Contreras, et al., 2022), (Lim, et al., 2022), (Metais, et al., 2022), (Ruíz Barrientos, et al., 2021), entre otros.

De esta manera se permite un análisis comparativo que permite actualizar y ampliando la investigación realizada por estudios previos en lo que respecta a costos relacionados con el despliegue de infraestructura de carga en Colombia.

4.2. Análisis del estudio

A continuación se presentan los principales aspectos analizados así como los resultados obtenidos.

4.2.1 Identificación de la tipología de costos

En primer lugar, se procederá a explicar los elementos principales que pueden llegar a determinar el costo de un proyecto de infraestructura de recarga. Esto diferenciando entre CAPEX y OPEX.

4.2.1.1. CAPEX

En el marco del análisis llevado a cabo durante esta consultoría se ha podido señalar diferentes variables que influyen en el costo asociado a la inversión (CAPEX) para el desarrollo de diferentes puntos de recarga. Así pues, a continuación se nombran las variables típicas⁴⁰ identificadas así como su efecto en la determinación del costo final.

 Punto de recarga	Tipo de corriente de salida.	En general, los cargadores con corriente alterna (AC) presentan precios menores puesto que suelen ser usados para estaciones de recarga lenta. Los cargadores con corriente continua (DC) presentan mayores precios ya que son usados para carga rápida.
	Potencia máxima de salida por manguera	Esta variable expresada usualmente en kilovatios (kW), definirá la velocidad a la cual se puede cargar el vehículo. A más potencia , mayor velocidad de carga ⁴¹ y mayor el costo del cargador. Esta variable, junto con el tipo de corriente de salida, representan los principales inductores de costo de los cargadores
	Número de mangueras	Usualmente, los puntos de recarga lenta suelen tener instaladas entre 1 y 2 mangueras en AC. Por su parte, los puntos de carga rápida presentan 1 manguera de AC y 2 en DC. Cuantas más mangueras posea la estación, mayor el precio .
	Tipo de adaptador	Existen diversos tipos de cargadores en función del tipo de corriente de salida. Usualmente, para AC se utiliza el tipo 1, tipo 2 y GB/T. En DC, por su parte, se utiliza CCS1, CCS2, CHAdeMO y HB/T.
	Tipo de instalación	Aquellos puntos de carga cuya instalación pueda realizarse en pared , usualmente serán más baratos que aquellos que deban ser instalados en tierra firme.
	Protocolo de comunicación	Otro factor que determina el costo del cargador es la presencia de protocolos de comunicación. Usualmente aquellos con protocolos ya instalados suelen acarrear mayores costos .

⁴⁰ Existen más variables que terminarán incidiendo en el precio del cargado. Solo se nombran las que se han considerado más relevantes.

⁴¹ También debe tomarse en cuenta la potencia máxima en AC que puede admitir el vehículo eléctrico ya que si solo admite, por ejemplo, 11 kW; aunque el cargador sea de 22 kW, solo se admitirán los 11 kW.



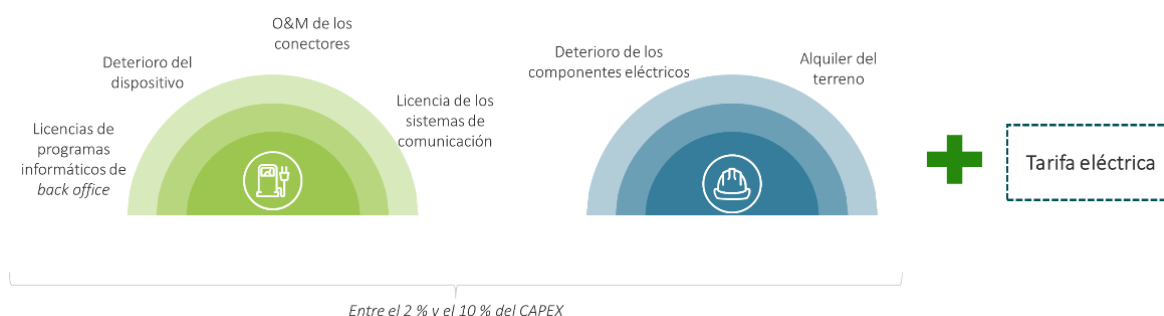
Función integrada	RFID	De la misma forma, si la estación de carga incorpora funciones de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) que mejora la interoperabilidad permitiendo la identificación o pago del servicio, el costo aumentará respecto a aquellas estaciones que no dispongan de esta herramienta.
Líneas conexión	de	Cuanta mayor sea la longitud de las líneas necesarias para llevar a cabo la conexión, mayor CAPEX será necesario. En este aspecto también ha de tenerse en cuenta que, si las líneas deben ser subterráneas , esto aumentará considerablemente el costo final. Además, si estas líneas requieren ser instaladas con esquemas tipo mallado, duplicados u otro tipo de estándares que mejoren la resiliencia de la obra eléctrica, el costo podría aumentar considerablemente.
Centros de transformación	de	Para estaciones de mayor potencia , usualmente para carga rápida o ultrarrápida, en general es necesario añadir algún tipo de centro de transformación . Esto incrementará de manera significativa el CAPEX final.
Transformadores de subestaciones		Así mismo, adecuar las subestaciones para cargadores principalmente rápidos u ultrarrápidos, supone un costo adicional .
Posiciones		Si la instalación de los cargadores lo requiere, la necesidad de nuevas posiciones incrementará el costo final.
Mano de obra		Costo asociado a la contratación de operarios que llevarán a cabo la construcción de la estación de recarga.

Así pues, resulta fundamental la **correcta identificación del tipo de cargador** idóneo para satisfacer la demanda esperada. Así como también, la selección **oportuna** tanto de la **ubicación**, que se refiere a la zona geográfica que maximizaría la demanda dentro de la ciudad o a lo largo de la carretera donde se planea instalar la infraestructura de carga y en la cual se espera; y de **la localización**, que se refiere al punto, dentro de la ubicación, que minimizaría los costos de instalación.

4.2.1.2. OPEX

Los costos relacionados a la operación y mantenimiento de la infraestructura recarga de acceso público dependerán, en gran medida, de las características del propio cargador así como de las condiciones necesarias que se llevaron a cabo durante la obra civil y eléctrica. En este sentido, algunos componentes típicos que forman parte del OPEX se muestran a continuación.

Figura 8. Componentes típicos del OPEX



Fuente: Análisis Deloitte

Dichos componentes, en general, pueden llegar a representar entre el 2 % y el 17 % del CAPEX⁴² pero sin contar con la tarifa de consumo de electricidad.

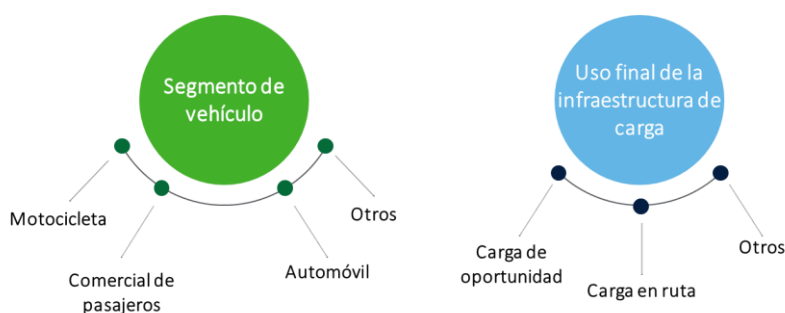
4.2.1.3 Otros costos

El componente menor peso dentro del CAPEX de una estación de recarga de vehículo eléctrico corresponde a aquellos costos que resultan de difícil cuantificación monetaria pero que acarrearán perjuicios económicos al aumentar el CAPEX. Este tipo de costos corresponden de manera general, como se ha mencionado anteriormente, a retrasos producidos en la puesta en marcha o puesta en servicio debido a incertidumbre en los planes de inversión, retrasos en las gestiones de solicitudes y permisos, y demás. Este tipo de situaciones provoca un costo de oportunidad, ya que, debido a estos retrasos, la estación de recarga no puede entrar en servicio y, por lo tanto, los agentes interesados no pueden obtener ingresos de la inversión realizada. El análisis asume que estos costos pueden llegar a representar un 2 % del costo total.

4.2.2. Identificación de infraestructura “tipo” en Colombia

Durante el proceso de análisis e investigación, se han identificado dos parámetros principales asociados a la demanda que definen los proyectos de infraestructura de carga, a saber, el segmento del vehículo y el uso final que el usuario de dicho vehículo dará a la infraestructura de carga. La siguiente figura muestra algunos ejemplos de estos parámetros.

Figura 9. Parámetros identificados que definen la tipología del proyecto de infraestructura de carga.



Fuente: Análisis Deloitte

Así pues, **mediante las entrevistas** desarrolladas durante la consultoría, se han identificado **dos tipos de infraestructura de carga de acceso público desarrollada en Colombia**.

- Infraestructura de carga lenta (Entre 7 kW y 11 kW en corriente alterna AC)

⁴² Ver Anexo 3: Detalle sobre los costos asociados con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos, para mayor detalle.

Principalmente enfocada a automóviles particulares y para carga de oportunidad. Suele estar ubicada en parqueaderos de centros comerciales, supermercados, concesionarios y en alianza con el sector retail. Esto debido a que, en general, los usuarios que hacen uso de estos cargadores se desplazan a este tipo de lugares a realizar sus actividades durante periodos de tiempo superiores a 1 o 2 horas. Así pues, no requieren de cargas rápidas. Además, el comercio donde se ubica estos cargadores puede verse beneficiado ya que atraerá y retendrá durante cierto tiempo a dichos usuarios.

- **Infraestructura de carga rápida (Entre 40 kW y 60 kW en corriente continua DC)**

Principalmente enfocada en a automóviles, y comerciales de carga o flotas que realizan carga en ruta o presenta una ansiedad de carga mayor. Debido a su potencia y tipo de corriente de salida, estos cargadores suelen requerir de menos tiempo para cargar un vehículo tipo automóvil y son más aptos para flotas de vehículos comerciales. Suelen estar ubicados a lo largo de la carretera o en ubicaciones estratégicas que benefician a este tipo de usuario.

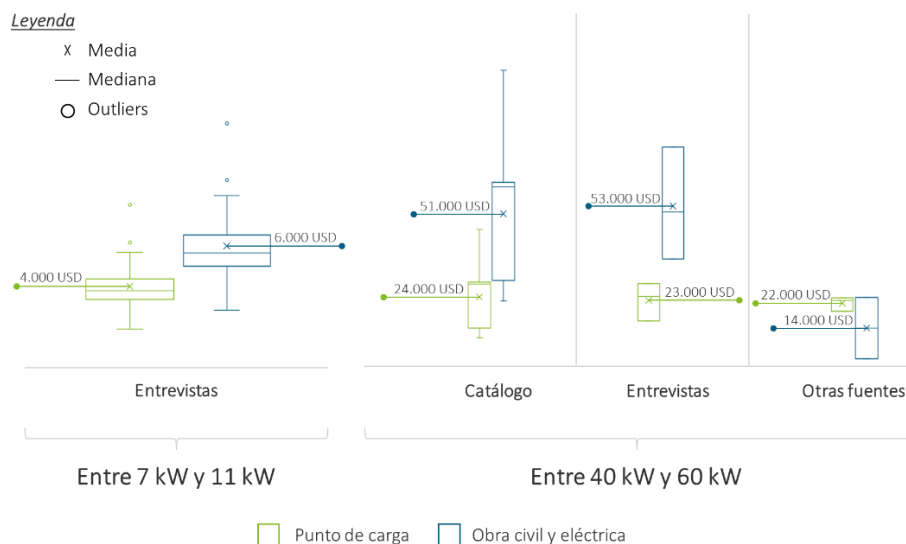
4.2.3. Detalle de costos para la infraestructura de carga “tipo” en Colombia

Con todo lo anterior, a continuación se presentan los costos (CAPEX y OPEX) estimados para la infraestructura de carga tipo identificada en Colombia. Para ello, la información se ha obtenido a partir de las entrevistas mencionadas anteriormente así como también información procedente de catálogos y artículos científicos⁴³.

4.2.3.1. CAPEX

El análisis diferencia entre los dos principales inductores mencionados anteriormente, el punto de carga y la obra civil y eléctrica. La siguiente figura muestra los diagramas de caja y bigotes del costo para el punto de carga y la obra civil y eléctrica, tanto para las estaciones de entre 7 kW y 11 kW (izquierda) y entre 40 kW y 60 kW (derecha).

Figura 10. Diagrama de caja y bigotes del CAPEX de las infraestructuras de carga típica identificadas en Colombia



Fuente: Diversas fuentes, entrevistas y análisis Deloitte

- **Infraestructura de carga lenta (Entre 7 kW y 11 kW en corriente alterna AC)**

El costo promedio de **punto de carga** se encuentra en los **4.000 USD (aprox. 18 millones de COP⁴⁴)** y de la **obra civil y eléctrica** en torno a los **6.000 USD (26 millones de COP)**. Además, en esta tipología de infraestructura de carga, se presentan **2 valores atípicos**, tanto en punto de carga como en la obra civil

⁴³ El detalle en mayor profundidad para otras tipologías de infraestructura se puede ver en el Anexo 3: Detalle sobre los costos asociados con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos, del presente documento.

⁴⁴ Con un tipo de cambio COP/USD = 4.418; que ha sido el tipo de cambio promedio entre enero y septiembre de 2023.

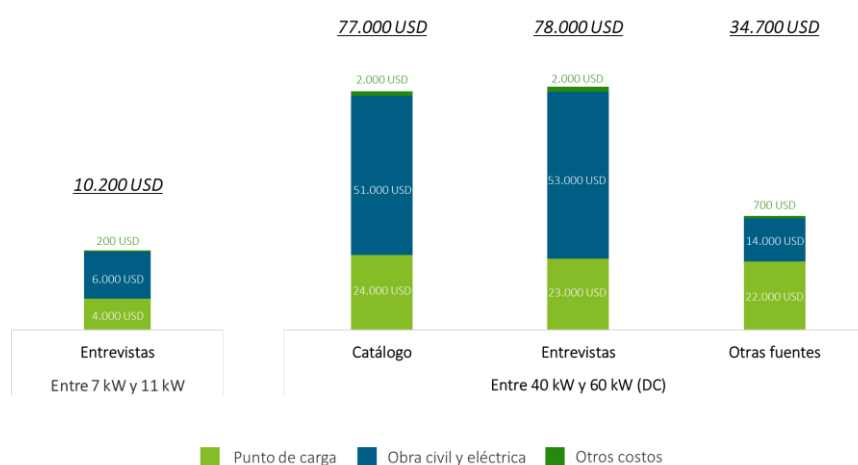
y eléctrica. Estos, presentan entre un 50 % y un 120 % por encima del costo promedio. Además, el rango intercuartílico se observa que es mayor para la obra civil y eléctrica que para el punto de carga, denotando mayor dispersión en la primera.

- **Infraestructura de carga rápida (Entre 40 kW y 60 kW en corriente continua DC)**

En este caso se observa igualmente como el **punto de carga** presenta una **menor dispersión en comparación con la obra civil y eléctrica**. De hecho, los valores centrales (medias) del cargador son relativamente similares, variando entre los **22.000 USD (aprox. 97 millones de COP)** cuando la consulta se realizó por **otras fuentes**, y los **24.000 USD (aprox. 106 millones de COP)** cuando la fuente principal provenía de diversos **catálogos**. Precisamente, entre eso dos valores se encuentra el dato obtenido mediante las **entrevistas realizadas 23.000 USD (aprox. 102 millones de COP)**. Por su parte, el costo correspondiente a la obra civil y eléctrica presenta mucha más dispersión independientemente de la fuente consultada. Así pues, la media con menor valor corresponde a *otras fuentes*, con un valor de 14.000 USD (aprox. 62 millones de COP) hasta una media de 53.000 USD (aprox. 234 millones de COP) correspondiente al valor obtenido mediante las entrevistas realizada durante la consultoría. Esto se debe principalmente al hecho de que este tipo de costos resulta muy heterogéneo dependiendo del país analizado, ya que influyen aspectos como la mano de obra, el estado de las redes, costos de materiales de construcción, tecnología disponible, entre otros

Si se toma las **medias mostradas en la figura anterior**, tanto del costo del cargador y de la obra civil y eléctrica, y se añade un porcentaje correspondiente otros costos, se obtiene el costo total para una infraestructura de recarga rápida típica. La siguiente figura muestra dichos valores.

Figura 11. CAPEX asociado a las estaciones de carga típicas identificadas en Colombia (costos medios)



Fuente: Diversas fuentes, entrevistas y análisis Deloitte

- **Infraestructura de carga lenta (Entre 7 kW y 11 kW en corriente alterna AC)**

En promedio, el **CAPEX total** de la infraestructura de carga lenta se sitúa en los **10.200 USD (aprox. 45 millones de COP)**. El peso que los **otros costos** pueden llegar a tener es de **200 USD (aprox. 1 millón de pesos)**.

- **Infraestructura de carga rápida (Entre 40 kW y 60 kW en corriente continua DC)⁴⁵**

Se observa como el **costo total medio⁴⁶** de una infraestructura de recarga rápida típica es similar tanto en el análisis realizado mediante catálogos, como en los datos arrojados mediante las entrevistas. Esto es, **77.000 USD (aprox. 340 millones de COP)** en el caso del **catálogo** y **78.000 USD (aprox. 345 millones**

⁴⁵ Para la sección catálogo, se ha inferido el costo asociado a la obra civil y eléctrica a partir de la información facilitada por las entrevistas. Esto es debido a que los precios de los cargadores resultan similares.

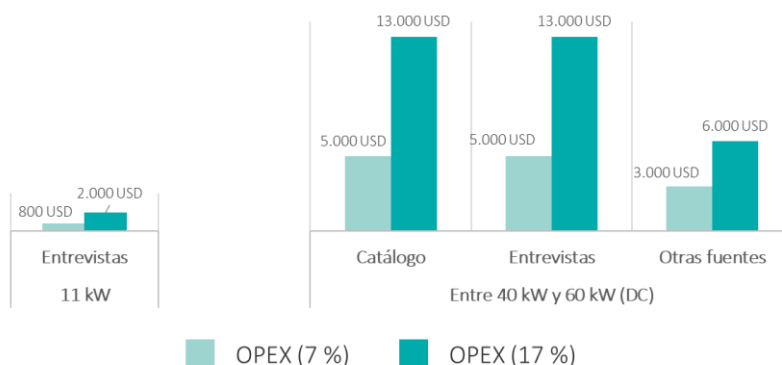
⁴⁶ Producto de sumar las medias del punto de recarga, obra civil y eléctrica y otros costos.

de COP) en el caso de las **entrevistas**. Por otra parte, cuando la fuente consultada ha sido **otras fuentes** como informes y artículos académicos, el costo total es mucho menor respecto al resto. De hecho, en este caso el costo total se sitúa en los **34.700 USD (aprox. 153 millones de COP)**, menos de la mitad que el resto de los valores encontrados durante el análisis. Dentro de este costo total se han identificado durante las entrevistas **otro tipo de costos** los cuales corresponden a, por ejemplo, los costos administrativos o de gestión asociados con el tiempo de espera de la resolución de un **incremento de potencia, modificación del proyecto por incertidumbre, etc.** Esto se ha estimado como un **2 % respecto al total del costo**.

4.2.3.2. OPEX

Como se mencionó anteriormente, estos costos representan entre el 7 % y el 17 % del CAPEX sin contar con el costo de la tarifa eléctrica. De esta manera y, a partir de los datos analizados y expuestos anteriormente el OPEX anual variará en las cuantías expuestas en la siguiente figura.

Figura 12. OPEX asociado a una estación de carga típicas identificadas en Colombia (sin incluir consumo eléctrico)



Fuente: Diversas fuentes, entrevistas y análisis Deloitte

Por otra parte, la **tarifa de consumo de electricidad** presenta características particulares por lo que no amerita ser tomada en cuenta dentro de este porcentaje y sí un análisis particular. En general, durante las entrevistas y análisis investigativo se ha identificado **heterogeneidad de precios** en dichas tarifas dependiendo de la **zona geográfica (costa, interior, amazonía, entre otros)**. Además, se han identificado **necesidades y oportunidades** en cuanto a las diferentes tipologías. En particular, los beneficios de poder acceder a tarifas de **libre mercado respecto a las reguladas** y la **implementación de tarifas ToU (Time of Use)** que permitan gestionar la demanda y modifiquen los patrones de consumo de los usuarios incentivándoles a realizar sus cargas en horarios valle.

4.3. Conclusiones

Del análisis expuesto anteriormente se arrojan las siguientes conclusiones:

- Se identifican **2 tipos de infraestructura de carga de acceso público** desarrollada en Colombia: (i) carga lenta (entre 7 kW y 11 kW) y de oportunidad principalmente para automóviles particulares, y (ii) carga rápida (entre 40 kW y 60 kW) en ruta destinado para una gama más amplia de segmentos del parque automotor.
- Para aquella **infraestructura de carga rápida**, el **costo del punto de carga** se ubica alineado con el mercado internacional.
- Por su parte, **los costos de obra civil y eléctrica se encuentran por encima de otras referencias internacionales**. En este sentido, durante las entrevistas **se han identificado** que la razón para estos costos elevados es en gran medida la **dificultad de realizar la obra eléctrica y las necesidades técnicas de la misma** (soterramiento, infraestructura resiliente, redes en malla, duplicidad de la red eléctrica,



entre otros). Esto se observa sobre todo en el desarrollo de infraestructura de carga rápida pues al necesitar mayor potencia se requiere mayor obra eléctrica.

- En relación con lo anterior, el **acceso a ubicaciones y localizaciones idóneas**, que permitan **optimizar los costos** de obra eléctrico puede ser determinante en el precio final. Si la infraestructura se encuentra cerca de subestaciones se logra aminorar el costo total.
- El **OPEX, sin considerar tarifas eléctricas**, en términos generales **no es excesivamente relevante** y dependerá en cierta medida del CAPEX. Cargadores de mayor potencia requerirán mayor OPEX.

Las **tarifas de consumo de electricidad** presentan **diversos escenarios según región o tipología** (regulada Vs libre mercado, tarifa única Vs por franja horaria, etc.).

5.- Identificación y actualización de las recomendaciones realizadas sobre la viabilidad y solidez económica y financiera de proporcionar apoyo público a la infraestructura de carga para vehículos eléctricos privados

En regiones donde el mercado de vehículos eléctricos aún no ha alcanzado una adopción significativa, lo que implica una demanda limitada de infraestructuras de carga, es posible que la viabilidad económica de los modelos de negocio privados para el despliegue de esta infraestructura sea reducida. Esto puede deberse a la falta de demanda de vehículos eléctricos o a la reticencia del sector a invertir en proyectos de esta tipología.

En tales casos, el **apoyo gubernamental, ya sea a través de financiamiento público o incentivos, desempeña un papel fundamental para impulsar la transición hacia la movilidad eléctrica**. Sin embargo, para asegurar la eficiencia y efectividad de los recursos económicos que se proporcionen públicamente, es esencial llevar a cabo un análisis amplio de la viabilidad y solidez económica de estas iniciativas. Este **enfoque estratégico permitirá tomar decisiones informadas y orientadas a lograr un sistema de movilidad eléctrica sostenible**, beneficiando tanto a la población como al medio ambiente.

Es por ello por lo que, esta actividad tiene como objetivo principal **revisar y analizar las conclusiones obtenidas en los estudios previos realizados que se centraron en el desarrollo de modelos de negocio y mecanismos de financiación** aplicables a Colombia para incentivar el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Este enfoque servirá principalmente para que las conclusiones que se obtengan de esta revisión y análisis sirvan como **base fundamental para evaluar las necesidades de apoyo gubernamental a dicho despliegue, así como, realizar recomendaciones adicionales sobre la viabilidad y solidez económica de proporcionar apoyo público** al despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos.

En este sentido, a continuación, se desarrollan las siguientes tareas: (i) identificación y análisis de las recomendaciones obtenidas de los estudios previos y (ii) propuesta de recomendaciones adicionales sobre la viabilidad y solidez económica de proporcionar apoyo público en Colombia:

5.1 Identificación y análisis de las recomendaciones realizadas por los estudios previos sobre la viabilidad y solidez económica de proporcionar apoyo público para el despliegue de la infraestructura de carga en Colombia:

En el contexto del despliegue de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos en Colombia, es esencial realizar una revisión amplia de las recomendaciones previamente formuladas por estudios previos que analizasen la viabilidad y solidez económica de proporcionar apoyo público a dicho despliegue.

En este sentido, se ha identificado que el estudio más reciente que evalúa estos aspectos es el estudio previo elaborado por USAENE junto con el Departamento Nacional de Planeación y el Banco Interamericano de Desarrollo, titulado *“Identificación de modelos de negocio y estructuración de hojas de ruta de implementación, para el desarrollo de la red de estaciones de carga pública a nivel nacional y la estructuración de proyectos piloto en Colombia. Fase 2: Estructuración y Evaluación” de (Mayo 2022)*.

Es por ello por lo que en esta tarea, se ha llevado a cabo un **análisis de los modelos de negocio propuestos** por este estudio y la **viabilidad de los mismos en el contexto colombiano** para incentivar la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Posteriormente, se ha identificado **el modelo de negocio generalmente más viable para Colombia**, así como, se ha **identificado el modelo financiero propuesto** con el fin de respaldar la viabilidad del modelo de negocio en Colombia. Además, se han identificado las **recomendaciones finales emitidas** por este estudio previo, lo que ha permitido que se identifiquen las bases para evaluar las necesidades de apoyo gubernamental a dicho despliegue.

Identificación de los modelos de negocio propuestos en relación con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos:

En el estudio previo elaborado por USAENE junto con el Departamento Nacional de Planeación y el Banco Interamericano de Desarrollo, se **identificaron 4 modelos de negocio de la revisión de experiencias internacionales** para el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos.

Estos modelos variaban según el (i) origen de los fondos; (ii) el rol del Gobierno; (iii) el rol del agente privado; (iv) el rol de la empresa de servicios públicos distribuidoras de energía y; (v) el nivel de desarrollo de vehículos eléctricos. A continuación, se definen los modelos más comunes identificados en dicho estudio:



Modelo público: los recursos para inversión, operación y mantenimiento son del gobierno, ya sea nacional y/o local y en este caso, el privado cumple la función de operar, pero prestando un servicio al gobierno y no participando en el negocio de la carga de vehículos eléctricos. Este modelo de negocio se consideró ideal bajo condiciones de mercado emergentes, es decir, que la penetración de vehículos eléctricos es incipiente, está en sus inicios y es menor al 1.5% respecto a la flota automotor nacional o local.



Modelo público – privado y Modelo de Alianzas Público – Privadas (APP): ambos modelos contemplan la participación del privado, sin embargo, existe una diferencia entre ambos modelos. La diferencia está dada principalmente en el origen de los recursos. En el público – privado, puede existir financiación parcial o total por parte del gobierno nacional y/o local para la inversión (CAPEX), mientras que en la APP toda la inversión es del privado y en ambos casos, puede llegar a existir unas subvenciones o subsidios a la tarifa para sostener la operación y mantenimiento. En ambos casos se recomendó que exista un mercado de vehículos eléctricos en desarrollo, donde la penetración de vehículos eléctricos ya supere el 1.5% de la flota automotor nacional o regional para que no requiera de tantos recursos públicos.



Modelo privado: el privado tiene el 100% del negocio y es autosostenible de manera que el privado pueda percibir un retorno a su inversión. Tanto la inversión como la operación y mantenimiento es del privado y el rol del gobierno se restringe únicamente a regular, definir normas y establecer la política para el mercado de vehículo eléctrico. El modelo privado funciona cuando existe un mercado de vehículo eléctrico desarrollado, con una penetración que permita la viabilidad financiera del negocio. De acuerdo con la experiencia internacional, se mencionó que una vez se supere el 3% de penetración de vehículo eléctrico respecto a la flota automotor nacional o local, se espera que sea viable para los privados desarrollar la infraestructura de carga.

Tabla 3: Detalle de los modelos de negocio identificados a nivel internacional y roles de los diferentes actores para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos

Tipo de Modelo de Negocio	Origen de recursos	Función del Gobierno	Responsable de AOM ⁴⁷	Nivel de desarrollo del mercado
Público	Fondos públicos (CAPEX/OPEX)	Gobierno asigna Recursos, define normas, políticas y seguimiento y control	AOM Privado (Servicio)	Mercado emergente. Penetración de vehículo eléctrico <1.5%
Público-Privado	Fondos públicos (CAPEX) – Fondos mixtos (OPEX)	Gobierno asigna Recursos, define normas, políticas y seguimiento y control	AOM Privados	Mercado en desarrollo. Penetración de vehículo eléctrico entre 1.5%-3%
Alianzas Público-Privadas (APP)	Fondos privados (CAPEX/OPEX) – Fondos públicos (OPEX)	Gobierno asigna Concesión, define normas, políticas y seguimiento y control	Despliegue y AOM privados	Mercado en desarrollo. Penetración de vehículo eléctrico entre 1.5%-3%
Privado	Fondos privados (CAPEX/OPEX)	Gobierno define norma y políticas	Despliegue y AOM privados	Mercado desarrollado. Penetración de vehículo eléctrico >3%

Fuente: elaboración propia a partir de USAENE (2022)

Análisis sobre la viabilidad de los modelos de negocio propuestos en relación con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en el contexto colombiano:

Posteriormente, en el estudio previo elaborado por USAENE junto con el Departamento Nacional de Planeación y el Banco Interamericano de Desarrollo, se realizó una evaluación de los modelos de negocio teniendo en cuenta la **viabilidad técnica, institucional, financiera, territorial, social y normativa y regulatoria, atendido al contexto de aplicación**, el cual incluye **grandes ciudades, ciudades intermedias y vías nacionales**.

En este sentido, los resultados de la evaluación sobre la viabilidad de los modelos de negocio aplicados al contexto de Colombia fueron los siguientes:

(i) Para modelos de negocio con aplicación en grandes ciudades y ciudades intermedias



Modelo Público: Este modelo se identificó como viable cuando la penetración de vehículos eléctricos es inferior al 3%. Aunque puede incentivar considerablemente la adopción de vehículos eléctricos al proporcionar infraestructura de carga con recursos públicos, **presenta desafíos financieros y de inversión para el Gobierno**. Además, su **viabilidad social es limitada**, ya que los recursos públicos benefician solo a una minoría de la población que utiliza vehículos eléctricos.



Modelo Público-Privado y Asociación Público-Privada (APP): Estos modelos se identificaron viables cuando la penetración de vehículos eléctricos es inferior al 3%. La **distribución de riesgos entre el Gobierno y el sector privado facilita diferentes enfoques de implementación y puede generar sinergias**. Sin embargo, es necesario abordar cuestiones normativas para la implementación efectiva de esta figura APP.



⁴⁷ AOM: Administración, Operación y Mantenimiento



Modelo Privado: Este modelo se identificó viable una vez que la **demand**a de vehículos eléctricos sea lo **suficientemente alta para ser financieramente sostenible**, es decir, cuando la penetración de vehículos eléctricos supere el 3%. Antes de eso, debido a la baja demanda, este modelo se ha identificado como inviable. Sin embargo, en **Colombia**, los privados han desarrollado infraestructura de carga principalmente como parte de **proyectos piloto y con inversión de riesgo, apostando a una recuperación futura de la inversión y no en el corto plazo, subsidiando temporalmente la recuperación del CAPEX**. En muchos casos, **ofrecen el servicio de carga de forma gratuita**, lo que no genera ingresos directos por el servicio.

Adicionalmente, en el estudio se ha identificado una **diferencia en la viabilidad entre grandes ciudades y ciudades intermedias**, especialmente en aspectos técnicos e institucionales. Las ciudades intermedias enfrentan **desafíos adicionales debido a la disponibilidad limitada de recursos técnicos y financieros para implementar modelos de negocio con participación pública**. Tienen menos capacidad para capacitar personal o implementar modelos públicos y público-privados en comparación con las grandes ciudades.

En resumen, la **viabilidad de los modelos de negocio para la infraestructura de carga depende en gran medida del nivel de penetración de vehículos eléctricos, la distribución de riesgos y los recursos disponibles**, con algunas diferencias significativas entre grandes ciudades y ciudades intermedias.

(ii) Para modelos de negocio con aplicación en vías nacionales



Modelo Público: Este modelo se ha identificado como viable cuando se requiera instalar una cantidad limitada de infraestructura de carga. Sin embargo, a medida que aumenta el flujo de vehículos eléctricos y la cantidad de **infraestructura necesaria crece, el costo financiero y social aumenta, lo que puede hacer inviable este modelo**. El gobierno puede carecer de recursos suficientes para proyectos de gran envergadura.



Modelo Público-Privado: Este modelo se ha identificado como **viable independientemente del flujo de vehículos eléctricos en vías nacionales**. Parte de la inversión es realizada por el sector privado, lo que reduce el costo social para el Gobierno **y distribuye el riesgo entre ambas partes**. Además, es **posible incluir el desarrollo de infraestructura de carga dentro de las concesiones existentes, creando diferentes submodelos según la distribución del riesgo**.



Modelo de Asociación Público-Privada (APP): El modelo APP se ha identificado como **no viable** debido a la existencia de concesiones en las vías actuales. No es posible agregar nuevas concesiones para el despliegue de infraestructura de carga bajo este modelo.



Modelo Privado: Este modelo se ha identificado como viable siempre que la demanda de vehículos eléctricos sea suficiente para que el negocio cierre financieramente. Además, **se puede ofrecer como un servicio complementario al negocio ya existente en las vías nacionales**.

En resumen, la **viabilidad de los modelos de negocio para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en vías nacionales depende del tamaño del proyecto y la distribución de la inversión entre el sector público y privado**. Mientras que el modelo público-privado es generalmente viable, el modelo público puede ser desafiante en proyectos de gran envergadura, y el modelo APP no es aplicable debido a las concesiones existentes. Por otro lado, el modelo privado es factible siempre que haya suficiente demanda para respaldar financieramente el negocio.

Identificación del modelo de negocio para el despliegue de infraestructura en Colombia, así como del modelo de financiación que viabilice este modelo de negocio:

Finalmente, en el estudio previo elaborado por USAENE junto con el Departamento Nacional de Planeación y el Banco Interamericano de Desarrollo, se optó por el modelo Público-Privado para el desarrollo de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, considerando la situación que había en el momento de la redacción del estudio, de penetración y ventas de vehículos eléctricos. En este modelo propuesto, el sector privado se encarga de la operación, mantenimiento y proporciona el terreno para la instalación de estaciones de carga, mientras que el gobierno tiene un rol fundamental en la financiación a través de líneas de crédito no reembolsables, que pueden cubrir parte o la totalidad del costo de inversión (CAPEX). Los fondos para el CAPEX pueden provenir de diversas fuentes, dependiendo de cómo se estructure el proyecto.

El sector público desempeña un papel clave al definir la política, los mecanismos y los instrumentos normativos necesarios para el desarrollo de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico. En cuanto a la operación, el sector privado asume los costos de operación y mantenimiento (AOM) bajo su propio riesgo.

Este modelo de negocio se consideró que se adapta de manera ideal a un mercado de vehículos eléctricos en crecimiento, donde la demanda de estaciones de carga puede cubrir parcial o completamente los costos de operación y mantenimiento. Para ello, se sugirió que la penetración de vehículos eléctricos en el parque automotor del país estuviera en el rango del 1.5% al 3% para que este modelo funcione de manera óptima.

Una vez definido cuál es el modelo de negocio que mejor se adaptaba al contexto de Colombia, se **estudió un posible modelo financiero con el objetivo de evaluar el modelo de negocio público – privado** bajo diferentes escenarios de manera que se pudiera **estimar las condiciones necesarias para viabilizar el modelo de negocio desde el punto de vista financiero y así pudiera este ser atractivo para el sector privado**.

El modelo financiero que se definió se compuso de tres principales grupos de variables: (i) Técnicas, (ii) Comerciales y (iii) Financieras, las cuales incluyen a su vez variables adicionales dentro de estos:

Figura 13: Principales variables consideradas en el modelo financiero para el evaluar la viabilidad del modelo de negocio propuesto para el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia

Técnicas	Financieras	Comerciales
- Proyecciones de infraestructura de carga - Relación de Cargadores Semirápidos y Rápidos - Demanda de los cargadores	- Tiempo de financiación % Financiamiento - Tasa de descuento - Periodo de gracia - Porcentaje de comisión - Porcentaje CAPEX a cubrir por privado	- Arriendo local - Precio de energía \$/kWh - Servicios de red - Mantenimiento preventivo (% CAPEX) - Seguros (% CAPEX) - CAPEX cargadores - Incentivos - Exclusión IVA/Renta - Depreciación acelerada - Aranceles - Ingresos por servicio de carga y otros servicios adyacentes

Fuente: elaboración propia a partir de USAENE (2022)

Finalmente, las principales conclusiones del estudio financiero que se identificaron en relación con la evaluación de un modelo de negocio Público – Privado para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos en Colombia fueron las siguientes:

- Se requiere apoyo del Gobierno para lograr un incremento en la infraestructura de carga mientras se logra el crecimiento en las ventas de vehículos eléctricos. En un mercado de crecimiento, son

necesarios los **incentivos planeados por Ley** para que resulte atractivo el modelo (exclusión IVA/Renta, depreciación acelerada, no pago de aranceles, entre otros)

- Una vez se alcance la demanda necesaria, el **privado asumiría parte del CAPEX y aportaría el área de instalación**. La proporción de ese CAPEX depende de los incentivos que se logren en temas de IVA y renta y del costo del servicio de carga, entre otros.
- Se requieren **líneas de crédito blando** para que los particulares puedan financiar el **CAPEX** para que el costo del servicio de carga sea competitivo
- Se debe **promover un esquema** en donde el privado o entidad territorial aporten el **terreno** para la instalación de las estaciones de carga debido a la naturaleza fija del cargo operativo que supone el costo de los terrenos.

En este sentido, el análisis de las principales conclusiones y recomendaciones de los estudios previos que analizasen la viabilidad y solidez económica de proporcionar apoyo público a dicho despliegue ha permitido que se identifiquen las bases para evaluar las necesidades de apoyo gubernamental a dicho despliegue. En la siguiente tarea, se realiza la propuesta de recomendaciones adicionales, en base al análisis anterior y a la experiencia del consultor, sobre la viabilidad y solidez económica de proporcionar apoyo público en Colombia.

5.2 Propuesta de recomendaciones adicionales sobre la viabilidad y solidez económica de proporcionar apoyo público en Colombia:

El siguiente apartado tiene como objetivo la propuesta de recomendaciones para respaldar la financiación de proyectos de infraestructura de carga pública para vehículos eléctricos en Colombia. Hasta la fecha, la inversión en infraestructura de carga ha estado principalmente a cargo de inversionistas privados, con algunos mecanismos públicos que han contribuido a reducir el costo de inversión de estos proyectos. En Colombia, ya existen modelos de negocio para proyectos de infraestructura de carga pública que no dependen de ayudas gubernamentales, en particular en grandes ciudades donde se consideran áreas comercialmente atractivas. La inversión privada en este sector crecerá a medida que el mercado de movilidad eléctrica se consolida y el riesgo de demanda disminuye. Sin embargo, para lograr un despliegue a gran escala de esta infraestructura en Colombia, en un momento en que el mercado de movilidad eléctrica está en sus primeras etapas, tiene una relevancia esencial contar con el respaldo del Gobierno en estos proyectos.

En este sentido, existen diversos posibles mecanismos de financiamiento público para el despliegue de infraestructura de carga que podrían ser recomendables aplicar en Colombia, dada la necesidad de créditos blandos que ayuden a la inversión en CAPEX o de incentivos que hagan más atractivo los proyectos. Estas recomendaciones de mecanismos abarcan también posibles mecanismos emergentes, incluidos aquellos que están surgiendo en otros sectores y que podrían ser relevantes para el mercado de infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Se listan a continuación, algunos posibles mecanismos de financiación que podrían aplicarse en Colombia, sin limitar la definición de otros posibles en la Actividad 2 de esta consultoría:

- (i) **Aprovechamiento de esquemas públicos de subvención vigentes:** El Gobierno podría proporcionar subvenciones directas a proyectos de infraestructura de carga para reducir los costos iniciales de inversión y fomentar la adopción de vehículos eléctricos. En este sentido, podrían articularse dichas subvenciones mediante el FENOGÉ una vez, se modifique el Manual Operativo para garantizar que los proyectos de infraestructura de carga de vehículos eléctricos tengan acceso a financiamiento y apoyo adecuado en Colombia, así como, a través de otros fondos que puedan articularse.

- (ii) **Desarrollo de programas específicos para infraestructura de carga pública:** Establecer programas de ayuda singulares que apliquen a agentes interesados en el despliegue de infraestructura de carga y en áreas que se consideren estratégicas para el Gobierno y las municipalidades, cuyo interés comercial todavía no se haya desarrollado por una baja rentabilidad del proyecto o elevados riesgos. De tal forma, se incentivará la expansión de la red de infraestructura de carga en áreas estratégicas de Colombia.
- (iii) **Créditos Fiscales:** Se podrían ofrecer incentivos fiscales a empresas y particulares que inviertan en infraestructura de carga eléctrica, lo que podría incluir deducciones fiscales o créditos por la inversión realizada. En este sentido, en el apartado llamado “6.- Identificación y actualización de los incentivos públicos, así como su impacto para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos” se proporciona un mayor detalle de los incentivos que generalmente se estructuran para incentivar la movilidad eléctrica, así como la infraestructura de carga, así como se particulariza en los incentivos que hasta la fecha se aplican en Colombia para esta tipología de proyectos.
- (iv) **Financiación pública:** Se podría evaluar la posibilidad de estructurar préstamos de origen público o público-privado, con el objeto de ofrecer tasas financieras preferenciales, plazos de amortización más amplios y/o períodos de carencia, entre otras facilidades, a los proyectos de infraestructura de carga de vehículos eléctricos, facilitando así el acceso al financiamiento al aliviar la carga financiera de los proyectos.
- (v) **Garantías soberanas sobre la financiación:** El Gobierno podría facilitar el acceso a la financiación por parte de instituciones financieras privadas a proyectos de carga de vehículos eléctricos, reduciendo el riesgo percibido por los prestamistas.
- (vi) **Promover mecanismos de financiación sostenible:** El Gobierno podría promover el desarrollo de mecanismos específicos en relación con la financiación asociada a proyectos categorizados bajo criterios de sostenibilidad, como por ejemplo el desarrollo de infraestructura de recarga eléctrica, con un tratamiento de riesgos y prudencial diferenciado del resto de financiaciones. Asimismo, la emisión de bonos soberanos verdes por parte del Gobierno permite también facilitar el acceso a mayores fuentes de financiación.
- (vii) **Asociaciones Público-Privadas (APP):** El Gobierno podría asociarse con empresas privadas para desarrollar proyectos de infraestructura de carga eléctrica, compartiendo costos y riesgos. Dependiendo del modelo de negocio que se establezca, el CAPEX y OPEX soportado por los diferentes agentes será variable y determinante para el despliegue del proyecto.

En Colombia donde la adopción de vehículos eléctricos, así como, la demanda de infraestructura de carga todavía no ha alcanzado un despliegue nacional robusto, la viabilidad económica de los modelos de negocio privados para desplegar esta infraestructura puede ser reducida. **En tales casos, el respaldo gubernamental, a través de financiamiento público o incentivos, es esencial para impulsar la transición hacia la movilidad eléctrica. Sin embargo, es crucial realizar un análisis detallado de la viabilidad económica de estas iniciativas para garantizar un uso eficiente de los recursos públicos.** En esta actividad, se han analizado las recomendaciones basadas en estudios previos para respaldar la financiación de proyectos de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. Y posteriormente, **se han sugerido algunos mecanismos de financiamiento público con posibilidad de aplicación en Colombia**, incluyendo subvenciones, créditos fiscales, un banco estatal, asociaciones público-privadas, garantías de préstamos, programas singulares y bonos verdes, **para apoyar el despliegue de la infraestructura de carga** y promover la movilidad eléctrica en el país. Si bien es cierto, en la siguiente Actividad de esta consultoría llamada “AP. 2 Modelos de negocio y mecanismos de financiación”, se abordará con más detalle estos aspectos tan relevantes para el estudio de un despliegue nacional de infraestructura de carga de vehículos eléctricos.

6.- Identificación y actualización de los incentivos públicos, así como su impacto para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos

La transición hacia la movilidad eléctrica y el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos son elementos cruciales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el cambio climático. En este contexto, la implementación de incentivos públicos puede ser una herramienta estratégica para acelerar este proceso transformador en Colombia. Estos incentivos públicos, tanto directos como indirectos, **desempeñan un papel fundamental en la promoción de la movilidad eléctrica y la construcción de una infraestructura de carga robusta y accesible.**

En este apartado, primero se explora, en base al conocimiento, estudios y experiencias realizadas por el equipo consultor, **las diversas categorías de incentivos públicos y sus posibles impactos** que un país puede desarrollar e implementar para catalizar el crecimiento de la movilidad eléctrica y la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Estos incentivos no solo promueven que la adopción del vehículo eléctricos sea más atractiva para los consumidores, sino que también **estimulan la inversión privada en la creación de una red de infraestructura de carga.** A lo largo de este análisis, se examinaron ejemplos de países que han implementado con éxito diversas estrategias de incentivos, arrojando luz sobre cómo estas políticas pueden adaptarse y aplicarse de manera efectiva en diferentes contextos nacionales.

En segundo lugar y, en base a la revisión de los estudios previos realizados, se **expondrán las conclusiones obtenidas sobre los incentivos públicos propuestos en Colombia** para el despliegue de la movilidad eléctrica y en concreto, de la infraestructura de carga.

En tercer lugar, se detallan los **posibles impactos que supondrían la aplicación de incentivos públicos** para alcanzar el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. En este sentido, el análisis incluye la definición de impactos directos e indirectos, así como de posibles mecanismos adicionales que se proponen desarrollar para minimizar los impactos.

Finalmente, se detallan las **principales conclusiones obtenidas del análisis realizado** para **identificar, actualizar y ampliar**, si aplicase, los incentivos públicos propuestos en el despliegue a gran escala de la infraestructura de recarga de vehículo eléctrico en Colombia.

A continuación, se analizan algunos de los principales incentivos que se han implementado generalmente para incentivar el desarrollo de la movilidad eléctrica, así como, el **estado actual** dentro del contexto de Colombia. Se han clasificado principalmente, en función de si incentivan la compra de vehículos, son incentivos fiscales o son beneficios que aplican sobre la propiedad y experiencia de poseer un vehículo eléctrico, entre otros.

Con objeto de señalar, el estado actual de cada incentivo identificado, se han **establecido tres estados diferentes:**



Identificado:

Señala a aquellos incentivos que el Gobierno ya ha identificado en alguno de los documentos políticos, regulatorios o normativos publicados hasta la fecha de este informe. En este sentido, la identificación de los documentos se encuentra detallada en el correspondiente párrafo del apartado 6.2 de este documento.



Se considera su tratamiento:

Señala a aquellos incentivos que el Gobierno ya ha considerado como necesarios, pero no se han definido en ninguno de los documentos políticos, regulatorios o normativos publicados hasta la fecha de este informe o no ha sido identificado de forma específica. En este sentido, la identificación de los documentos se encuentra detallada en el párrafo correspondiente del apartado 6.2 de este documento.



No identificado:

Señala a aquellos incentivos que han sido identificados durante el análisis de los estudios previos y otras buenas prácticas en torno al despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Sin embargo, en el desarrollo de esta consultoría no se han identificado en fuentes de información públicas y fiables que dichos incentivos hayan sido regulados y establecidos en Colombia.

		Identificado	Se considera su tratamiento	No identificado
Incentivos directos a los vehículos eléctricos				
Beneficios fiscales	Incentivo fiscal a la adquisición de vehículos eléctricos . <i>Por ejemplo, deducción del IVA o exención de los gravámenes de registro o de los derechos de importación.</i>			
	Incentivo fiscal a la propiedad de vehículos eléctricos . <i>Por ejemplo, exención o reducción del impuesto anual de circulación.</i>			
	Incentivo fiscal a las empresas . <i>Por ejemplo, exención de los impuestos al CO2 de la empresa o reducciones sobre la base imponible.</i>			
Beneficios a la compra de vehículos eléctricos	Incentivo fijo a la compra de vehículos eléctricos			
	Niveles de incentivos en función del precio de venta al público del vehículo eléctrico			
	Niveles de incentivos en función de las características del vehículo eléctrico			
	Incentivos sujetos a desguace por el vehículo anterior.			
	Niveles de incentivos sujetos a aspectos sociales . <i>Por ejemplo, en función de los ingresos de los hogares.</i>			
	Incentivos "Bonus-malus" . Penalizaciones sobre aquellos compradores de vehículos de combustibles.			

		Identificado	Se considera su tratamiento	No identificado
Incentivos indirectos a los vehículos eléctricos				
Beneficios a la propiedad y experiencia los vehículos eléctricos	Establecer tarifas reducidas en peajes para el uso de carreteras			
	Establecer tarifas reducidas o estacionamiento gratuito para los vehículos eléctricos en las ciudades			
	Acceso a áreas restringidas de las ciudades. "Green zone" .			
	Establecer plazas de estacionamiento exclusivas para vehículos eléctricos			
	Acceso gratuito a los puntos de recarga de vehículo eléctrico			
	Otros incentivos aplicados. <i>Por ejemplo: el descuento sobre la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes</i>			
Incentivos directos al despliegue de la infraestructura de carga				
Beneficios a la compra / Incentivos fiscales	Promoción de la infraestructura de carga pública			
	Promoción de la infraestructura de carga privada			
	Promoción de la infraestructura de carga en los lugares de trabajo			
Beneficios a la propiedad y experiencia los vehículos eléctricos	Asignación de terrenos para instalar infraestructura de carga pública			
	Promoción de tarifas eléctricas diferenciadas para la carga de vehículos eléctricos			
Incentivos indirectos al despliegue de la infraestructura de carga				
Otros beneficios	Establecer modificaciones en los códigos de construcción para que los edificios estén preparados para instalar la infraestructura de carga de vehículos eléctricos			
	Asistencia técnica y capacitación para el despliegue de la infraestructura de carga			
	Incentivos para la expansión de las redes eléctricas públicas con objeto de aumentar el despliegue de infraestructura de carga			

Fuente: elaboración propia

6.1 Posibles incentivos públicos en torno a la movilidad eléctrica:

Incentivos directos

Los incentivos directos son una herramienta estratégica para impulsar la adopción de vehículos eléctricos en un país. Estos incentivos pueden adoptar diversas formas y están diseñados para hacer que la compra y la propiedad de los vehículos eléctricos sean más atractivos. A continuación, se detallan algunos de los tipos de incentivos directos que un país puede establecer para promover la movilidad eléctrica, sin limitar la definición de otros posibles:

- (i) **Beneficios fiscales:** reducción o exención de determinados impuestos. Estos también tienen diferentes tipologías:
 - a. **Adquisición:** Muchos países optan por reducir o eximir impuestos relacionados con la compra de vehículos eléctricos. Esto puede incluir la deducción del Impuesto al Valor Agregado (IVA) o la exención de los gravámenes de registro o los derechos de importación. Un ejemplo de país que aplicó esta medida es Austria, el cual implementó una deducción del IVA y una exención del impuesto de circulación a los vehículos de zero emisiones⁴⁸.
 - b. **Propiedad,** por ejemplo, exención o reducción del impuesto vehicular, un descuento en la revisión técnico-mecánica periódica anual o en el seguro obligatorio del vehículo. En la mayoría de los países, los propietarios de un automóvil deben pagar una tasa anual o impuesto por tener el automóvil y usar la infraestructura pública. La mayoría de estos países han adoptado sistemas que tienen como objetivo reducir estas tarifas a los propietarios de vehículos eléctricos, estableciendo tarifas mínimas o reducidas para este tipo de vehículos o eximiendo directamente de pagar estos impuestos, ya sea temporalmente o permanentemente. Un ejemplo de país que aplicó esta medida es Alemania, el cual implementó la exención del impuesto anual de circulación para los vehículos que emitieran $\leq 95\text{g CO}_2/\text{km}$ ⁴⁹.
 - c. **Impuestos corporativos,** por ejemplo, exención de los impuestos al CO₂ de la empresa o reducciones en la base imponible. Sin embargo, un factor clave a considerar es que, en la mayoría de los países, los empleados que utilizan un automóvil de empresa para fines privados deben gravar el beneficio en especie sobre el impuesto sobre la renta. Luego, las políticas que se ocupan de este tema han sido un instrumento crucial para promover las compras de vehículos eléctricos en el sector empresarial. Se han establecido diversos beneficios, incluidos coeficientes reducidos aplicados al precio de compra del vehículo, reducción fiscal porcentual fija del precio de compra del vehículo o una reducción basada en la capacidad de la batería de un vehículo. Un ejemplo de país que aplicó esta medida es Irlanda⁵⁰.
- (ii) **Incentivos a la compra:** Actualmente, los coches eléctricos generalmente implican una mayor inversión inicial en comparación con el desembolso necesario para comprar un coche con motor de combustión con un rendimiento similar. Aunque la inversión a largo plazo puede ser rentable debido al ahorro en combustible, mantenimiento o en la reducción de los incentivos fiscales, el desembolso inicial es un factor decisivo en la mayoría de los casos. Diversos gobiernos han optado por ofrecer rebajas directas a la compra con el fin de reducir esta diferencia entre los vehículos de combustión y eléctricos apreciados por el comprador y así fomentar la compra de vehículos

⁴⁸ (Gobierno de Austria - Fondos federales para la protección del clima y el medio ambiente, 2023)

⁴⁹ (Gobierno de Alemania - Oficina de Aduanas (Zollamt), 2023)

⁵⁰ (Gobierno de Irlanda - Sustainable Energy Authority of Ireland (SEAI, 2021)

eléctricos. En muchos casos, los incentivos no solo se centran en las compras, sino que también afectan a los contratos de arrendamiento.

En este sentido, la metodología para establecer la cantidad a disminuir varía mucho de un país a otro. Las metodologías más relevantes son:

- a. **Incentivo fijo:** aunque la mayoría de los países tienen subsidios variables, hay países que dan una cantidad fija de descuento para vehículos con un precio inferior a un límite máximo, puede ser como una subvención directa a la compra del vehículo. Un ejemplo de país que aplicó esta medida es Reino Unido, a través de su oficina *"Office for Zero Emission Vehicles"*⁵¹.
- b. **Niveles de incentivos en función del precio de venta al público:** muchos países tienen diferentes cantidades de incentivos para diferentes rangos de precios minoristas. Un ejemplo de país que aplicó esta medida es Francia, a través del programa *"Ecological Bonus and the Conversion Bonus"*⁵².
- c. **Niveles de incentivos en función de las características del vehículo:** en lugar de categorizar el nivel de incentivo después del precio minorista, algunos incentivos varían según las características técnicas del vehículo. Por ejemplo, en función de la autonomía eléctrica o la capacidad de la batería. Un ejemplo de país que aplicó esta medida es California, a través del programa *"Clean Cars 4 All"*⁵³.
- d. **Incentivos sujetos a desguace:** algunos sistemas de incentivos varían la cantidad subvencionada en función de si el comprador trae un coche viejo para su desguace o no y de los años de vida de dicho coche. Un ejemplo de país que aplicó esta medida es España, a través del programa *"Plan Moves"*⁵⁴.
- e. **Incentivos sujetos a aspectos sociales:** para hacer frente a las diferencias sociales, algunos países han establecido diferentes niveles de incentivos a la compra en función de los ingresos de los hogares. Un ejemplo de país que aplicó esta medida es Francia, a través del programa *"Ecological Bonus and the Conversion Bonus"*⁵⁵.
- f. **Sistemas de incentivos "Bonus-malus":** se puede adoptar un sistema que no solo compensa a los compradores de "vehículos verdes", sino que también penalice a aquellos que optan por opciones más contaminantes. En este sentido, en función de las emisiones contaminantes de CO₂ del coche, se aplica un incentivo o un cargo adicional. Un ejemplo de país que aplicó esta medida es Suecia, a través del programa *"Grön Teknik"* (Tecnología ecológica)⁵⁶.

Incentivos indirectos

Los incentivos indirectos desempeñan un papel significativo en el fomento de la movilidad eléctrica al ofrecer una serie de beneficios y privilegios a los usuarios de vehículos eléctricos más allá de las reducciones de impuestos y los subsidios directos a la compra. Estos incentivos se centran en hacer que la experiencia de propiedad y uso de un vehículo eléctrica sea más conveniente y atractiva, lo que contribuye a una adopción más generalizada. A continuación, se detallan ejemplos de incentivos indirectos que un país puede establecer para promover la movilidad eléctrica, sin limitar a la definición de otros posibles:

⁵¹ (Gobierno de Reino Unido - Oficina de Vehículos Zero Emisiones, 2023)

⁵² (Gobierno de Francia, 2023)

⁵³ (Gobierno de California - California Air Resources Board (CARB), 2023)

⁵⁴ (IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2021)

⁵⁵ (Gobierno de Francia, 2023)

⁵⁶ (Swedish Transport Agency, 2022)

- (i) **Acceso a carriles de vehículos de alta ocupación (HOV)**, carriles bus u otro tipo de carriles exclusivos, incluso con un solo ocupante en el vehículo para aquellos que circulen con vehículos eléctricos. Un ejemplo de país que aplicó esta medida fue California, que implantó el programa *“High-Occupancy Vehicle Systems”*⁵⁷.
- (ii) **Tarifas reducidas en peajes para el uso de carreteras**. En este caso, las autopistas pueden tener un cargo de reducción de peaje para vehículos eléctricos. Un ejemplo de país que aplicó esta medida fue Irlanda en el programa *“Low Emissions Vehicle Toll Incentive (LEVTI) Scheme”*⁵⁸.
- (iii) **Tarifas reducidas o estacionamiento gratuito en las ciudades**. Estas medidas, aplicadas en muchas ciudades grandes o medianas de todo el mundo, pueden tener un impacto significativo en áreas con estacionamiento público restringido en la calle, que no solo reducen o eliminan las tarifas por vehículos eléctricos, sino que también extienden o eliminan las restricciones de tiempo de estacionamiento. Un ejemplo de ciudad que aplicó esta medida fue Santa Mónica en California en el programa *“Clean Air Vehicle decals”*⁵⁹.
- (iv) **Acceso a áreas restringidas de la ciudad**, donde los coches de combustión no pueden circular. Esta es una tendencia muy común en las grandes ciudades de Europa, donde el acceso a las zonas céntricas está regulado o en su mayoría prohibido para combatir la contaminación del aire local y la congestión del tráfico. Un ejemplo de ciudad que aplicó esta medida fue Barcelona en España en el programa *“Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) Rondas de Barcelona”*⁶⁰.
- (v) **Otros incentivos**, como plazas de aparcamiento exclusivas o acceso gratuito a los puntos de recarga, son ampliamente promovidos en la mayoría de los países principalmente por empresas privadas (centros comerciales, tiendas minoristas, restaurantes, etc.) que tienen como objetivo atraer a los usuarios de vehículos eléctricos a sus instalaciones.

La mayoría de estas medidas son, debido a su naturaleza, comúnmente establecidas por las áreas metropolitanas o las autoridades de la ciudad. Por lo tanto, pueden surgir muchas otras alternativas para implementar incentivos hacia la penetración de vehículos eléctricos en áreas específicas al analizar las particularidades de cada una de estas áreas. Esto podría incluir descuentos en el transporte público para propietarios de vehículos eléctricos, acceso preferencial a servicios de *carsharing* eléctrico o la creación de zonas de carga exclusivas en áreas urbanas.

Incentivos a la infraestructura de carga

La sinergia existente entre los vehículos eléctricos y la infraestructura de carga hace que el desarrollo de una amplia red de puntos de carga sea esencial como facilitador para la penetración de los vehículos eléctricos. Pero esta infraestructura es costosa y, trae consigo otros temas relacionados como la regulación o el consumo de energía.

Por lo tanto, además de los incentivos a los vehículos eléctricos, los gobiernos tienden a desarrollar estrategias de concepción centradas específicamente en el despliegue de la red de infraestructura de carga cuando persiguen alcanzar los desafiantes objetivos de penetración de vehículos eléctricos. Como parte de estas estrategias, muchos países han creado diferentes incentivos para ayudar a financiar la instalación de nuevos puntos de recarga.

⁵⁷ (Gobierno de California - Departamento de Transporte de California (Caltrans), 2020)

⁵⁸ (Gobierno de Irlanda, 2022)

⁵⁹ (Gobierno de California - Departamento de Vehículos a Motor, 2020)

⁶⁰ (Área Metropolitana de Barcelona, 2020)

- (i) **Promoción del cargador público:** por lo general, cuando la infraestructura de carga disponible al público no es rentable, la Administración Pública toma la iniciativa, generalmente a nivel local, creando su propia infraestructura pública. No obstante, más comúnmente, los gobiernos facilitan a las empresas privadas la instalación de puntos de carga de acceso público, cediendo o alquilando espacios públicos a empresas que luego pagan por la instalación de puntos de recarga. A nivel nacional, también se puede diseñar programas que beneficien a diferentes grupos de consumidores como municipios, asociaciones, instituciones públicas, pequeñas y medianas empresas, o colectivos residenciales que instalen infraestructura de carga pública. Un ejemplo de región que incentiva esta medida es la Unión Europea la cual tiene la ambición de desarrollar la infraestructura de recarga pública, tal como se indica en el acuerdo provisional sobre la propuesta de Reglamento sobre la infraestructura para los combustibles alternativos (AFIR), que establece los requisitos de cobertura de la recarga eléctrica en toda la red transeuropea de transporte (RTE-T). Un acuerdo entre el Banco Europeo de Inversiones y la Comisión Europea pondrá a disposición ayudas para desarrollar infraestructuras de combustibles alternativos, incluida la carga rápida eléctrica⁶¹.
- (ii) **Promoción de cargador privado:** Esto es una iniciativa ampliamente adoptada, ya que muchos países tienen incentivos para ayudar a los propietarios privados de vehículos eléctricos a instalar puntos de carga nacionales. A la hora de adquirir un vehículo eléctrico, además del sobrecoste y las particularidades de este tipo de vehículos, uno de los factores más importantes a tener en cuenta es que el comprador probablemente necesitará instalar un punto de recarga en casa. Este costo adicional, que puede ser significativamente alto dependiendo de las condiciones del edificio (por ejemplo, el cableado existente), podría evitar que muchos compradores potenciales adquieran un vehículo eléctrico. Por lo tanto, las Administraciones Públicas pueden ofrecer descuentos, de manera similar a los incentivos de compra de vehículos eléctricos explicados anteriormente, para ayudar a los propietarios privados o empresas que compran un vehículo eléctrico y requieren la instalación de un punto de carga. Un ejemplo de país que aplicó esta medida es España⁶², a través del programa “Plan Moves” destinado a subvencionar la compra de vehículos y la instalación de puntos de recarga.
- (iii) **Promoción del cargador en el lugar de trabajo:** Las estaciones de carga en los lugares de trabajo son atractivas para los viajeros que pueden dirigirse a su lugar de trabajo y dejar el vehículo cargando durante las horas de trabajo. Por ello, muchas iniciativas pretenden animar a las empresas privadas a instalar puntos de recarga en sus instalaciones para permitir que sus propios empleados enchufen su vehículo eléctrico mientras trabajan. En este caso, se puede ofrecer exenciones fiscales para las empresas que instalen puntos de recarga en sus plazas de aparcamiento. Un ejemplo de país que aplicó esta medida es Reino Unido⁶³.
- (iv) **Tarifas eléctricas adaptadas a las necesidades de los vehículos eléctricos:** además de incentivar la instalación de puntos de carga, muchos países y regiones están diseñando tarifas eléctricas que consideren las necesidades particulares asociada a la energía utilizada en los puntos de carga. En ocasiones este hecho implica diferentes programas de cooperación entre la Administración Pública y las empresas energéticas para ofrecer tarifas específicas que apliquen en un rango de horas particular para incentivar la carga de los vehículos en horas de baja demanda eléctrica y por tanto, más baratas. Así como otras opciones diversas (tarifas por compensación por prestación de servicios de flexibilidad a las redes, reducciones de impuestos a la electricidad, tarifas basadas en

⁶¹ (Consejo de la Unión Europea, 2023)

⁶² (IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2021)

⁶³ (HM Revenue & Customs - Government UK, 2023)

el tiempo que reducen su precio durante la noche, etc.). Un ejemplo de país que aplicó esta medida es California, que establece diferentes tarifas eléctricas por tiempo de uso específicas para incentivar tecnologías con energía limpias como los vehículos eléctricos⁶⁴.

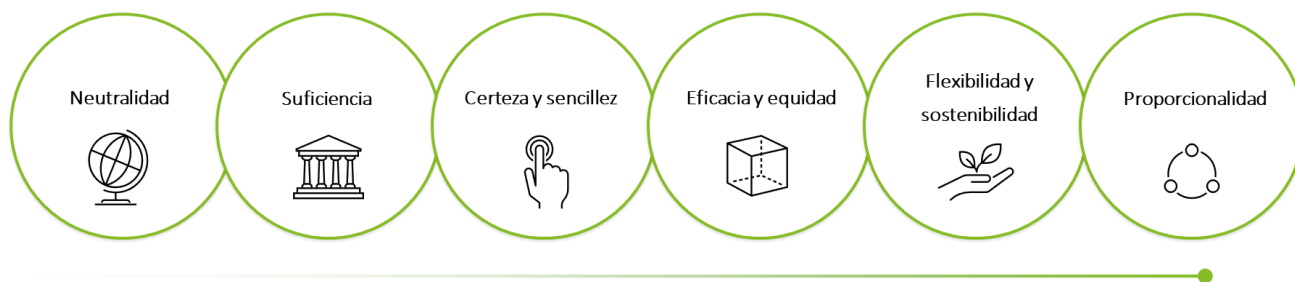
- (v) **Códigos de construcción listos para vehículos eléctricos:** algunos gobiernos están estableciendo obligaciones nacionales o locales para hacer que los nuevos edificios incluyan puntos de carga o al menos el cableado requerido para poder instalar fácilmente futuros puntos de carga si los usuarios del edificio lo exigen en cualquier momento. Un ejemplo de país que aplicó esta medida es Alemania⁶⁵, que establece la obligación de la instalación de infraestructura de carga de automóviles eléctricos en cada edificio nuevo o renovado con un mínimo de 5 plazas de aparcamiento.
- (vi) **Asistencia técnica y capacitación** para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Proporcionar asistencia técnica y capacitación a empresas y comunidades interesadas en instalar y operar estaciones de carga de vehículos eléctricos. Esto puede ayudar a superar barreras técnicas y promover la adopción de estándares asociados a la infraestructura de carga.
- (vii) **Incentivos para la expansión de las redes eléctricas públicas:** establecer incentivos para que las empresas de servicios públicos amplíen sus redes eléctricas y habiliten la instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Un ejemplo de región que aplica esta medida es Estados Unidos, a través del programa “Investing in America” que ha propuesto movilizar una significativa inversión en mejorar la infraestructura nacional de redes eléctricas⁶⁶.

Sostenibilidad y eficiencia de los incentivos

Como se vio anteriormente, la **mayoría de los países están impulsando el cambio a la movilidad eléctrica a través de diferentes sistemas fiscales y de incentivos**, que pueden tener un impacto significativo en sus presupuestos nacionales, regionales o locales. Por ello, la Administración Pública debe diseñar cuidadosamente los sistemas de financiación que hay detrás de todos estos sistemas, evitando intentar competir en la carrera por la movilidad eléctrica a cualquier precio.

Para evaluar las posibles opciones para los sistemas tributarios, la OECD⁶⁷ propone un marco a partir de los principios tributarios básicos de:

Figura 14: Principales principios tributarios básicos para garantizar la sostenibilidad y eficiencia de los incentivos públicos



Fuente: elaboración propia

En este sentido, se detallan a continuación las principales características de cada uno:

⁶⁴ (Southern California EDISON, s.f.)

⁶⁵ (Deutscher Bundestag, 2021)

⁶⁶ (La Casa Blanca Estados Unidos, 2023)

⁶⁷ OECD: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

- (i) **Neutralidad:** las opciones potenciales deben evaluarse con respecto a su neutralidad entre las diferentes formas de actividades comerciales, en comparación con el marco fiscal existente, asegurando que la promulgación de un nuevo impuesto no resulte en discriminación a favor o en contra de formas particulares de hacer negocios. Llevado al caso concreto de las medidas, impuestos e incentivos mencionados anteriormente, un ejemplo negativo podría ser la reducción de las tarifas eléctricas para la recarga de vehículos eléctricos que resulta en que los usuarios regulares de electricidad tengan que pagar costes adicionales.
- (ii) **Suficiencia:** los beneficios de cualquier reforma deben superar los costos de su adopción, incluidos los costos de transición y de implementación. Idealmente, los impuestos deben cumplir con su propósito previsto al tiempo que minimizan los costos de cumplimiento tanto para las empresas como para las administraciones en la medida de lo posible. A modo de ejemplo, si existe un beneficio fiscal para los usuarios de vehículos eléctricos que devuelve un 5% de sus gastos de electricidad en términos de declaraciones de impuestos, pero requiere que los usuarios presenten pruebas de cada cargo individual y, requiere que el personal administrativo revise todos ellos, los costos tanto para el propietario del vehículo como para la Administración Pública podrían ser considerablemente mayores que la declaración de impuestos en sí.
- (iii) **Certeza y sencillez:** las normas deben entenderse fácilmente a todas las partes implicadas a fin de facilitar a los contribuyentes anticipar por adelantado las consecuencias fiscales de las transacciones y a los administradores evaluar el cumplimiento. Esto permite a las empresas tomar decisiones óptimas, reduce el potencial de disputas y los sistemas más simples resultan en menores costos de cumplimiento. En el área del vehículo eléctrico e infraestructura de carga, donde están involucrados muchos aspectos tecnológicos que podrían ser difíciles de entender para el público en general que carece de conocimientos específicos en la materia, los incentivos y beneficios podrían ser difíciles de comprender, lo que resultaría en que los compradores no puedan aprovechar al máximo los beneficios que ofrecen los sistemas, o no puedan tomar la decisión óptima para su caso y situación particular.
- (iv) **Eficacia y equidad:** los impuestos deben producir la cantidad correcta de impuestos en el momento adecuado. Al evaluar la equidad de cualquier opción propuesta, es importante evaluar quién puede soportar la carga final y en qué proporción. Para preservar la equidad, también es muy importante asegurar que cualquier nuevo sistema esté estructurado de manera efectiva para garantizar que llegue a todos sus destinatarios como pretendía y evitar escenarios de doble imposición o incertidumbres que podrían terminar en evasión fiscal. No hacerlo podría crear la percepción pública de injusticia, reduciendo la eficacia de las medidas. Por ejemplo, si un gobierno establece un impuesto a las emisiones de vehículos, pero utiliza el promedio de los hogares para calcular los impuestos, podría resultar en que los hogares más ricos compren autos eléctricos adicionales solo para reducir sus emisiones promedio y evitar pagar impuestos adicionales, mientras que los hogares medianos que solo pueden pagar un automóvil de combustión tendrán que pagar por el impuesto.
- (v) **Flexibilidad y sostenibilidad:** los nuevos sistemas deben ser sostenibles en el tiempo y lo suficientemente flexibles como para satisfacer los ingresos cambiantes de la Administración Pública. Deben diseñarse no solo para hacer frente a los desafíos actuales, sino también para hacer frente a los escenarios futuros y los desarrollos comerciales y tecnológicos. Por ejemplo, si un sistema actual transmite impuestos monetarios provenientes de la adquisición y propiedad de vehículos, y decide eximir a los vehículos eléctricos de todos los impuestos, debe diseñarse cuidadosamente para adaptarse a situaciones futuras. Si no lo hace, en un escenario futuro en el que el porcentaje de vehículos eléctricos aumenta significativamente, los impuestos sobre la renta podrían reducirse hasta un punto que haga que el sistema sea insostenible.

- (vi) **Proporcionalidad:** las opciones potenciales deben adaptarse para cumplir con el alcance del desafío que se pretende abordar, evitando tanto la exageración como la subestimación.

En este sentido, si los gobiernos quieren desplegar incentivos e impuestos para acelerar la transición hacia escenarios de movilidad eléctrica, las **medidas adoptadas deberían ser suficientes para potenciar la penetración en el mercado y el desarrollo de los vehículos y la infraestructura de carga**. Sin embargo, **si el sistema no es proporcional** y, sólo se centra en promover el despliegue de estas tecnologías a cualquier precio, **posiblemente** se generará una situación en la que se produzcan inversiones masivas en activos en un momento en el que no serán rentables, lo que **conllevaría un déficit del sistema a largo plazo** que difícilmente se podrá sostener.

6.2 Identificación de los incentivos públicos aplicados en Colombia para incentivar el despliegue de la movilidad eléctrica

En Colombia, principalmente, es la Ley 1964 del 2019 la que establece incentivos para los vehículos de cero emisiones, entendidos como aquellos que para propulsarse no emiten elementos contaminantes al aire ni gases de efecto invernadero. Dichos incentivos, como la reducción en la tarifa aplicable, tienen costos fiscales para la nación. A continuación, se describen los incentivos identificados que aplican en el contexto de Colombia de forma más detallada y clasificados en función de las categorías anteriores mencionadas:

- (i) **Incentivos directos. Beneficios fiscales sobre la adquisición de vehículos eléctricos:**
- a. El primer incentivo, en términos de **impuestos al valor agregado**, se estableció que los bienes de la partida arancelaria 87.04: *Vehículos automóviles eléctricos, híbridos e híbridos enchufables para el transporte de mercancías*, tendrán una tasa de IVA de 5%⁶⁸.
 - b. El segundo incentivo es un **gravamen arancelario de 0 % para importar** a Colombia vehículos propulsados con motores eléctricos⁶⁹.
- (ii) **Incentivos directos. Beneficios fiscales sobre la propiedad⁷⁰ de vehículos eléctricos:**
- a. El primer incentivo es una **tarifa aplicable máxima de un 1% del valor comercial del vehículo**. Es decir, el **impuesto vehicular** que paga un vehículo eléctrico no debe superar el 1% de su valor comercial. Los vehículos en Colombia pagan un impuesto vehicular cuya tasa aplicable más baja es de 1.5 %, para vehículos de hasta \$52.483.000. Además, contempla una tarifa de 2.5 % para vehículos de entre \$52.483.000 y \$118.083 y un impuesto del 3.5 % para vehículos con un precio superior a \$118.083.000⁷¹.
 - b. El segundo incentivo es un **descuento en la revisión técnico-mecánica**. Por su parte, la resolución conjunta del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible y el Ministerio de Transporte número 20213040039485 reglamenta esta disposición estableciendo un descuento del 30% en el costo de este servicio.

⁶⁸ Artículo 468-1 del Estatuto Tributario Nacional, por el cual se expide el Estatuto Tributario de los Impuestos Administrados por la Dirección General de Impuestos Nacionales.

⁶⁹ Decreto 2051 de 2019, por el cual se modifica parcialmente el Arancel de Aduanas para la importación de vehículos con motor de funcionamiento exclusivo con gas natural y el Decreto 1116 de 2017 para vehículos eléctricos.

⁷⁰ Ley 1964 de 2019, por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones.

⁷¹ Decreto 2588, del 23 de diciembre de 2022, por el cual se ajustan los valores absolutos del impuesto sobre vehículos automotores para el año gravable 2023.

- c. El tercer incentivo es un **descuento de un 10% en las primas del Seguro Obligatorio de Accidente de Tránsito (SOAT)**, que todo propietario de un vehículo automotor que circule en Colombia, incluyendo los vehículos extranjeros que circulen en forma transitoria por el territorio nacional, debe de tener de forma obligatoria.
- d. El cuarto incentivo, se basa en establecer el **incentivo del no pago de la contribución (20 %)** establecida en el artículo 47 de la Ley 143 de 1994, el artículo 89.1 de la Ley 142 de 1994 y demás que lo modifiquen o sustituyan, sobre el consumo de la energía eléctrica destinado a la carga de vehículos eléctricos o sistemas eléctricos de transporte masivo de pasajeros⁷².

(iii) **Incentivos indirectos sobre la propiedad de vehículos eléctricos⁷³:**

- a. **Acceso a áreas restringidas de la ciudad.** Los vehículos eléctricos y de cero emisiones estarán exentos de las medidas de restricción a la circulación vehicular en cualquiera de sus modalidades que la autoridad de tránsito local disponga (pico y placa, día sin carro, restricciones por materia ambiental, entre otros), excluyendo aquellas que se establezcan por razones de seguridad.
- b. **Otros incentivos.** Las entidades públicas y los establecimientos comerciales que ofrezcan al público sitios de parqueo, en los municipios de categoría especial y los de primera y segunda categoría de acuerdo con lo establecido en la Ley 617 de 2000, deberán destinar un porcentaje mínimo del dos por ciento (2%) del total de **plazas de parqueo habilitados, para el uso preferencial de vehículos eléctricos.**
- c. **Otros incentivos.** Incentivos al uso de vehículos eléctricos y de cero emisiones otorgados por parte de las entidades territoriales. Las entidades territoriales podrán desarrollar, promover y ofertar la adopción de esquemas de incentivos económicos para impulsar la movilidad eléctrica a nivel territorial tales como descuentos sobre el registro o impuesto vehicular, tarifas diferenciadas de parqueaderos o exenciones tributarias.

(iv) **Incentivos a la infraestructura de carga⁷⁴:**

- a. **Promoción del cargador público.** En términos de infraestructura, el Gobierno establece que los municipios de categoría especial (**excluyendo** a Buenaventura y Tumaco) deben garantizar un **mínimo de 5 estaciones de carga rápida, abiertas al público.** Particularmente, para el caso de la **ciudad** de Bogotá, el número de estaciones de carga rápida deben ser de mínimo 20.
- b. **Promociones a la adquisición de equipos para la recarga de vehículos eléctricos de cualquier categoría y clase de servicio.** En términos de beneficios tributarios, en la Resolución UPME 319 de 2022 “Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la evaluación de las solicitudes de evaluación y emisión de los certificados que permitan acceder a los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014” se establecen diversos incentivos tributarios y arancelarios que aplican a la compra de infraestructura de recarga.
- c. **Códigos de construcción listos para vehículos eléctricos.** En términos de disposiciones urbanísticas, el Gobierno establece que las autoridades de planeación de los distritos y municipios de categoría especial, 0, 1, 2 y 3 junto con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y

⁷² Artículo 49 de la Ley 2099 de 2021, por medio de la cual se dictan las disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones.

⁷³ Ley 1964 de 2019, por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones

⁷⁴ Ley 1964 de 2019, por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones

Territorio, reglamentarán los lineamientos técnicos necesarios para garantizar que los edificios de uso residencial y comercial, cuenten con una acometida de electricidad para carga o el repostaje de vehículos eléctricos.

En este sentido, **en Colombia existe una necesidad apremiante de incrementar los incentivos para promover el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos y por lo tanto, de la movilidad eléctrica.**

Adicionalmente, tal y como avanzaron los estudios previos realizados, así como se ha detallado en el apartado “1.- *Identificación y actualización de fallos de mercado existentes en el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico*” se recomienda una **revisión exhaustiva de los incentivos actualmente en vigor, ya que se han identificado algunos fallos de mercado que están teniendo un impacto directo en el desarrollo a gran escala de la infraestructura** y la movilidad eléctrica en el país, sin limitar a la consideración del resto de barreras identificadas en dicho apartado. En concreto, se numeran las siguientes barreras a las que habría que prestar especial consideración:

- Ausencia de medidas que reduzcan el atractivo de los vehículos con tecnologías convencionales.
- Equiparamiento en el trato que el gobierno de Colombia plantea tanto para la movilidad eléctrica como para el uso del gas natural vehicular.
- Los vehículos híbridos no enchufables tienen mismos incentivos que los vehículos eléctricos y menor precio de compra.

6.3 Posibles impactos derivados de la introducción de incentivos públicos:

Desplegar incentivos e impuestos para acelerar la transición hacia escenarios de movilidad eléctrica y, en concreto, la **adopción de reducciones fiscales** destinadas a impulsar el despliegue de la movilidad eléctrica, **suele ser una medida eficaz**. Sin embargo, tiene un impacto fiscal en los ingresos fiscales que debe considerarse tanto desde la perspectiva de la sostenibilidad de los presupuestos nacionales como por sus efectos socioeconómicos.

En este sentido, tiene especial relevancia analizar cómo los **incentivos públicos fiscales** pueden afectar a los ingresos públicos y proponer medidas complementarias para reducir el impacto global de dichos incentivos. Este análisis ha considerado (i) **impactos directos en la recaudación de ingresos fiscales** debido a la incentivación de la movilidad eléctrica, (ii) **impactos indirectos adicionales en la economía** y (iii) **mecanismos adecuados para aumentar los ingresos públicos**. En base en el conocimiento, estudios y experiencias realizadas por el equipo consultor, se recomendaría que, el **proceso este siempre alineado con la determinación pública hacia sistemas fiscales no regresivos**, centrándose en proteger el impacto de los incentivos a la movilidad eléctrica sobre los consumidores de bajos ingresos que tienen menos probabilidades de poseer vehículos eléctricos.

Figura 15: Mecanismos que se contemplan para alcanzar la eficiencia y sostenibilidad en la recaudación fiscal con el objetivo de incentivar la movilidad eléctrica en Colombia



Fuente: elaboración propia

En este sentido, se identifican a continuación posibles impactos que se podrían derivar de la introducción de incentivos públicos para el despliegue de la infraestructura de carga y de la movilidad eléctrica en Colombia, así como posibles mecanismos que reduzcan dichos impactos:

(i) **Impactos directos:**

Cualquier incentivo o beneficio fiscal desarrollado por una entidad pública tiene un impacto directo en las cuentas públicas. Algunos posibles impactos directos pueden ser:

- Reducción de la recaudación fiscal** debido a los beneficios fiscales sugeridos para los vehículos eléctricos y la infraestructura de recarga
- Aumento del gasto público** debido a destinar recursos significativos en forma de subsidios, subvenciones y otros mecanismos de financiación.

Primero, es esencial identificar el punto de partida, que corresponde al escenario inicial de ingresos fiscales asociados directamente a los vehículos en Colombia. En este sentido, en Colombia, existen varios impuestos y tasas relacionados con la propiedad y el uso de vehículos. Algunos de los **principales impuestos y tasas aplicables a los vehículos en Colombia incluyen:** el **Impuesto al Valor Agregado**, el **gravamen arancelario asociado a la importación** de vehículos, el **impuesto vehicular** sobre la compra de vehículos, el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT).

Los incentivos y beneficios fiscales implementados actualmente en Colombia se aplican sobre algunos de los impuestos mencionados anteriormente. Además, dado que se han identificado más **un conjunto de incentivos basados en algunas de las mejores prácticas aplicadas en otras geografías**, como resultado de nuestro trabajo en el apartado 5.1 *Posible incentivos públicos en torno a la movilidad eléctrica*, cualquier variación en estos impuestos tendrá un **impacto directo y significativo en los ingresos fiscales para el sector público de Colombia**.

(ii) **Impactos indirectos:**

Algunos impactos indirectos que pueden surgir como resultado de la introducción de incentivos públicos para la movilidad eléctrica y la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia:

- a. La reducción de la **recaudación fiscal debido a un menor consumo de combustibles**
- b. El **aumento de los ingresos derivados de un mayor consumo de electricidad** a través de la recaudación de impuestos y tarifas eléctricas
- c. **Desarrollo de la industria nacional.** La promoción de la movilidad eléctrica puede estimular el desarrollo de una industria local relacionada con el mantenimiento de vehículos eléctricos, la inversión en infraestructura de carga, la producción de componentes asociados a dicha infraestructura o la inversión asociada a esfuerzos de refuerzo adecuados en las redes eléctricas. Esto **podría generar empleo y contribuir al crecimiento económico**.
- d. **Diversificación de las fuentes de ingresos públicos.** La promoción de la movilidad eléctrica puede ser una estrategia para diversificar las fuentes de ingresos públicos a largo plazo, reduciendo la dependencia de los impuestos asociados con los combustibles fósiles y buscando nuevas fuentes de ingresos relacionadas con la electricidad y los servicios de carga. Típicamente los posibles incentivos actuales a la movilidad eléctrica tenderían a desaparecer y se establecerán otros nuevos con objeto de generar nuevas recaudaciones en impuestos. Posibles ejemplos para diversificar las fuentes de ingresos podrían ser: eléctricos, medioambientales -para futuro reciclaje de baterías-, indirectos y directos, etc. La transición fiscal/impositiva deberá ser gradual con el objeto de no generar un déficit en la balanza pública.
- e. **Reducción de Emisiones y Beneficios Ambientales.** A largo plazo, la adopción de vehículos eléctricos puede contribuir a la reducción de la contaminación del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto puede tener beneficios económicos indirectos al mejorar la salud pública y reducir los costos asociados con la atención médica y la mitigación del cambio climático.

Es por ello que también se considera relevante, **identificar impactos indirectos económicos que benefician al sistema en términos de crecimiento del PIB o de reducción de las importaciones.**

(iii) **Mecanismos adecuados para aumentar los ingresos públicos:**

Una vez considerados todos los aspectos anteriores, es necesario analizar la posibilidad de desarrollar **medidas adicionales encaminadas a promover la consolidación fiscal y presupuestaria**. Estas medidas generalmente se han basado en la **revisión de los incentivos e impuestos actuales, así como en el estudio de las necesidades adecuadas en cuanto a nuevos impuestos**. Algunas de estas medidas adecuadas que ya se están aplicando en otras geografías y que podrían ser aplicables a Colombia son:

- a. Adaptación de los gravámenes sobre los **derechos de importación aplicables a los vehículos convencionales**, alineados con los objetivos nacionales a largo plazo sobre el impacto medioambiental del sector del transporte.
- b. Revisión de los beneficios fiscales o exenciones que podrían ser **eliminados o ajustados para compensar la disminución de ingresos fiscales**. Por ejemplo, podrían revisarse los beneficios fiscales a los vehículos de gas natural vehicular o los vehículos híbridos no enchufables.
- c. Desarrollar mecanismos específicos de **imposición de tarifas y precios** que consideren el uso de los recursos energéticos requeridos para el transporte de nueva tecnología que facilite un

mayor control de la población sobre el consumo de energía y el control de las emisiones de los vehículos.

- d. Establecer mecanismos fiscales que **graven la circulación de los vehículos de tecnologías convencionales**.
- e. Implementación de nuevos impuestos o tasas: se pueden considerar nuevos impuestos o tasas específicas relacionadas con la movilidad eléctrica una vez, se alcance el despliegue a gran escala. Esto podría incluir un impuesto adicional a la electricidad utilizada para cargar vehículos eléctricos o un impuesto de circulación específico para estos vehículos. Estos nuevos impuestos pueden ayudar a equilibrar los ingresos fiscales.

En relación con los aspectos mencionados anteriormente, **será considerable el impacto de las nuevas políticas fiscales en los sectores vulnerables, ya que éstos suelen ser los que menos posibilidades tienen de adquirir un vehículo eléctrico**. Además, estos sectores suelen ser los que tienen una mayor dependencia de los vehículos de combustión.

En base a lo anterior expuesto, la implementación de incentivos fiscales públicos para promover la infraestructura de carga y la transición hacia la movilidad eléctrica es una estrategia efectiva, pero su impacto en los ingresos fiscales es un aspecto crítico que no debería pasarse por alto. Este análisis amplio ha evaluado tanto los impactos directos en la recaudación de ingresos fiscales como los efectos indirectos en la economía en general de Colombia, además de proponer mecanismos para mitigar el impacto global de estos incentivos.

En este contexto, es **esencial que cualquier proceso de implementación esté alineado con el objetivo de mantener sistemas fiscales equitativos y no regresivos**. Adicionalmente, se recomienda poner un énfasis especial en **proteger a los consumidores de bajos ingresos**, quienes tienen menos probabilidad de poseer vehículos eléctricos, para garantizar que la movilidad eléctrica sea accesible para todos y que los beneficios socioeconómicos de esta transición se distribuyan de manera justa en la sociedad. **Este enfoque integral y equitativo es fundamental para el éxito a largo plazo de la movilidad eléctrica en Colombia como parte de una estrategia sostenible y económica**.

7.- Evaluación de las capacidades técnicas y profesionales de la industria nacional para su fortalecimiento

La evaluación de las capacidades técnicas y profesionales de la industria colombiana es esencial para mejorar y fortalecer la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en el país. Esto implica **analizar las habilidades y conocimientos existentes en la industria, así como identificar áreas donde se requiere desarrollo y capacitación adicionales**. Al comprender las capacidades actuales, Colombia puede tomar medidas para cerrar las brechas y prepararse para el crecimiento de la movilidad eléctrica. Esto incluye, generalmente, la formación de profesionales en tecnologías y sistemas de infraestructura de carga, el fomento de la investigación y desarrollo en el sector, y la promoción de alianzas estratégicas entre empresas nacionales e internacionales.

En este sentido, el objetivo de esta actividad es llevar a cabo una **evaluación en detalle de las capacidades actuales técnicas y profesionales en Colombia** relacionadas con la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Esto implica considerar una amplia gama de aspectos, como la instalación, el mantenimiento, la operación y otros aspectos clave. La evaluación tiene como propósito **identificar las necesidades específicas de capacitación** para garantizar que todos los actores involucrados en el despliegue de la infraestructura estén debidamente preparados y tengan el conocimiento necesario para participar en el mercado asociado la infraestructura de carga.

Además, se busca explorar posibles sinergias con otras iniciativas relacionadas con energías sostenibles, lo que implica evaluar la experiencia laboral en campos relacionados, como podría ser la instalación de placas fotovoltaicas. Con base en los resultados de esta evaluación integral, se **proporcionarán algunas recomendaciones específicas para programas de capacitación que ayudarán a fortalecer las capacidades técnicas y profesionales en el sector** de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. El objetivo principal, por lo tanto, es garantizar que el país esté preparado para el crecimiento y la expansión exitosa de la movilidad eléctrica.

Figura 16: Objetivos particulares para la evaluación de las capacidades técnicas y profesionales de la industria nacional para su fortalecimiento



Fuente: elaboración propia

Para llevar a cabo esta actividad de manera efectiva y alineada con las necesidades del mercado actual en Colombia, esta consultora considera esencial **contar con la participación activa de los stakeholders** que están involucrados o tienen interés en el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. La **información que provenga directamente de estos actores es de gran valor**, ya que les permite evaluar las capacidades técnicas y profesionales existentes **desde su perspectiva única**.

Generalmente, dichos stakeholders son los más adecuados para identificar las posibles necesidades de capacitación que podrían surgir en el contexto colombiano y **anticipar las áreas de conocimiento** que serán clave en el futuro. Su experiencia y conocimiento directo del mercado local les permitirá contribuir de manera significativa a la **identificación de las áreas críticas que requieren fortalecimiento**.

Asimismo, estos actores pueden ser una fuente valiosa para **identificar las oportunidades de formación profesional** en el país **que podrían ayudar a capacitar a futuros profesionales en este sector**.

En este sentido y, dado que la colaboración estrecha con los stakeholders es fundamental para garantizar que la realización de esta tarea sea pertinente y eficaz en el fortalecimiento de las capacidades técnicas y profesionales en el ámbito de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, **esta tarea se realiza mediante la realización de entrevistas a los principales stakeholders que participaron en los workshops⁷⁵, taller y revisión documental previamente definido en este documento**.

7.1. Evaluación integral de capacidades técnicas y profesionales

A continuación, se describe las capacidades técnicas locales respecto a los principales conocimientos requeridos para el despliegue exitoso de infraestructura de carga, en el marco de la cadena de valor del sector y el rol de los diferentes actores asociados:

⁷⁵ Los stakeholders que se tuvieron en cuenta fueron (i) entidades públicas; (ii) Empresas de Servicios Públicos de Energía; (iii) Empresas Especializadas en Electromovilidad; Estaciones de Servicio; Empresas de Transporte; Empresas automotrices; Agentes financieros y Asociaciones.

Tabla 4: Capacidades técnicas locales

Etapa de la Cadena de Valor	Nº	Conocimiento técnico o profesional	Justificación e importancia del conocimiento	Agentes Involucrados	Capacidades técnicas locales
Planeación (upstream)	1	Patrones de consumo Patrones de consumo y preferencias de uso (horarios de carga, ubicación) según segmento de clientes.	Teniendo en cuenta que la Movilidad Eléctrica es un mercado incipiente, es fundamental que desde el sector público y privado se adelanten acciones que incentiven una mayor demanda para poder así alcanzar las metas propuestas a nivel nacional.	• Gobierno • Autoridades municipales	En la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica se establecen proyecciones de ventas de vehículos eléctricos al 2030. Si bien es cierto que dichas cifras sirven como referencia, se debe profundizar el entendimiento de las dinámicas de mercado actual.
			Entender las necesidades, preferencias y patrones de consumo de los potenciales usuarios es fundamental para generar incentivos y soluciones que permitan la escalabilidad de este sector. Por ejemplo, conocer los patrones de consumo de energía de los consumidores es clave para crear estrategias que optimicen la utilización de los recursos energéticos disponibles.	• Asociaciones y gremios • Propietarios de puntos de carga • Empresas de aplicativos móviles	Asociaciones como Andemos realizan constantemente estudios que proveen información relevante de cara a la creación de nuevos modelos de negocio.
Planeación (upstream)	2	Planeación del espacio público Priorización de zonas habilitadas, tarifas, pagos requeridos para obtener autorizaciones y	La ausencia de procesos, metodologías y requerimientos estandarizados para el uso o alquiler del espacio público para la instalación de cargadores aumenta los costos y tiempos de implementación para actores	• Autoridades Municipales	Mayoría de Planes de Ordenamiento Territorial no contemplan la disponibilidad específica de espacio público para la instalación de infraestructura de carga.

Etapa de la Cadena de Valor	Nº	Conocimiento técnico o profesional	Justificación e importancia del conocimiento	Agentes Involucrados	Capacidades técnicas locales
Generación y distribución de energía	3	permisos para instalar estaciones de carga en espacios públicos.	privados y, así mismo, dificulta la planificación, diseño y ejecución de las estaciones.		Capacidades de gestión heterogéneas en entidades locales para la tramitación de permisos para uso del espacio público.
			No hay claridad respecto a los procedimientos administrativos y jurídicos para la obtención de permisos (concesión, alquiler, APP) para el uso de espacios públicos para la instalación de infraestructura de recarga.	Propietarios de infraestructura de carga	Ausencia de guías estandarizadas para los trámites necesarios para la tramitación de infraestructura de recarga en espacios públicos. Experiencia de “La Rolita” en Bogotá sirve como referencia sobre la concesión de espacios públicos para la instalación de infraestructura de recarga.
		Conexión a la red eléctrica Procesos de solicitud de acceso a la red eléctrica (solicitudes de capacidad, visitas técnicas, plazos de construcción y conexión).	El aumento de la movilidad eléctrica altera la capacidad de las redes eléctricas de energía, lo cual pone a su vez un reto sobre las capacidades técnicas del personal a cargo para reaccionar y habilitar/crear nuevas conexiones. La baja capacidad de respuesta técnica y profesional, y la falta de eficiencia y estandarización en el proceso de aprobación tanto del acceso de conexión a la red eléctrica, como de la autorización administrativa necesaria para la instalación y puesta a punto de los cargadores, genera demoras	- Gobierno - Propietarios de puntos de carga - Empresas de generación y distribución de energía eléctrica	Resolución 40223 (CREG) establece condiciones mínimas respecto al procedimiento para solicitar un punto de conexión ante el operador de la red. Declaración RETIE: establece normas técnicas, protocolos de riesgos eléctricos, ámbito de aplicación, características básicas de las instalaciones eléctricas, relaciones entre las empresas de servicios públicos y los usuarios.

Etapa de la Cadena de Valor	Nº	Conocimiento técnico o profesional	Justificación e importancia del conocimiento	Agentes Involucrados	Capacidades técnicas locales
			significativas y costos elevados para los solicitantes.		
Generación y distribución de energía	4	Digitalización de las redes eléctricas Capacidad instalada de generación, demanda de energía eléctrica, costo asociado a la operación, transporte y mantenimiento de las redes.	La digitalización de las redes eléctricas puede ayudar a reducir las pérdidas, tanto técnicas y no técnicas, disminuyendo así el costo de la energía eléctrica, volviendo así el negocio más rentable.	• Empresas de generación y distribución de energía eléctrica	Empresas como <i>Enel</i> tienen <i>know-how</i> en la digitalización de las redes, lo cual les permite realizar medición inteligente para satisfacer la creciente demanda de electrificación, con altos estándares de sostenibilidad.
Generación y distribución de energía	5	Potencia de carga de cara a los estándares internacionales Rangos de potencia correspondiente a los estándares internacionales respecto a las estaciones de carga lenta y rápida, tipo de carga, tensión requerida, niveles de potencia, ubicación, distancia	La categorización de la infraestructura de carga en términos de potencia no corresponde con las prácticas de categorización internacional, lo cual dificulta la interoperabilidad entre puntos de recarga y vehículos exportados. La desalineación entre la normativa colombiana y la praxis internacional dificulta la planeación de la ubicación y tipo de estaciones en el país, ya que los vehículos requieren cierto	• Empresa de Servicios Públicos de Energía • Fabricantes de vehículos • Propietarios puntos de recarga • Gobierno	La Ley 1964 de 2019 define el alcance de las estaciones en términos de potencia: • Estación de carga rápida: potencia mayor a 50 kilovatios. • Estación de carga lenta: potencia de entre 7 kilovatios y 49 kilovatios.

Etapa de la Cadena de Valor	Nº	Conocimiento técnico o profesional	Justificación e importancia del conocimiento	Agentes Involucrados	Capacidades técnicas locales
			tipo de carga, tensión, niveles de potencia, ubicación, entre otros.		
Instalación	6	Especificaciones técnicas de obras civiles Líneas, cables, transformadores, dispositivos de seguridad, cimentación de las estaciones, iluminación, postes de señalización, señales de advertencia, marcadores viales, entre otros.	Actualmente, los requisitos para la ejecución una obra civil para la instalación de estaciones de carga depende de los lineamientos emitidos por el fabricante y está sujeto a las condiciones del terreno, tipo de ubicación y otros factores. Se requiere una mayor profundización de conocimiento en esta actividad de manera que se generen estándares de seguridad mininos y la adopción de buenas prácticas.	• Propietarios de puntos de recarga • Fabricantes de componentes • Gobierno	En el artículo 4 de la Resolución MME 40223 de 2021, se ace referencia a los estándares de conector mínimo para estaciones de carga establecidos. En 2019, el Ministerio de Minas y Energía y la UPME contrataron una consultoría con USAENE y Sumatoria, la cual profundizó sobre el alcance de las obras civiles requeridas para la Infraestructura de carga.
Instalación	7	Protocolos para instalación de infraestructura de recarga en zonas residenciales protocolos, costos, tiempos, requerimientos de	El desconocimiento de los protocolos y beneficios para la instalación de infraestructura de recarga en áreas residenciales conlleva a problemas de gobernanza entre los residentes, complejizando y demorando la toma de decisiones.	• Residentes • Fabricantes de infraestructura de recarga • Dueños puntos de carga	Existen empresas en etapa de maduración y crecimiento que ofrecen el servicio de instalación puntos de recarga en zonas residenciales, tales como EVSY.

Etapa de la Cadena de Valor	Nº	Conocimiento técnico o profesional	Justificación e importancia del conocimiento	Agentes Involucrados	Capacidades técnicas locales
Financiación	8	seguridad, distribución eléctrica dentro de los edificios, tableros de conexión.			
		Financiación a la infraestructura de recarga CAPEX (costos del cargador, costos de instalación de un cargador, obra civil y eléctrica, equipos y materiales), OPEX (alquiler terreno, suministro de energía, cargos por demanda servicio red, O&M), líneas de inversión, créditos reembolsables	El entendimiento de la estructura de costos es fundamental para que el Gobierno proporcione subvenciones directas a proyectos de infraestructura de carga para reducir los costos iniciales de inversión y fomentar la adopción de vehículos eléctricos.	• FENOGÉ • BANCOLEX	No existe Manual Operativo de FENOGÉ que permita la ejecución de iniciativas relacionadas con infraestructura de carga. La no estandarización de precios y la ausencia de Manuales Operativos dificultan la emisión de líneas de inversión en infraestructura de carga pública.
Financiación	9	Finanzas Verdes Mecanismos de acceso a fuentes de financiación alternativa (blended finance, créditos etiquetados, bonos)	El conocimiento sobre metodologías de medición de impacto sostenible es fundamental para acceder a fuentes de financiación alternativa y así fomentar la escalabilidad de la ME	• Gobierno • Entidades Municipales • Operadores de puntos de carga	Algunos bancos privados como Bancolombia cuentan con líneas de financiación sostenible para la movilidad sostenible, lo cual indica que han hecho estudios técnicos sobre metodologías de medición de impacto y variables principales.

Etapa de la Cadena de Valor	Nº	Conocimiento técnico o profesional	Justificación e importancia del conocimiento	Agentes Involucrados	Capacidades técnicas locales
Operación y Mantenimiento	10	Equipamiento de Hardware Cargadores, conectores, enchufes, cables, número de puertos de carga, sistemas de comunicación, pantalla o interfaz de usuario, sensores de proximidad o detección de VE, cámaras, semáforos, sistemas de bloqueo de llantas, protocolos de comunicación, formatos de recopilación, entre otros.	La estandarización del equipamiento Hardware debe ser coherente con diferentes estándares internacionales teniendo en cuenta que el parque automotriz colombiano es importado desde diversas regiones del planeta. Profundizar el conocimiento sobre las diferentes referencias existentes permitirá fomentar una mayor interoperabilidad de todos los VE	- Propietarios puntos de recarga - Gobierno - Usuarios - Propietarios de puntos de recarga	La regulación técnica actual únicamente dispone lineamientos sobre protocolos de comunicación e interoperabilidad para componentes de procedencia europea o americana (solo la estandarización de los conectores Tipo y Tipo 2). En la Resolución MME 40223 de 2021 hay lineamientos sobre los procedimientos de acceso mínimos de las estaciones de carga Los dueños de vehículos cuyo origen no es europeo o estadounidense, probablemente se enfrentan a puestos de recarga que no son compatibles con su vehículo. Por lo tanto, es importante generar una mayor consciencia sobre la compatibilidad de la infraestructura, así como mecanismos de mitigación ante estos eventos (i.e. compra de adaptadores)
		Requisitos de mantenimiento y calidad del servicio	La ausencia de una industria consolidada de fabricación de partes y la inexistencia de estándares para el mantenimiento de la infraestructura y calidad del servicio prestado limita el	- Operadores de carga - Dueños de punto de carga	Teniendo en cuenta que la mayoría de los componentes de la infraestructura de recarga son importados, las actividades de mantenimiento y/o reparación se realizan directamente con los fabricantes internacionales, lo cual aumenta los tiempos de respuesta y baja la calidad del servicio al usuario final.

Etapa de la Cadena de Valor	Nº	Conocimiento técnico o profesional	Justificación e importancia del conocimiento	Agentes Involucrados	Capacidades técnicas locales
			funcionamiento óptimo de la infraestructura.		Esto implica que no hay un mercado local que fabrique o ensamble los diferentes componentes, generando así una dependencia internacional.
Operación y Mantenimiento	12	Ciberseguridad Protocolos para la gestión de flujos de información, estándares de pago, servicio de carga, sistemas de facturación, y otro tipo de información como datos de usuarios).	Las políticas y estándares de comunicación entre vehículo eléctrico y estaciones de carga permiten controlar y evaluar la eficacia del uso de la infraestructura de carga y garantizar la seguridad del usuario.	- Operadores de carga - Dueños de punto de carga	La Resolución MME 40223 de 2021 referencia la información que debe estar disponible al público en la EDC: instrucciones de uso, de pago, precio, tipo de conector y potencia.
Operación y Mantenimiento	13	Sostenibilidad ambiental Prácticas sostenibles en la operación de la infraestructura de carga y metodologías para la medición del impacto ambiental	Generar información para el consumidor sobre la cantidad de emisiones de CO2 que ha ayudado a reducir al cargar su vehículo eléctrico en puntos de carga, es un incentivo relevante para la escalabilidad de la movilidad eléctrica.	- Operadores de carga - Dueños de punto de carga - Gobierno	Empresas privadas como ENEL disponen de metodologías para la estimación del impacto ambiental con sus operaciones. No se identifican guías o metodologías públicas que orienten la estimación del impacto ambiental
Operación y Mantenimiento	14	Uso de la infraestructura de recarga Uso de mangueras, protocolos de	La vida útil de los componentes de la infraestructura de recarga (mangueras, enchufes) se ve reducida drásticamente por el mal uso por parte del usuario, lo	Usuarios finales	No existe una cultura ciudadana sobre el buen uso de la infraestructura de recarga ni incentivos apropiados para reducir los riesgos de daño.

Etapa de la Cadena de Valor	Nº	Conocimiento técnico o profesional	Justificación e importancia del conocimiento	Agentes Involucrados	Capacidades técnicas locales
Consumo final	15	desconexión del enchufe	del cual redundará en el aumento de los costos de mantenimiento al requerirse sustituir constantemente las mangueras.		
		Beneficios de la Movilidad Eléctrica • Incentivos fiscales • Beneficios ambientales • Disponibilidad de puntos de recarga	Bajo conocimiento sobre los beneficios de la Movilidad Eléctrica por parte de los usuarios finales, lo cual impide incentivar una mayor penetración de vehículos eléctricos en Colombia:	• Usuarios finales • Gobierno	La Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica es la hoja de ruta para incentivar los VE.
Consumo Final	16	Innovaciones tecnológicas Servicios complementarios: (i.e. carga más rápida, mayor capacidad, carga inalámbrica, entre otros)	Estar a la vanguardia en términos tecnológicos puede brindar beneficios adicionales a los propietarios de vehículos eléctricos, fomentando así una mayor penetración de la movilidad eléctrica en Colombia	• Fabricantes de puntos de carga • Fabricantes de vehículos • Proveedores de servicios de movilidad eléctrica	A pesar de que la movilidad eléctrica es un mercado incipiente en Colombia, las empresas buscan estar a la vanguardia, basado en las mejores prácticas internacionales.

Fuente: Elaboración propia

7.2. Potenciales sinergias con otros sectores para fomentar la electromovilidad

A continuación, se describen las potenciales sinergias que se pueden crear entre el sector de electromovilidad en Colombia con otras iniciativas de energías limpias, de tal forma que se potencialice la penetración de vehículos eléctricos en Colombia.

- **Sinergias de la electromovilidad con proyectos de fuentes no convencionales de energía renovable**

El compromiso de Colombia frente al cambio climático se ha visto reflejado en las normativas y regulaciones expedidas en los últimos años con respecto a la promoción y uso de energías limpias. Las sinergias de proyectos de energía alternativa, especialmente la solar, con iniciativas de infraestructura de recarga representa oportunidades en materia sostenible y de un mayor nivel de servicio.

Por una parte, la integración de paneles solares a los puntos de recarga de VE disminuye la dependencia de la electromovilidad hacia las fuentes de energía no renovable. A su vez, esto alivia la carga y capacidad de las redes eléctricas actuales, facilitando así la planeación y distribución de redes disponibles. Por otra parte, esta sinergia también podría representar una oportunidad para incrementar el nivel de servicio de cara a los usuarios, al generar una mayor autosuficiencia en las estaciones, resistencia a cortes de energía y mejora en la confiabilidad del suministro eléctrico.

Algunas de las principales normativas que soportan y fomentan el uso de energía de fuentes renovables se detallan a continuación:

- Ley 697 de 2001: lineamientos sobre el uso racional y eficiente de la energía, y promoción de la utilización de energías alternativas.
- Resolución 2254: incorporación de medidas regionales y locales para el seguimiento, control y reducción de emisiones generadas por fuentes fijas y móviles y ajuste progresivo de los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes.
- CONPES 4075 - Transición Energética: lineamientos y estrategias para incrementar la seguridad energética, incentivar el conocimiento y la innovación en transición energética, generar mayor competitividad y desarrollo económico, y desarrollar un sistema energético con bajas emisiones de GEI en el marco de la realidad colombiana.

- **Sinergias de la electromovilidad con el sector general de Transporte**

De acuerdo con la Estrategia Nacional de Transporte Sostenible, el sector de transporte genera el 12,5 % de las emisiones totales de dióxido de carbono del país y consume el 40 % del total del consumo de energía del país. Por consiguiente, la transición de todo el parque automotriz, incluyendo vehículos pesados, livianos y motocicletas hacia la electromovilidad es fundamental.

La modernización del transporte hacia la electromovilidad no solo generaría un impacto ambiental importante sino también, podría representar una oportunidad para fomentar la intermodalidad de transporte, a través de la instalación de puntos de recarga en ubicaciones estratégicas del país.

Algunas de las principales normativas que soportan y fomentan la transición del sector automotor hacia energías limpias, se detallan a continuación:

- CONPES 3963 - Modernización del sector automotor de carga: lineamientos para la implementación de una nueva política para la modernización del transporte automotor de carga, incluyendo el programa de desintegración de vehículos antiguos, entre otros.
- Estrategia Nacional de Transporte Sostenible (ENTS): acciones que buscan habilitar el ascenso tecnológico en el transporte, con el fin de contribuir en la mejora de la eficiencia del sector del transporte, la mitigación de emisiones de contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero (GEI).
- **Sinergias de la electromovilidad con la industria de construcción:**

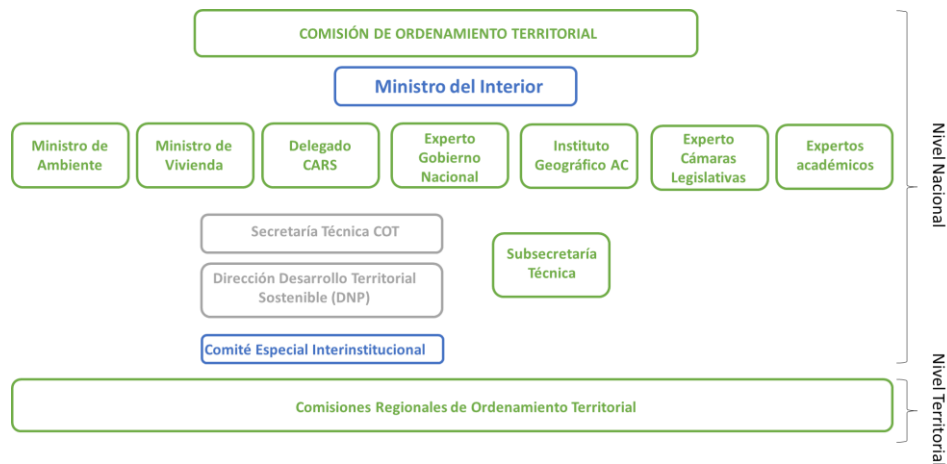
Alianzas entre el sector de electromovilidad con la industria de construcción y planificación urbana puede conducir a la creación de un mayor número de infraestructuras de recarga que, además de generar un mejor servicio para el usuario, se construyan con base a lineamientos de sostenibilidad y materiales verdes. Lo anterior, fomentaría un rol más activo del sector industrial y residencial en el marco de la sostenibilidad.

 - Resolución 40072 de 2018⁵¹: lineamientos sobre la infraestructura de medición avanzada a nivel industrial y residencial necesaria para una mejora en la gestión de la demanda.
- **Sinergias de la electromovilidad con estrategias de política pública de cara al desarrollo territorial:**

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) dio origen a la Comisión de Ordenamiento Territorial (COT), un organismo técnico que busca fomentar políticas y desarrollos legislativos que favorezcan la organización del Estado en el territorio. Para esto, la Comisión evalúa, revisa y sugiere al Gobierno Nacional estrategias para la integración con las entidades territoriales y armonización de las políticas con impacto en el ordenamiento territorial, con base a escenarios de participación, consulta y concertación, y estudios técnicos.

De cara a la movilidad eléctrica, la cooperación del Gobierno Nacional con las entidades territoriales por medio de la Comisión de Ordenamiento Territorial Nacional (COT) resulta fundamental para establecer alianzas de concurrencia de recursos que permita desplegar infraestructuras de recarga en diferentes carreteras primarias y secundarias del país, en concordancia con los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de cada territorio. La siguiente ilustración describe las instancias pertenecientes a la Comisión:

Figura 17: Esquema ilustrativo de las instancias pertenecientes a la Comisión de Ordenación Territorial Nacional (COT)



Fuente: Elaboración propia

De igual forma, el despliegue de movilidad eléctrica a nivel territorial se puede apoyar en el KIT de Ordenamiento Territorial del DNP, una herramienta orientada a apoyar a los gobiernos municipales y departamentales en la revisión y diseño de la nueva generación de Planes de Ordenamiento Territorial (POT), para que en estos se contemplen la designación de espacios para la instalación de infraestructura de recarga.

7.3. Necesidades técnicas y profesionales de capacitación, y recomendaciones asociadas

A partir del diagnóstico de capacidades técnicas actuales identificado en la sección 7.1, el presente capítulo tiene como objetivo presentar las necesidades específicas de capacitación, así como las recomendaciones asociadas, a la luz de las diferentes etapas de la cadena de valor del despliegue de infraestructura de recarga.



Energía

Tabla 5: Algunas necesidades técnicas y profesionales y de capacitación identificadas

Etapas de la Cadena de Valor	Necesidad local en términos de conocimiento local	Recomendación
<i>Planeación (upstream)</i>	• Necesidad de profundizar el entendimiento del mercado en términos de los patrones de consumo, de tal forma que los actores públicos y privados puedan hacer una mejor planeación y prospectiva de la infraestructura de recarga requerida. • Necesidad de realizar estudios técnicos para la generación de directrices sectoriales respecto a las políticas de seguridad, protección de datos personales, condiciones de uso de la información de los usuarios de la electromovilidad, propiedad intelectual, control de acceso, entre otros. • Necesidad de fortalecer las capacidades institucionales locales, de cara a la tramitación de licencias para el uso del espacio público para la instalación de infraestructura de recarga. • Necesidad de fortalecer capacidades institucionales de cara a las asociaciones público-privadas (APP) para el despliegue de una mayor cantidad de infraestructuras de recarga.	• Generación de guías que orienten la propiedad y protección de los datos generados por los usuarios. • Alianzas público-privadas o concesiones con gremios y asociaciones para el acceso y divulgación de información asociada a los patrones consumo de la electromovilidad, al menos mientras se alcanza una curva madura de consumo en el mercado colombiano. • Fortalecimiento técnico a operarios públicos de las secretarías locales para fortalecer los procesos de cara a la tramitación de permisos y priorización de zonas disponibles. • Incentivar conversaciones entre el gobierno y líderes de casas matrices para fomentar la producción de adaptadores que se ajusten a la regulación nacional.
Generación y distribución de energía	• Necesidad de fortalecer las capacidades institucionales de cara a la planeación y estabilidad de la red eléctrica, a través de un mayor conocimiento de mecanismos como la implementación de tarifas eléctricas que se adapten a las nuevas necesidades del mercado, e instalación generalizada de medidores inteligentes en los usuarios finales. • Necesidad de fortalecer la capacidad institucional para supervisar la demanda de electricidad en tiempo real para responder de forma más efectiva a las variaciones en la demanda.	• Promover programas piloto basados en requisitos técnicos específicos para promover la adecuada comunicación de la infraestructura de recarga con la red eléctrica. • Fortalecimiento técnico a operarios públicos de las secretarías locales para fortalecer los procesos de cara a la tramitación de permisos y priorización de zonas disponibles. • Mesas de trabajo entre actores públicos y privados para transferencia de <i>know-how</i> y entendimiento de



Energía

Etapas de la Cadena de Valor	Necesidad local en términos de conocimiento local	Recomendación
	• Necesidad de fortalecer las capacidades institucionales de cara a los procesos operativos para volver más eficiente los procesos de solicitudes de conexión a la red eléctrica, así como la definición clara de roles y funciones entre las diferentes entidades responsables. • Necesidad de profundizar sobre las especificaciones técnicas mínimas de comunicación con la red eléctrica, a fin de aprovechar plenamente las ventajas de un mayor desarrollo de la tecnología de movilidad eléctrica. • Necesidad de estandarizar los rangos de potencia para la clasificación de las estaciones de carga, de acuerdo con las mejores prácticas internacionales.	• necesidades para una conexión a la red eléctrica más eficiente. • Publicación de guías sobre requisitos y procedimientos para que los agentes interesados puedan seguir los pasos y asegurarse de cumplir con los requisitos de documentación y regulación correspondientes en cada etapa del proceso.
Instalación	• Necesidad de profundizar el conocimiento sobre los requerimientos necesarios para la instalación de infraestructura de recarga en diferentes ámbitos: zona residencial, zonas de trabajo, zonas de acceso público, zonas intraurbanas. • Profundizar conocimiento respecto a la estructura y naturaleza de los componentes de las estaciones de carga provenientes de otras regiones diferentes a Europa y América.	• Contratar consultorías y estudios técnicos para robustecer la regulación de cara a los requerimientos de instalación de infraestructura de recarga.
Financiación	• Necesidad de profundizar el conocimiento sobre la estructura de costos e inversión de la infraestructura de recarga, de tal forma que se diseñen estrategias financieras más rentables de cara a los modelos de negocio.	• Fortalecimiento de cara a las buenas prácticas internacionales
Operación y Mantenimiento	• Se requiere profundizar el conocimiento técnico y profesional respecto a los componentes de otras regiones	



Energía

Etapas de la Cadena de Valor	Necesidad local en términos de conocimiento local	Recomendación
	diferentes a la europea o americana, especialmente China, para facilitar el despliegue de infraestructuras de recarga a través de elementos compatibles para garantizar la interoperabilidad a los usuarios. • Ausencia de mercado/industria local respecto a la fabricación y ensamble de los componentes de la infraestructura de recarga. • Ausencia de profesionales formados para llevar a cabo el mantenimiento o reparación de los componentes de la infraestructura de recarga.	• Fortalecimiento de los operadores público con suficiente nivel de influencia sobre las regulaciones sectoriales, de cara a las buenas prácticas internacionales. • Contratación de consultorías y estudios técnicos para formular estrategias que permitan la alineación con las prácticas globales. • Capacitaciones en el SENA para fomentar la creación de un mercado local de componentes. • Generación de guías con directrices de seguridad para instalación, funcionamiento, mitigación de riesgos operativos y mantenimiento técnico de la infraestructura de carga, adoptando normas internacionales (UL, IEC, GB, ISO).
Operación y Mantenimiento	• Necesidad de desarrollar metodologías para la medición del impacto sostenible generado por el despliegue de infraestructura de recarga.	• Contratación de consultorías y estudios técnicos para la generación de guías que instruyan sobre las mejores prácticas de cara a la medición del impacto ambiental.
Consumo final	• Necesidad de concientizar a los consumidores finales sobre los beneficios de la movilidad eléctrica y el buen uso de la infraestructura de recarga para evitar daños ocasionales y la continuidad del servicio.	• Desarrollo de campañas masivas a nivel nacional para la difusión de beneficios asociados con la movilidad eléctrica. • Divulgación de los incentivos públicos que existen actualmente para el despliegue de la movilidad eléctrica. • Generación de fichas visuales con instrucciones sobre el buen uso de las infraestructuras

Fuente: Elaboración propia

8.- Recomendaciones para el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia

En el desarrollo de este entregable se ha realizado una **revisión documental del marco político y normativo de Colombia**, así como, de otros **materiales y productos de estudios previos** realizados a entidades gubernamentales y **otras buenas prácticas desarrolladas**, relacionados con el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. En este sentido, es relevante resaltar que el **Gobierno de Colombia ya ha emitido diversos documentos estratégicos y normativos en torno al sector para incentivar un despliegue sólido y exitoso de la movilidad eléctrica**, como es la Ley 1964 de 2019, “Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones”, la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica y la Resolución 40223 “Por el cual se establecen las condiciones mínimas de estandarización y de mercado para la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables”, entre otros documentos. Es por ello por lo que, en este **apartado se identifican algunas de las principales reflexiones derivadas del análisis de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia**, con objeto de que sirvan como recomendaciones para estructurar un despliegue exitoso.

8.1 Principales barreras para los agentes que, generalmente conforman el ecosistema en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos

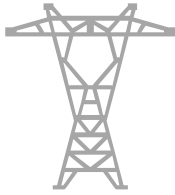
En el análisis de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, es esencial identificar y comprender las barreras y fallos de mercado que afectan a los principales actores involucrados en este ecosistema. En el apartado de este documento llamado *Anexo 3.1 Identificación de la cadena de valor y agentes involucrados asociados al despliegue de infraestructura de carga pública para vehículo eléctrico*, se han identificado a los Distribuidores, CPO, EMSP, los usuarios y las entidades gubernamentales y municipales, los cuáles juegan roles críticos en la promoción y el desarrollo de la infraestructura de carga eléctrica en Colombia.

Es por ello por lo que, en esta sección, se han **abordado las principales barreras que estos agentes generalmente enfrentan** a la hora de alcanzar un despliegue a gran escala de infraestructura de carga de vehículos eléctricos, lo que **permitirá identificar desafíos clave que deberán superarse para lograr un despliegue exitoso y sostenible de dicha infraestructura de carga**.

Figura 18: Principales agentes que generalmente, conforman el ecosistema de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos



Fuente: elaboración propia



Distribuidores de electricidad

Falta de señales adecuadas suficientes que den certeza sobre la función de los Distribuidores de electricidad en el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos



Necesidad de evaluar los **mecanismos retributivos** para que consideren las inversiones necesarias en el despliegue de la movilidad eléctrica



- **Inversiones anticipadas en redes eléctricas (repotenciación)** para favorecer la penetración de vehículos eléctricos, sobre todo en aquellos nodos de la red eléctrica donde la capacidad pudiera ser limitada.
- **Inversiones en digitalización de las redes eléctricas** para favorecer, entre otros, mayores eficiencias en la operación y mantenimiento, la penetración de las energías renovables, el vehículo eléctrico y el desarrollo de nuevos mercados de flexibilidad.



Necesidad de fortalecer las medidas y capacidades que permitan habilitar mecanismos para la **gestión de la demanda**



- Medidas y capacidades para la **promoción de la estabilidad de la red eléctrica y la reducción de la demanda máxima**. En este sentido, existen posibles mecanismos que como pueden ser la implementación de tarifas eléctricas que se adapten a las nuevas necesidades del mercado, así como favorecer la **instalación generalizada de medidores inteligentes en los usuarios finales**.

Estas acciones no solo permitirían suavizar la carga en la red eléctrica al incentivar la distribución más eficiente del consumo de energía a lo largo del día, sino que también brindarían la capacidad de supervisar en tiempo real la demanda de electricidad, lo que facilitará una gestión más efectiva y una respuesta ágil a las variaciones en la demanda.



Posibilidad de implementar mecanismos que puedan aplicarse en **condiciones de excepcionalidad**, para que las empresas de distribución de electricidad puedan ser **actores relevantes** en el desarrollo de la infraestructura de carga pública



- Estos mecanismos podrían aplicarse en **zonas geográficas donde no exista un interés comercial significativo por parte del sector privado**, pero que el Gobierno las considere como **zonas estratégicas** para el despliegue a gran escala de la movilidad eléctrica en Colombia.



Propietarios de la infraestructura de carga

Dificultad en el desarrollo de planes de negocio robustos, con mayor demanda potencial y bancables



Necesidad de **apoyo económico para reducir los costos iniciales** de inversión asociados al despliegue de infraestructura de carga en mercados con baja demanda esperada



- **Fortalecer los incentivos económico-financieros** para la instalación de puntos de carga. Algunos de ellos, podría incluir la ampliación de ayudas económicas directas al CAPEX (subsidios), exenciones fiscales o créditos fiscales para la inversión en estaciones de carga.
- **Apoyo por parte del Gobierno en el acceso a financiación**, mediante la estructuración de avales soberanos, acceso a financiación pública, etc., que reduzca el coste financiero y los riesgos del proyecto.
- **Robustecer la colaboración entre el sector público y el privado** para ayudar a reducir los costos iniciales. Las asociaciones público-privadas (APP) pueden implicar acuerdos en los que el sector público aportaría recursos, como terrenos, mientras que el sector privado se encarga de la inversión en equipos de hardware y software.



Necesidad de **apoyo público para cubrir los costos** asociados a las inversiones en infraestructuras de carga de vehículos eléctricos (gestión, instalación, operación y mantenimiento)



- Definición de **líneas de crédito específicas** que apliquen a las inversiones en el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos.
- Definición de **políticas de financiamiento específicas** mediante incentivos públicos o garantías del gobierno para apoyar la financiación de inversiones en torno al despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos.



Necesidad de **disponer de ubicaciones estratégicas** para asegurar cierta demanda y el acceso a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos



- Definir desde el **Gobierno una visión global** en torno al despliegue de infraestructura que fortalezca la **definición de ubicaciones potenciales para las estaciones de carga**. Esto podría considerar áreas con **alta densidad de tráfico**, como centros comerciales, oficinas y zonas residenciales, así como zonas con **nodos de movilidad**, aeropuertos, estaciones de bus, etc.
- **Establecer asociaciones y colaboraciones con los propietarios de dichas ubicaciones** estratégicas para que la instalación de la infraestructura de carga pueda disponerse en **zonas con potencial de alta demanda**. Las colaboraciones podrían implicar acuerdos de alquiler de espacio o acuerdos compartidos para la instalación de estaciones de carga en sus propiedades.



CPO: Operadores de puntos de carga

Necesitan **claras directrices** sobre la **tramitación**, los **estándares y normas**, así como **apoyo público** para cubrir los costos de la **infraestructura**



Necesidad de definir directrices que proporcionen **claridad al proceso de tramitación de las solicitudes** para la instalación de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos



- Un compromiso nacional de Colombia y de sus municipalidades para la **priorización de los proyectos asociados al despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos**.
- Definición de las **obligaciones, responsabilidad y derechos** que corresponden a cada agente que participa en el sector de la infraestructura de carga y, en particular para el CPO.
- Una **guía clara y estándar** para la implementación de proyectos de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, de tal modo, que los **agentes interesados puedan seguir estos pasos y asegurarse de cumplir con los requisitos** de documentación y regulación correspondientes en cada etapa del proceso de puesta en funcionamiento de la infraestructura de carga.



Necesidad de definir **estándares y normas técnicas** en torno al ecosistema que envuelve la infraestructura de carga de vehículos eléctricos



- Definición en torno a la **cadena de valor** para **definir estándares mínimos** asociados a los componentes, accesibilidad de la infraestructura, seguridad y ciberseguridad, inspección y control, entre otros. Con el objetivo de **garantizar un rendimiento y funcionamiento adecuado de la infraestructura** y con ello, asegurar la calidad de la red.
- Definición de **protocolos que garanticen la interoperabilidad y accesibilidad** de la infraestructura por todos los agentes que conforman el ecosistema.



Necesidad de mecanismos que **incentiven la demanda de vehículos eléctricos** para desarrollar un **mercado robusto y rentable** en torno a la infraestructura de carga de vehículos



- Definición de **incentivos directos e indirectos** para vehículos eléctricos
- **Evaluación** de los **incentivos** actuales que existen en torno a los vehículos de **gas natural vehicular**, así como, a los **vehículos híbridos no enchufables**
- Definición de **mecanismos que desincentiven los vehículos de tecnologías convencionales** con el objetivo de hacer más atractivos a los vehículos eléctricos.



Necesidad de mecanismos que habiliten la **obtención de ingresos complementarios a los CPO** con objeto de rentabilizar el modelo de negocio mientras la demanda de carga de vehículos sea incipiente



- Definición de **mecanismos que habiliten los ingresos** derivados de **mercados de flexibilidad** al gestionar la demanda asociada a la carga de vehículos eléctricos
- Definición de **mecanismos que incentiven** la obtención de energía procedente de fuentes renovables para la carga de vehículos eléctricos con objeto de ahorrar en los costos asociados a la compra-venta de la electricidad utilizada dicha carga.
- Para ello, será esencial **definir tarifas eléctricas** que tengan en consideración las necesidades de los vehículos eléctricos.

EMSP: Proveedor de servicios de movilidad eléctrica



Necesitan mayor claridad acerca de las obligaciones de prestación de servicio e interoperabilidad, con objeto de adecuar sus modelos de negocio, además de mecanismos que permitan impulsar la demanda y la rentabilidad de sus modelos de negocio



Necesidad de definir las obligaciones, responsabilidad y derechos que corresponden a los EMSP.



- Un **compromiso nacional de Colombia** que defina unos **objetivos** de despliegue de infraestructura y que incentive a su vez, la **coordinación** entre los agentes del sector y agencias gubernamentales.
- Definición de las **obligaciones, responsabilidad y derechos** que corresponden a cada agente que participa en el sector de la infraestructura de carga y, en particular para el EMSP. Con objeto de clarificar qué servicios mínimos deben ofrecerse, así como, si se dispone de alguna limitación particular para el desarrollo de modelos de negocio.



Necesidad de definir **estándares y normas** en torno al ecosistema que envuelve la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. **Protocolos de interoperabilidad y accesibilidad.**



- Definición en torno a la **cadena de valor** para **definir cuáles son los estándares mínimos** asociados al software empleado por los EMSP. Con el objetivo de **garantizar** un rendimiento y funcionamiento adecuado de los servicios prestados por estos agentes a los usuarios finales.
- Definición de **protocolos que garanticen la interoperabilidad y accesibilidad** de la infraestructura por todos los agentes que conforman el ecosistema.

Usuarios



Necesitan principalmente **un mercado competitivo, transparencia y apoyo público** en la infraestructura de carga de vehículos eléctricos



Necesidad de un **enfoque nacional e intersectorial** sobre el despliegue de infraestructura de carga de vehículos eléctricos



- Un **compromiso nacional de Colombia** que defina unos **objetivos** de despliegue de infraestructura y que incentive a su vez, la **coordinación** entre los agentes del sector y agencias gubernamentales.
- Definición de regulación y políticas que habiliten un **mercado competitivo y robusto** en torno a la movilidad eléctrica.



Necesidad de mecanismos que **favorezcan el acceso y transparencia en la información** a los usuarios



- Necesidad de **datos abiertos y precisos** sobre la ubicación, especificación y estado de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos.
- Necesidad de **definir unas tarifas eléctricas** que contemplen las necesidades particulares de los **vehículos eléctricos** y sobre las cuales los usuarios puedan tener un **entendimiento de los componentes que conforman las tarifas** y con ello, el costo asociado a la carga de los vehículos eléctricos.
- Necesidad de **seguridad y protección de los usuarios** ante la transferencia de datos e información y el uso de instalaciones con componentes eléctricos. En este sentido, será relevante la definición de **protocolos de seguridad** y la solicitud a los agentes interesados de **una capacidad acreditativa** para la operación y mantenimiento de las infraestructuras de carga.



Necesidad de **apoyo público para incentivar las inversiones** en el despliegue de infraestructura de carga pública



- La instalación de infraestructura de **carga privada en las zonas residenciales se enfrenta a desafíos de gobernanza y técnicos** que pueden incurrir en un **aumento del costo** asociado a la instalación. Generalmente, la adopción de infraestructura de carga privada **no es accesible a todos los usuarios**.
- Surge la **necesidad de apoyar la infraestructura de carga pública**, tanto en vías nacionales, nodos de movilidad o parkings públicos.
- **Revisar los incentivos actuales** o en su caso, desincentivos que existen en torno a la movilidad eléctrica y al despliegue de la infraestructura de carga con objeto de **reducir el CAPEX de los proyectos**, así como, el **costo inicial de los vehículos eléctricos**.



Gobierno y Municipalidades

Necesitan incentivar el despliegue de la infraestructura de carga en Colombia. En este sentido, el uso de **espacios públicos**, así como la **divulgación y capacitación profesional** son mecanismos relevantes.

Espacios públicos:



Necesidad de definir **directrices generales sobre el uso del espacio público** para la instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos



- Definir **zonas estratégicas** para la instalación de la infraestructura pública, como podrían ser los **nodos de movilidad**.
- Definir **cuotas mínimas de estacionamiento en las nuevas edificaciones**, tanto privadas como públicas, así como en los **parkings públicos o vías nacionales**.
- Definir requisitos para que la infraestructura de carga sea **funcional, accesible a todos los usuarios y con un impacto visual y medioambiental controlado**.



Necesidad de revisión del **costo asociado al uso de los espacios públicos** para la instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos.



- Evaluar los mecanismos actuales sobre el **costo de los espacios públicos** con el objetivo de reducir los costos asociados al despliegue de la infraestructura y con ello, **incentivar las inversiones de los agentes**.

Coordinación, Divulgación y concienciación:



Necesidad de robustecer el **marco de coordinación y colaboración** entre los diferentes agentes públicos, así como, con los agentes privados.



- Un **compromiso nacional de Colombia** que defina unos **objetivos** de despliegue de infraestructura y que incentive a su vez, la **coordinación** entre los agentes del sector y las agencias gubernamentales.
- **Robustecer la coordinación intersectorial y entre las municipalidades** de Colombia con objeto de disponer de una visión nacional para el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico.



Necesidad de conocimiento de la población en torno a la movilidad eléctrica, así como de **habilidades profesionales** en el sector



- Fortalecer los mecanismos que habiliten la **divulgación de conocimiento en la población** en torno a la movilidad eléctrica, así como de los **incentivos públicos que existen actualmente** para el despliegue de la misma.
- Robustecer los **programas de capacitación y desarrollo profesional** dirigidos a los diferentes agentes involucrados en la movilidad eléctrica.
- Fomentar la transferencia de conocimiento entre las asociaciones, instituciones educativas, empresas del sector y organizaciones gubernamentales para **crear programas de formación y actualización profesional específicos** sobre la infraestructura de carga de vehículos eléctricos.

8.2 Mecanismos habilitadores e incentivos que permiten mitigar o eliminar las barreras identificadas ante el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia. Identificación de las principales necesidades de desarrollo normativo.

Después de identificar las barreras que enfrentan los actores clave en el ecosistema de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, es crucial **identificar las acciones que puedan mitigar**, así como eliminar dichas barreras para para estimular y asegurar un despliegue robusto en este ecosistema en constante evolución.

En este sentido, en esta sección, se detallan las conclusiones del estudio realizado, con objeto de **identificar que posibles marcos normativos podrían diseñarse, así como el estado actual de los mismos, dentro del contexto político y normativo vigente de Colombia**. Esto permitirá comprender cuáles serían las **áreas que requieren atención y un desarrollo continuo** para alcanzar un **despliegue exitoso en la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en el país**.

Figura 19: Identificación de las principales necesidades de desarrollo normativo en Colombia para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos

Principales marcos normativos que podrían incentivar el despliegue a gran escala dado el contexto actual de Colombia en tono a la infraestructura pública de carga de vehículos eléctricos



Fuente: elaboración propia

En el Anexo 4 de este documento, se identifican los principales agentes que podrían participar en el desarrollo del marco político y normativo en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos de Colombia, teniendo en consideración los marcos normativos identificados.

Con objeto de señalar, el **estado actual de cada marco normativo identificado** que ha sido descrito en los diferentes apartados de este documento y en concreto en el apartado 2. *Identificación y actualización de posibles requerimientos en la regulación actual relacionadas con la infraestructura de recarga del vehículo eléctrico* y, en el apartado 6. *Identificación y actualización de los incentivos públicos, así como su impacto para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos*, se han **establecido tres estados diferentes**:



Contemplado actualmente:

Señala a aquellas necesidades regulatorias que el Gobierno ya ha contemplado actualmente en alguno de los documentos políticos, regulatorios o normativos publicados hasta la fecha de este informe. En este sentido, la identificación de los documentos se encuentra detallada en el párrafo correspondiente del apartado 2 de este documento.



Considerado en la normativa:

Señala a aquellas necesidades regulatorias que el Gobierno ya ha considerado implementar, pero no definido en alguno de los documentos políticos, regulatorios o normativos publicados hasta la fecha de este informe. En este sentido, la identificación de los documentos se encuentra detallada en el párrafo correspondiente del apartado 2 de este documento.



No identificado en la normativa:

Señala a aquellas necesidades regulatorias que han sido identificadas durante el análisis de los estudios previos identificados y otras buenas prácticas en torno al despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos. Sin embargo, en el desarrollo de esta consultoría no se han identificado en fuentes de información públicas y fiables que dichas necesidades hayan sido reguladas en Colombia.

	Contemplado actualmente	Considerado en la normativa	No identificado en la normativa
Marco general en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos			
Definición y alcance relacionado con el sistema de infraestructura de carga	●		
Entidades sujetas a la normativa	●		
Requisitos para que las entidades puedan desarrollar la actividad	●		
Obligaciones, responsabilidad y derechos de las entidades y usuarios		●	
Entidades encargadas de la supervisión, seguimiento y regulación	●		
Marco normativo en torno a las Políticas Energéticas Nacionales			
Asignar incentivos al transporte en concordancia con los niveles de emisiones de los vehículos			●
Reducir el atractivo a los vehículos convencionales			●
Tarifas eléctricas que contemplen las necesidades de los vehículos eléctricos		●	
Incentivar mecanismos para la respuesta a la demanda y gestión de la carga			●
Incentivar el despliegue de la infraestructura de carga pública en áreas estratégicas de Colombia mediante mecanismos de último recurso			●
Normativas para el acceso y conexión de las infraestructuras de carga a las redes eléctricas	●		
Marco normativo en torno a las Políticas de Ordenación Territorial			
Normativa técnica específica sobre políticas de uso del suelo para la instalación de infraestructura de carga en espacios públicos		●	
Inclusión en los POT⁷⁶ de zonas específicas para la instalación de infraestructura de carga			●
Políticas que promuevan la instalación de infraestructura pública de recarga en ubicaciones estratégicas para Colombia		●	

⁷⁶ POT: Plan de Ordenación Territorial

	Contemplado actualmente	Considerado en la normativa	No identificado en la normativa
Normativas específicas para el acceso a espacios públicos a un costo preferencial para la instalación de infraestructura de carga			
Marco normativo en torno a Políticas de Construcción en las nuevas edificaciones			
Incentivos a la incorporación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos en las nuevas edificaciones			
Asignar cuotas mínimas de estacionamiento en las nuevas edificaciones para vehículos eléctricos			
Normativa técnica clara y estándar para facilitar la obtención de permisos para la instalación de infraestructuras de carga en nuevos edificios			
Establecer requisitos técnicos y estándares de seguridad para la instalación de estaciones de carga en edificios nuevos			
Estándares sobre el hardware y software asociado a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos			
Especificaciones mínimas sobre los vehículos eléctricos			
Especificaciones mínimas sobre la infraestructura de carga			
Protocolos de comunicación e interoperabilidad			
Métodos de tarificación posibles para la carga de vehículos eléctricos			
Otros estándares asociados al despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos			
Disponibilidad, Mantenimiento y Sostenibilidad			
Seguridad y Protección de Datos			
Atención al cliente			
Transparencia de precios y disponibilidad de los datos en tiempo real			
Procedimientos de verificación y cumplimiento			
Directrices y acciones específicas para reforzar la concienciación y capacitación de los agentes en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos			
Diseño y despliegue de campañas de concienciación			
Refuerzo de la educación y capacitación de usuarios y profesionales del sector			
Desarrollo de guías que puedan ser utilizadas por dichos agentes			
Marco normativo para la estructuración de incentivos económicos y financieros asociados al despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos			

	Contemplado actualmente	Considerado en la normativa	No identificado en la normativa
			
Beneficios fiscales a la adquisición y/o propiedad de vehículos eléctricos			
Beneficios económicos a la compra de vehículos eléctricos			
Incentivos “Bonus-malus”. Penalizaciones a la compra de vehículos convencionales.			
Beneficios económicos a la propiedad y experiencia de vehículos eléctricos. Reducción de peajes, de tarifas de estacionamiento, parking exclusivo, acceso a “green zone” de las ciudades, entre otros.			
Beneficios fiscales a la instalación de puntos de carga. Como los incentivos fiscales para propietarios o empresas que inviertan en la instalación de estaciones de carga eléctrica.			
Beneficios económicos a la instalación de puntos de carga. Ayudas económicas a la compra e instalación de equipos e infraestructura.			
Mecanismo de exención o la reducción de los aranceles e impuestos a la importación de equipos y componentes asociados a la infraestructura de carga			
Identificación y/o asignación de terrenos específicos para instalar puntos de carga			
Promoción de Tarifas diferenciadas para la carga de vehículos eléctricos			
Otros incentivos. Como por ejemplo, establecer la obligatoriedad de modificar los códigos de construcción de edificios para que estén preparados para la instalación de infraestructura de carga.			

Fuente: elaboración propia

Finalmente, la **identificación de las diferentes barreras a las que se enfrentan los actores clave** del ecosistema de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, así como de los **mecanismos habilitadores e incentivos** que podrían permitir **mitigar o eliminar dichas barreras** identificadas ante el despliegue a gran escala de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, **ha permitido comprender cuáles serían las principales necesidades de desarrollo normativo y áreas que requieren mayor atención para alcanzar un despliegue exitoso en la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en el país.**

La implementación de estos marcos normativos no solo promoverá un despliegue sólido de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en Colombia, sino que también **agilizará la inversión de los agentes privados en proyectos** de esta índole. Generalmente, al **establecer bases claras, se potencia la definición de modelos**



de negocio y mecanismos financieros que posibiliten la rentabilidad de los proyectos, lo que a su vez impulsará el despliegue de la infraestructura y el crecimiento sostenible de la movilidad eléctrica en el país.

Adjunto a este documento, se incluye un documento Excel llamado ***“Documento Anexo. Matriz_barreras identificadas_mecanismos habilitadores”*** donde se muestra la relación entre las barreras y mecanismos normativos con objeto de proporcionar un detalle mayor sobre los mecanismos normativos que permitirían mitigar o eliminar cada barrera identificada para el despliegue de la infraestructura de carga de vehículo eléctrico en Colombia

Bibliografía

Aduana, P., S. Al-Sumaiti, A. & H. Al-Hosani, K., 2023. Electric Vehicle Charging Infrastructure and Energy Resources: A Review. *Energies*, 16(1965).

Área Metropolitana de Barcelona, 2020. *ZBE: Zona de bajas Emisiones Rondes de Barcelona*. [En línea] Available at: <https://www.zbe.barcelona/es/index.html> [Último acceso: Noviembre 2023].

Battery University, 2019. *BU-1004: Charging an Electric Vehicle*. [En línea] Available at: <https://batteryuniversity.com/article/bu-1004-charging-an-electric-vehicle> [Último acceso: 15 Septiembre 2023].

Borlaug, B., Salisbury, S., Gerdes, M. & Muratori, M., 2020. Levelized Cost of Charging Electric Vehicles in the United States. *Joule*, 4(17), pp. 1470-1485.

CENEX, 2021. *Electric Vehicle Infrastructure Barriers Report*, s.l.: s.n.

Consejo de la Unión Europea, 2023. *Reglamento Infraestructura para los combustibles alternativos*. [En línea] Available at: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/07/25/alternative-fuels-infrastructure-council-adopts-new-law-for-more-recharging-and-refuelling-stations-across-europe/> [Último acceso: Noviembre 2023].

Deloitte, 2019. *Hurry up and... wait. The opportunities around electric vehicle charge points in the UK*, s.l.: Deloitte.

Deloitte, 2020. *EV charging infrastructure update (part 1): More speed, more positions, more power*. [En línea] Available at: <https://www2.deloitte.com/uk/en/pages/energy-and-resources/articles/electric-vehicle-charge-points.html> [Último acceso: 15 septiembre 2023].

Deutscher Bundestag, 2021. *Ley sobre el Desarrollo de una Infraestructura de Carga y Líneas Integradas en los Edificios para la Movilidad Eléctrica*. [En línea] Available at: <https://dip.bundestag.de/vorgang/gesetz-zum-aufbau-einer-geb%C3%A4udeintegrierten-lade-und-leitungsinfrastruktur-f%C3%BCr-die/259792> [Último acceso: Noviembre 2023].

Dorner Gallardo, O. & Rivas Zeballos, I., 2022. *Análisis de costos de infraestructura de carga para Vehículos Eléctricos en Chile*, Santiago de Chile: Agencia de Sostenibilidad Energética.

España - Boletín Oficial del Estado, 2021. *Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables*. [En línea] [Último acceso: Noviembre 2023].

Gobierno de Alemania - Oficina de Aduanas (Zollamt), 2023. *Impuestos anual de Circulación de vehículos*. [En línea] Available at: https://www.bundesfinanzministerium.de/Web/DE/Service/Apps_Rechner/KfzRechner/KfzRechner.html [Último acceso: Noviembre 2023].

Gobierno de Austria - Fondos federales para la protección del clima y el medio ambiente, 2023. *Beneficios fiscales a la adquisición de vehículos zero emisiones.* [En línea]
Available at: <https://www.umweltfoerderung.at/>
[Último acceso: Noviembre 2023].

Gobierno de California - California Air Resources Board (CARB), 2023. *Programa Clean Cars 4 All.* [En línea]
Available at: <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/clean-cars-4-all>
[Último acceso: Noviembre 2023].

Gobierno de California - Departamento de Transporte de California (Caltrans), 2020. *High-Occupancy Vehicle Systems.* [En línea]
Available at: <https://dot.ca.gov/programs/traffic-operations/hov#:~:text=High-Occupancy%20Vehicle%20%28HOV%29%20lanes%2C%20also%20known%20as%20carpool,and%20maximiz%20the%20people-carrying%20capacity%20of%20California%20highways.>
[Último acceso: Noviembre 2023].

Gobierno de California - Departamento de Vehículos a Motor, 2020. *Clean Air Vehicle decals for using carpool and HOV lanes.* [En línea]
Available at: <https://www.dmv.ca.gov/portal/vehicle-registration/license-plates-decals-and-placards/clean-air-vehicle-decals-for-using-carpool-lanes/>
[Último acceso: Noviembre 2023].

Gobierno de Francia, 2023. *Bono verde. Ayudas para la adquisición de vehículos de bajas emisiones.* [En línea]
Available at: <https://www.service-public.fr/particuliers/actualites/A14391?lang=en>
[Último acceso: Noviembre 2023].

Gobierno de Irlanda - Sustainable Energy Authority of Ireland (SEAI), 2021. *Apoyo financiero a las empresas para promover el vehículo eléctrico.* [En línea]
Available at: <https://www.seai.ie/business-and-public-sector/ev-for-business/grants-and-supports/>
[Último acceso: Noviembre 2023].

Gobierno de Irlanda, 2022. *Vehículos de cero emisiones Irlanda.* [En línea]
Available at: <https://www.gov.ie/en/campaigns/18b95-zero-emission-vehicles-ireland/#>
[Último acceso: Noviembre 2023].

Gobierno de Reino Unido - Oficina de Vehículos Zero Emisiones, 2023. *Vehículos de bajas emisiones elegibles para una subvención pública.* [En línea]
Available at: <https://www.gov.uk/plug-in-vehicle-grants>
[Último acceso: Noviembre 2023].

Gobierno de Reino Unido, 2016. *Low-emission vehicles eligible for a plug-in grant.* [En línea]
Available at: <https://www.gov.uk/plug-in-vehicle-grants>
[Último acceso: Noviembre 2023].

HM Revenue & Customs - Government UK, 2023. *First-year allowance for electric vehicle charge-points.* [En línea]
Available at: <https://www.gov.uk/government/publications/first-year-allowance-extension-for-electric-vehicle-charge-points/first-year-allowance-for-electric-vehicle-charge-points>
[Último acceso: Noviembre 2023].

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2021. *Programa MOVES III. Real Decreto 266/2021, de 13 de abril.* [En línea]
Available at: <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-movilidad-y-vehiculos/programa-moves-iii>
[Último acceso: Noviembre 2023].

- IDB, 2021. *Transport Electrification: Regulatory Guidelines for the Development of Charging Infrastructure*, s.l.: s.n.
- IEA, 2020. *Promoting vehicle efficiency and electrification through stimulus packages*, s.l.: s.n.
- IEA, 2023. *Global EV Outlook 2023*, Paris: s.n.
- Institute, G. F., 2022. *Guide to Electric Vehicle Infrastructure*, s.l.: s.n.
- Karner, D., Garetson, T. & Francfort, J., 2016. *EV Charging Infrastructure Roadmap*, Idaho: Idaho National Laboratory.
- La Casa Blanca Estados Unidos, 2023. *Biden-Harris Administration Announces Historic Investment to Bolster Nation's Electric Grid Infrastructure*. [En línea] Available at: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/10/30/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-historic-investment-to-bolster-nations-electric-grid-infrastructure-cut-energy-costs-for-families-and-create-good-paying-jobs/> [Último acceso: Noviembre 2023].
- Lepe Contreras, I., Contador Labbé, J. & Rivas Zeballos, I., 2022. *Análisis de Costos. Infraestructura de carga para vehículos eléctricos*, Santiago de Chile: Agencia de Sostenibilidad Energética.
- Lim, K. L., Speidel, S. & Bräunl, T., 2022. A comparative study of AC and DC public electric vehicle charging station usage in Western Australia. *Renewable and Sustainable Energy Transition*, 2(100021).
- Metais, M. O. y otros, 2022. Too much or not enough? Planning electric vehicle charging infrastructure: A review of modeling options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153(111719).
- Ministerio de Minas y Energía, 2023. *Condiciones de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos e híbridos enchufables*. [En línea] Available at: <https://www.minenergia.gov.co/documents/10533/Resoluci%C3%B3n+interoperabilidad+comentarios+VF.pdf> [Último acceso: 15 septiembre 2023].
- Nelder, C. & Rogers, E., 2019. *Reducing EV Charging infrastructure costs*, s.l.: Rocky Mountain Institute.
- Nicholas, M., 2019. *Estimating electric vehicle charging infrastructure costs across major U.S. metropolitan areas*, s.l.: The International Council on Clean Transportation.
- OFGEM, 2021. *Case study (UK) Inclusive Access in electric vehicle charging*, s.l.: s.n.
- Ruíz Barrientos, F. M. y otros, 2021. *Estudio sobre el despliegue de la infraestructura de carga del vehículo eléctrico en España*, Bruselas: Transport & Environment.
- Southern California Edison, s.f. *Rate Options for Clean Energy Technology*. [En línea] Available at: <https://www.sce.com/residential/rates/electric-vehicle-plans> [Último acceso: Noviembre 2023].
- Swedish Transport Agency, 2022. *Sistema Bonus Malus para turismos, furgonetas y autobuses*. [En línea] Available at: <https://transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Fordon/bonus-malus/> [Último acceso: Noviembre 2023].
- U.S. Department of Transportation, 2023. *Charger Types and Speeds*. [En línea] Available at: <https://www.transportation.gov/rural/ev/toolkit/ev-basics/charging-speeds> [Último acceso: 15 Septiembre 2023].



USAENE, 2022. *Identificación de modelos de negocio y estructuración de hojas de ruta de implementación, para el desarrollo de la red de estaciones de carga pública a nivel nacional y la estructuración de proyectos piloto en Colombia*, Bogotá: s.n.

USANE, 2019. *Establecer Recomendaciones en Materia de Infraestructura de Recarga para la Movilidad Eléctrica en Colombia para los Diferentes Segmentos: Buses, motos, taxis, BRT*, Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.

WSP, 2021. *Consultoría para identificar desafíos regulatorios, comerciales y técnicos en el sistema eléctrico para la implementación de la electromovilidad en Colombia*, s.l.: s.n.

Anexos

Anexo 1: Marco político y normativo en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos de Colombia:

Ley 697 de 2001 – 03/10/2001

Por medio de la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1116 de 2017 – 29/06/2017

Por el cual se modifica parcialmente el Arancel de Aduanas y se establecen disposiciones para la importación de vehículos eléctricos, vehículos híbridos y sistemas de carga.

Se emitió concepto fiscal favorable para la reducción temporal del arancel a 0% para vehículos eléctricos y 5% para vehículos híbridos.

Ley 1844 de 2017 – 14/07/2017

Por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”, adoptado el 12 de diciembre de 2015 en París, Francia.

Colombia se comprometió a reducir sus emisiones de gases de efecto Invernadero en un 20%, respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030, que podría ampliarse al 30%, condicionada a la provisión de apoyo internacional.

Resolución 2254 – 01/11/2017

Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.

El Ministerio de Medio Ambiente estableció un ajuste progresivo de los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes con fecha de corte a 2030, que conlleva la incorporación de medidas a nivel regional y local para el seguimiento, control y reducción de emisiones generadas por fuentes fijas y móviles.

Resolución 509 de 2018 – 03/04/2018

Por la cual se establecen la forma y requisitos para solicitar ante las autoridades ambientales competentes la acreditación o certificación de las inversiones de control del medio ambiente y conservación y mejoramiento del medio ambiente y se dictan otras disposiciones.

Ley 1931 de 2018 – 27/06/2018

Por la cual se establecen las directrices para la gestión del cambio climático, dispone que las autoridades departamentales incorporen la gestión del cambio climático dentro de sus planes de

desarrollo a través de la formulación de un Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial (PIGCCT).

En la ley se definió al sector transporte como uno de los seis sectores⁷⁷ prioritarios de la economía en los que el Estado (en todos los niveles territoriales de poder) debe invertir para lograr los compromisos del país para la gestión del cambio climático.

CONPES 3934 - Crecimiento verde – 10/07/2018

Este documento somete a consideración del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) la Política de Crecimiento Verde, que tiene como propósito impulsar a 2030 el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, entre otros aspectos.

CONPES 3943 - Calidad del aire – 31/07/2018

Este documento CONPES busca prevenir, reducir y controlar los contaminantes criterio del aire generados por las fuentes que aportan a esta problemática, tales como vehículos e industrias, entre otros aspectos. Se establece como meta que el 3% de la flota nacional en el año 2030 sea de vehículos de cero y bajas emisiones. Y se establece que para el año 2028 el 100% de los sistemas de transporte masivo operando deberán tener tecnologías solamente eléctricas y de gas natural.

Resolución 40188 de 2019 – 28/02/2019

Por la cual se establece la mezcla mínima de biocombustibles para uso en motores diésel de las fuentes móviles terrestres que se utilicen para la actividad minera.

Ley 1955 de 2019 – 25/05/2019

Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”.

Establece las siguientes acciones en relación con los vehículos eléctricos:

- Aumentar el ingreso de vehículos limpios y formular una estrategia para fomentar el transporte sostenible en los modos de transporte carretero, fluvial y férreo.
- Formular un programa de reemplazo de la flota oficial a vehículos eléctricos e híbridos.
- Gestionar la incorporación de vehículos limpios en los sistemas de transporte público cofinanciados por la nación.

En este plan, y en relación con este objetivo, se establece una meta de 6.600 vehículos eléctricos registrados para el año 2022.

CONPES 3963 - Modernización del sector automotor de carga – 29/06/2019

El presente documento define los lineamientos para la implementación de una nueva política para la modernización del transporte automotor de carga, incluyendo el programa de desintegración de vehículos antiguos, entre otros.

Ley 1964 de 2019 – 11/07/2019

⁷⁷ Transporte e infraestructura, desarrollo agropecuario, energía, vivienda y saneamiento, comercio, industria y turismo

Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones.

Algunas de las medidas consisten en limitar el impuesto sobre vehículos automotores, otorgar descuentos sobre la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes, e incentivos al uso de vehículos eléctricos y de cero emisiones como descuento sobre el impuesto vehicular, tarifas diferenciales de parqueaderos y parqueaderos preferenciales, exenciones tributarias, exención a la restricción de circulación vehicular; posibilita las asociaciones público privadas para la construcción de la infraestructura de carga en las ciudades y establece la función al Ministerio de Minas y Energía de desarrollar la reglamentación para posibilitar la instalación de puntos de recarga en estaciones de servicio de combustibles.

Ley 1972 de 2019 – 18/07/2019

Por medio de la cual se establece la protección de los derechos a la salud y al medio ambiente sano estableciendo medidas tendientes a la reducción de emisiones contaminantes de fuentes móviles y se dictan otras disposiciones.

Establece que a partir del 1 de enero de 2030 todos los Sistemas Integrados de Transporte Masivo, Integrado, Estratégico o Regional deben contar con un mínimo del 20% de la flota total nueva correspondiente a tecnología de cero emisiones (eléctricos o a hidrógeno).

Resolución 5304 de 2019 – 24/10/2019

Por la cual se reglamenta el procedimiento de registro inicial de vehículos nuevos de servicio público y particular de carga de más de 10.500 kilogramos, se determinan las condiciones y se reglamente el procedimiento para aplicar al “Programa de modernización del parque automotor de carga” y se dictan otras disposiciones.

Decreto 2051 de 2019 – 13/11/2019

Por la cual se modifica parcialmente el Arancel de Aduanas para la importancia de vehículos con motor de funcionamiento exclusivo con gas natural y el Decreto 1116 de 2017 para vehículos eléctricos.

Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME) – 2019

El enfoque de la estrategia es priorizar la transición hacia el uso de la electricidad en vehículos de uso intensivo como el transporte público de pasajeros, taxis, vehículos de carga de última milla, carga interurbana y vehículos de uso oficial, así como la exploración en otros modos de transporte. Tiene como meta la incorporación de 600.000 vehículos eléctricos a 2030.

Así mismo, se trazó los siguientes objetivos específicos:

- Establecer el marco regulatorio y de política que asegure la promoción de la movilidad eléctrica en el país.
- Revisar y generar mecanismos económicos y de mercado necesarios para la promoción de la movilidad eléctrica en el país.
- Definir las acciones que permitan el desarrollo de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos en el país.

Para alcanzar su objetivo general, la ENME plantea la interacción de cuatro instrumentos priorizados:

1. Acciones que faciliten e incentiven y faciliten la transición hacia tecnologías de cero y bajas emisiones.

2. Generar aproximaciones específicas al mercado.
3. Crear y fortalecer el marco regulatorio político e institucional.
4. Crear infraestructura de carga hoy, previendo y anticipándose a la transformación de la movilidad.

De otro lado la ENME identificó las acciones y responsables necesarios para su ejecución.

CONPES 3991 – Política nacional de movilidad urbana y regional - 14/04/2020

La Política Nacional de Movilidad Urbana y Regional emite lineamientos para contribuir con el desarrollo económico ambientalmente sostenible, el aumento de la accesibilidad a los servicios de transporte urbanos y regionales y el alcance de la equidad social y la calidad de vida de los ciudadanos. Estos lineamientos buscan orientar a las autoridades de transporte en la planeación e implementación de proyectos de movilidad y de transformación territorial acordes con las particularidades de cada territorio.

Resolución 40177 de 2020 – 03/07/2020

"Por la cual se define los energéticos de bajas o cero emisiones teniendo como criterio fundamental su contenido de componentes nocivos para la salud y el medio ambiente y se adoptan otras disposiciones."

Resolución 196 de 2020 – 31/08/2020

Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para acceder a los beneficios tributarios de descuento en el impuesto de renta, deducción de renta y exclusión del IVA para proyectos de gestión eficiente de la energía."

Resolución 20203040015885 – 15/10/2020

Por la cual se reglamentan los Planes de Movilidad Sostenible y Segura, para municipios, distritos, áreas metropolitanas y se dictan otras disposiciones."

Las disposiciones contenidas en dicha Resolución en materia de sostenibilidad y movilidad eléctrica rigen en todo el territorio nacional y serán aplicables a todos los municipios, y distritos que deben adoptar en el Plan de Ordenamiento Territorial correspondiente.

Resolución 40405 de 2020 – 24/12/2020

Por la cual se expide el reglamento técnico aplicable a las Estaciones de Servicio, Plantas de Abastecimiento, instalaciones del Gran Consumidor con Instalación Fija y Tanques de Almacenamiento del consumidor final, que sean nuevos o existentes, que almacenen biocombustibles, crudos y/o combustibles líquidos derivados del petróleo y sus mezclas de los mismos con biocombustibles, excepto GLP."

Esta resolución fue el primer escenario normativo en que se planteó la forma en que la infraestructura de carga eléctrica pública podría materializarse en el mercado, como un servicio "afín" a dichas estaciones de servicio y sin mayores contemplaciones que las del cumplimiento del RETIE para las instalaciones de estos puntos.

Decreto 191 de 2021 – 23/02/2021

Por el cual se adiciona la parte 6 al Libro 2 del Decreto 1079 de 2015, Único Reglamentario del Sector Transporte, en lo relacionado con la identificación de parqueaderos preferenciales para vehículos eléctricos.

Resolución 40100 de 2021 – 31/03/2021

"Por la cual se modifica temporalmente el contenido máximo de alcohol carburante en la mezcla con gasolina motor corriente fósil y motor extra fósil a nivel nacional y se adoptan otras disposiciones."

Resolución 40103 de 2021 – 07/04/2021

"Por la cual se establecen los parámetros y requisitos de calidad del combustible diésel (ACPM), los biocombustibles para uso en motores de encendido por compresión como componentes de mezcla en procesos de combustión y de sus mezclas y, de las gasolinas básicas y gasolinas oxigenadas con etanol anhidro, combustible para uso en motores de encendido por chispa y se adoptan otras disposiciones."

Resolución 40111 de 2021 – 09/04/2021

Por la cual se establece el contenido máximo de alcohol carburante - etanol en la mezcla con gasolina motor corriente y extra a nivel nacional, el contenido de biocombustible máximo en la mezcla con combustibles diésel fósil a nivel nacional y se adoptan otras disposiciones."

Resolución 40198 de 2021 – 24/06/2021

Por la cual se modifica la Resolución 40405 del 24 de diciembre de 2020, define las especificaciones para estaciones de servicio automotriz y en relación con el área de abastecimiento deberán cumplir con "La distancia longitudinal mínima entre dos medidores en una misma Isla será de 3 metros medidos desde el eje central de cada medidor. La distancia entre los medidores de combustible de líquidos y, los equipos de suministro de las estaciones de carga de vehículos eléctricos, de GNVC y GLP vehicular, deben ser mayor a 6 metros.

Resolución 40223 de 2021 – 09/07/2021

"Por la cual se establecen las condiciones mínimas de estandarización y de mercado para la implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables."

En esta se mencionan los siguientes aspectos:

- El suministro de energía eléctrica para vehículos eléctricos e híbridos enchufables en estaciones de carga no es un servicio público domiciliario, sino un servicio de carga, y no abarca la actividad de comercialización.
- El precio del servicio de carga en estaciones de carga será fijado de manera libre.
- Se recomienda a la Comisión considerar en los análisis de señales de tarifa, respuesta de la demanda, etc., la participación activa de vehículos eléctricos para habilitar nuevos esquemas de transacciones y gestión de la energía.
- Se sugiere a la Comisión revisar la pertinencia de establecer la medición diferenciada para vehículos eléctricos e híbridos enchufables, procedimientos de conexión de estaciones de carga y, en general, otras disposiciones aplicables a usuarios residenciales y no residenciales.

Ley 2099 de 2021 – 10/07/2021

Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones.

En particular, en el artículo 49 se establece el incentivo del no pago de la contribución establecida en el artículo 47 de la Ley 143 de 1994, el artículo 89.1 de la Ley 142 de 1994 y demás que lo modifiquen o sustituyan, sobre el consumo de la energía eléctrica destinado a la carga de vehículos eléctricos o sistemas eléctricos de transporte masivo de pasajeros.

Ley 2128 de 2021 – 04/08/2021

Por medio de la cual se promueve el abastecimiento, continuidad, confiabilidad y cobertura del gas combustible en el país.

Resolución 20213040039485 de 2021 – 07/09/2021

Por la cual se reglamenta los lineamientos técnicos necesarios para realizar la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes a vehículos eléctricos que deben realizar los Centros de Diagnóstico Automotor y el descuento en el valor que debe cancelar el usuario por el servicio de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes para vehículos eléctricos.

Decreto 1078 de 2021 – 10/09/2021

Por el cual se modifica parcialmente el Arancel de Aduanas para la importación de vehículos híbridos y se modifica el Decreto 1116 de 2017.

Dicho decreto establece un gravamen arancelario del 5% para las importaciones de los vehículos híbridos.

Resolución CREG 171 de 2021 – 07/10/2021

Por la cual se establecen las condiciones para la medición diferenciada de consumos de energía en cumplimiento del inciso 30 del artículo 49 de la Ley 2099 de 2021.

En este sentido, se establecen las condiciones para que beneficiarios no sujetos del pago de la contribución puedan hacer una medición diferenciada de la energía destinada a la carga o propulsión de vehículos eléctricos o sistemas eléctricos de transporte masivo de pasajeros, o a la carga de vehículos en estaciones de carga.

Resolución 40362 de 2021 - 16/11/2021

Por la cual se reglamenta el artículo 49 de la Ley 2099 de 2021 y establece como beneficiarios del incentivo a las empresas prestadoras del servicio público urbano de transporte masivo de pasajeros, y a los usuarios residenciales de los estratos 5 y 6, los usuarios comerciales e industriales que posean u operen una estación de carga.

Ley 2169 de 2021 – 22/12/2021

Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones.

CONPES 4075 - Transición Energética -29/03/2022

Esta política de transición energética plantea lineamientos y estrategias para incrementar la seguridad energética; incentivar el conocimiento y la innovación en transición energética; generar mayor competitividad y desarrollo económico desde el sector energético, y desarrollar un sistema energético con bajas emisiones de GEI en el marco de la realidad colombiana. Entre otros, establece que el Ministerio de Minas y Energía entre el 2022 y el 2023 elaborará la propuesta de acto administrativo que reglamente parámetros de interoperabilidad para las estaciones de carga de acceso público de vehículos eléctricos, facilitando el acceso a los usuarios finales.

Estrategia Nacional de Transporte Sostenible (ENTS) - 2022

Documento donde se establecen acciones que buscan habilitar el ascenso tecnológico en el transporte, con el fin de contribuir en la mejora de la eficiencia del sector del transporte, la mitigación de emisiones de contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero (GEI).

Ley 2294 de 2023 – 19/05/2023

Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia Potencia Mundial de la Vida"

Incluye un artículo para promover la movilidad eléctrica en el transporte escolar y la creación de mecanismos para promover tecnologías y vehículos de cero y bajas emisiones, priorizando las tecnologías eléctricas y de hidrógeno.

Hoja de Ruta de la Transición Energética Justa (TEJ) – Consulta pública desde 01/08/2023 – 15/09/2023

Desde una perspectiva económica, para la TEJ la electromovilidad es una **oportunidad para la reindustrialización del sector automotriz y energético**. En particular, en lo que respecta al transporte eléctrico, define las **principales recomendaciones**, entre otras:

- Generar la **política pública** para la reconversión de vehículos de combustión interna a eléctricos, que habilite el servicio público, particular u otros.
- **Aumentar los incentivos** para la electromovilidad en toda la cadena de valor (importación, producción, autopartes, renovación de vehículos, entre otros).
- **Incentivar el despliegue masivo de estaciones de carga convencionales y fotovoltaicas (red de electrolineras).**
- Acelerar el **diseño de mecanismos para incentivar la respuesta de la demanda** en el corto plazo, y avanzar en la generación de conocimiento sobre el aprovechamiento de dispositivos, como los vehículos eléctricos, y los servicios complementarios que pueden prestar a la red.

Anexo 2: Recomendaciones a la propuesta de política de Interoperabilidad en Colombia

En el siguiente anexo se presenta el detalle de las recomendaciones al Proyecto de Resolución de Interoperabilidad, en tres horizontes de tiempo: corto, mediano y largo plazo.

1. Recomendaciones al Proyecto de Resolución de Interoperabilidad sugeridas en un escenario de corto plazo

1. DEFINICIONES

1.1. Agentes involucrados en interoperabilidad

Sugerimos **modificar la definición de "Operador de Puntos de Recarga (CPO, por sus siglas en inglés)"**. A continuación, se propone una posible redacción: Persona natural o jurídica que posee los derechos de explotación de una o más estaciones de carga para vehículos eléctricos y es responsable de la gestión y operación de estas. De esta forma, el CPO, a efectos formales se considera, en términos generales, consumidor de energía eléctrica, aplicándose sobre éste la regulación en la materia relativa a consumidores de energía eléctrica, pudiendo transferir, total o parcialmente, los derechos de explotación de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos a terceros, quienes asumirán las responsabilidades asociadas con la operación técnica de la estación de recarga.

Sugerimos **modificar la definición de "Proveedor de Servicios de Movilidad Eléctrica (MSP, por sus siglas en inglés)"**. A continuación, se propone una posible redacción: Persona natural o jurídica que, sin poseer derechos de explotación ni la titularidad de estaciones de carga pública, provee de servicios relacionados con la carga de vehículos eléctricos a los usuarios en aquellas estaciones donde el CPO no los provea por él mismo. Estos servicios pueden incluir facturación y cobro al usuario por el servicio de carga, aplicaciones con información sobre puntos de recarga a su cargo, entre otros. Los CPO podrán desempeñar el papel y funciones de un MSP para sus propios usuarios.

Sugerimos al Ministerio **reevaluar la necesidad del concepto "Prestadores del servicio de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables"** establecido en el inciso primero del artículo 3 de la Resolución MME 40223 de 2021, teniendo en cuenta **la suficiencia de los conceptos "CPO" y "MSP" para describir los principales agentes que prestan servicios de recarga de vehículos eléctricos**. En este sentido se sugiere ampliar la figura de prestadores de servicio de carga tanto a CPO como MSP.

1.2. Tipos de estaciones de recarga

Sugerimos **modificar la definición de "Infraestructura de recarga de vehículos eléctricos de acceso público"**. A continuación, se propone una posible redacción: infraestructura dispuesta para la recarga de vehículos eléctricos e híbridos enchufables que podrá ubicarse en espacios públicos o privados y proporcionará un servicio accesible al público de manera no discriminatoria. Se considerarán abiertas al público las infraestructuras de recarga cuyas plazas de estacionamiento sean físicamente accesibles al público, incluso mediante autorización o determinadas condiciones de autenticación, uso y pago del servicio de recarga.

Sugerimos **modificar la definición de "Infraestructura de recarga de vehículos eléctricos de acceso privado o limitado"**. A continuación, se propone una posible redacción: infraestructura dispuesta para la recarga de vehículos eléctricos e híbridos enchufables que podrá ubicarse en espacios públicos o privados. Está destinada para el uso exclusivo de usuarios autorizados por el propietario, CPO o MSP, de acuerdo con requisitos específicos establecidos para acceder al servicio. Esta infraestructura incluye las estaciones de recarga asignadas exclusivamente a la recarga de vehículos en servicio dentro de una misma entidad o grupo empresarial al que pertenece dicha entidad e instalados en un recinto dependiente de dicha entidad o grupo empresarial al que pertenece dicha entidad.

1.3. Definiciones de la Resolución MME 40223 de 2021

Sugerimos **agregar y complementar la definición de "Punto de Carga"** establecida en la Resolución MME 40223 de 2021: *Espacio en el que el vehículo eléctrico o el vehículo híbrido enchufable realiza su carga mediante la conexión a la instalación eléctrica. Un punto de carga puede tener uno o varios conectores (salidas o enchufes) para acomodar diferentes tipos de conectores.*

Sugerimos **agregar la definición de "Cargador de vehículos eléctricos"** establecida en la Resolución MME 40223 de 2021: *Conjunto de elementos específicos para efectuar la carga de un vehículo eléctrico o híbrido enchufable mediante la conexión de este a una instalación eléctrica.*

Sugerimos **agregar la definición de "Conector para carga del vehículo eléctrico"** establecida en la Resolución MME 40223 de 2021: *Dispositivo que, conectado por inserción a un dispositivo de entrada en el vehículo eléctrico o híbrido enchufable, establece una conexión eléctrica entre el cargador y el vehículo con el propósito de transferir energía eléctrica e intercambiar información.*

2. ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS TÉCNICOS

2.1. Conexión a la red eléctrica y requerimientos de seguridad

Sugerimos incluir un **apartado específico** sobre el **cumplimiento del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y estándares internacionales (IEC 61851, SAE J1772, etc.)** para todas las estaciones de carga, en materia de **procedimientos de acceso a la red eléctrica, instalación, condiciones de seguridad, vigencia de las certificaciones de conformidad** y en general establecer los requisitos aplicables a las estaciones de carga haciendo referencia a estos reglamentos y estándares.

2.2. Equipamiento de hardware de la infraestructura técnica de carga

Sugerimos integrar y hacer referencia a los estándares de conector mínimo para estaciones de carga establecidos en el artículo 4 de la **Resolución MME 40223 de 2021** (*Tipo 1 SAE J1772 en estaciones de Nivel de carga 2 y 3 de Corriente Alterna, y CCS Combo 1 en estaciones de Corriente Continua*), exigibles a partir del 9 de julio de 2022 para todas las estaciones de carga instaladas desde el 9 de julio de 2021. **Además, sugerimos ampliar los estándares de conector mínimo a Tipo 2 en Corriente Alterna para dar respuesta al mercado europeo y CHAdeMO en Corriente Continua para dar respuesta al mercado de Asia-Pacífico.**

3. INTEROPERABILIDAD EN LAS TRANSACCIONES FINANCIERAS

3.1. Directrices sobre los métodos de pago

Sugerimos adicionar a la resolución de interoperabilidad que **las opciones de pago recurrentes y métodos de pago podrán ser definidas en futuras resoluciones** o circulares del Ministerio de Minas y Energía.

4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

4.1. Sistemas de gestión de los prestadores del Servicio de carga

Respecto a la definición "*Sistema de Gestión de los Prestadores de Carga*", establecida en el Artículo 2 "*Definiciones*" del Proyecto de Resolución, sugerimos considerar complementar, con objeto de dar más claridad a los agentes:

- Obligación:** *quien tiene que disponer de éste.*
- **Comunicación y acceso:** *cuáles actores tienen acceso y quién habilita el acceso a otros agentes.*
- **Funcionamiento:** *de qué manera los actores involucrados van a interactuar, si procede un intercambio de información o es para fines de consulta y reporte.*

Por otro lado, sugerimos **considerar modificar su nombre** teniendo en cuenta las sugerencias del apartado "Definiciones" en la que se sugiere reevaluar la necesidad del concepto de "*Prestadores del servicio de carga para vehículos eléctricos e híbridos enchufables*".

Esto con la intención de establecer criterios directrices específicas y que los agentes interesados sepan si deben llevar a cabo ellos mismos dicho sistema o será el Ministerio quien lo desarrolle y ponga en marcha el mismo. **Como alternativa**, sugerimos considerar adicionar a la resolución de interoperabilidad que **en próximas resoluciones o circulares se regulará el funcionamiento de este Sistema de Gestión de los Prestadores del Servicio de Carga.**

5. TRANSPARENCIA Y COMUNICACIÓN

5.1. Acceso a datos

Sugerimos complementar la definición de *"Plataforma de estaciones de carga de vehículos eléctricos e híbridos enchufables"* y reglamentar la obligación de presentar, **de forma previa y digital**, como mínimo, la siguiente información al usuario, incluyendo última información disponible y datos históricos: (i) **Estado de la EDC**, incluyendo interrupciones del servicio por mantenimientos programados y fallas (ii) **Geolocalización y disponibilidad de los puntos de carga**, incluyendo información de cuáles se encuentran ocupados, (iii) **Horario de operación**, (iv) **Potencia**, (v) **Velocidad de los PDC**, (vi) **Precio del servicio y formas de pago**, (vii) **Empresa prestadora del servicio**.

Además, sugerimos considerar que en la definición de esta Plataforma se indique que el Ministerio designará quien debe desarrollar dicha plataforma más adelante (indicar plazo si se considera), tanto su desarrollo, como gestión y supervisión (si se considera).

Con objeto de garantizar que la **información sea accesible de forma transparente y dinámica, en tiempo real**, sin perjuicio de lo anterior, sugerimos incluir la obligación, que hasta que la Plataforma se encuentre implementada completamente (con información disponible en tiempo real -dinámica-, así como otra información estática e histórica), sean los propios agentes responsables de enviar esta información de forma periódica, los que tengan la obligación de publicar esta información en su página web, de forma que sea accesible de forma pública, transparente y no confusa.

Sugerimos complementar la *"Discriminación de precios"* del Artículo 6 del Proyecto de Resolución, reglamentando la **uniformidad de los precios públicos en el servicio de carga**, diferenciando los conceptos que han sido incluidos por cada CPO o MSP para llegar a la tarifa que ofrecen en sus estaciones (*costo de electricidad, impuestos, costos de operación y mantenimiento y cualquier otro que aplique*). Dicha uniformidad vendría de la mano de publicar los precios en una misma unidad, por ejemplo, COP/kWh, o COP/minuto, dependiendo del tipo de tarifa en la estación de recarga. Asimismo, recomendamos establecer que en futuros desarrollos se podría requerir información complementaria (*por ejemplo, unidades de CO2 evitados*).

5.2. Registro de agentes y estaciones

Sugerimos establecer dos tipos de registro. El primero, **para el registro de agentes**, con los datos identificativos y características teniendo en cuenta su rol (*propietario, instalador, CPO, MSP*). El segundo, **para estaciones de recarga**, teniendo en cuenta sus especificaciones técnicas y de operación.

Sugerimos asignar un **código único de identificación para cada agente** correctamente registrado ante el Ministerio **y para cada estación de carga** correctamente reportada al Ministerio.

Sugerimos establecer las **capacidades técnicas y económicas mínimas que deben cumplir los agentes** interesados en prestar servicios asociados a la infraestructura de recarga. De igual manera, **aclarar la autorización que para tales fines emitirá el Ministerio**, mencionada en el párrafo 5 del Artículo 3 *"Reporte de Información"* del proyecto de resolución de interoperabilidad.

Sugerimos implementar un **sistema o plataforma pública de agentes y estaciones habilitados para prestar los servicios de recarga**. Se sugiere considerar las siguientes características:

1. Publicación y actualización periódica de los agentes y estaciones registrados y habilitados para prestar el servicio.
2. De carácter público.
3. Operado y supervisado por el Ministerio o un agente externo e imparcial.

5.3. Reporte de información al Ministerio: agentes y periodicidad

Sugerimos adicionar a la resolución de interoperabilidad que en próximas resoluciones o circulares **se podrán establecer nuevas obligaciones y requisitos de información a reportar, de un lado, por el CPO y, de otro lado, por el MSP, diferenciando los datos que a cada agente le corresponderá remitir al Ministerio.**

Sugerimos **adicionar** a la resolución de interoperabilidad que **en próximas resoluciones o circulares se regulará la forma de remisión, periodicidad y plazo para el reporte de información**, teniendo en cuenta la frecuencia de variación de los datos a reportar (*información de carácter estático e información de carácter dinámico*).

En este sentido, se puede considerar información estática: información general de identificación del MSP y del CPO (Razón Social, NIF, Página Web, etc.), información de identificación, ubicación, caracterización técnica o accesibilidad de los puntos de recarga, etc. Adicionalmente, como información dinámica: Precios, disponibilidad del punto, etc.

Sobre el **agente que supervisará y garantizará el reporte completo de información de las estaciones de recarga** requerida en el Artículo 3 "*Reporte de Información*" del proyecto de resolución de interoperabilidad, **sugerimos excluir al comercializador de energía de esta responsabilidad.**

Con base en las sugerencias de información, periodicidad y agentes mencionadas en este numeral 5.3., sugerimos al Ministerio adicionar a la resolución de interoperabilidad que **desarrollará la "Plataforma de estaciones de carga de vehículos eléctricos e híbridos enchufables" teniendo en cuenta estas nuevas obligaciones y requisitos** -ver comentarios anteriores-.

5.4. Reporte de información al Ministerio: datos y seguimiento

En relación con el "**Precio de carga**", sugerimos indicar la **metodología de cálculo del precio** al que el Ministerio va a hacer seguimiento. Se sugiere indicar si el precio de carga que deben reportar los agentes corresponde a un precio promedio, precio máximo o, en general, la operación aritmética correspondiente.

En cuanto a los "**Protocolos de comunicación**", sugerimos complementar con un campo en el que se registre la **versión** utilizada por el agente.

Sugerimos adicionar el campo de "**Fecha de actualización de la información**", como indicativo de la vigencia de los datos reportados por el CPO o MSP. Como alternativa, se sugiere la expedición de un **certificado de actualización** de la información al finalizar esta acción.

Sugerimos adicionar un campo en el que se cuantifique la **proporción de disponibilidad e indisponibilidad de la estación por unidad de tiempo**, dependiendo de la periodicidad del reporte de información.

Sobre este dato **sugerimos establecer un indicador que permita hacer seguimiento al *downtime* de las estaciones de recarga**, que podrá incluir el análisis de la información histórica, tendencias, causas de la inactividad, proporción del estado activo/inactivo por unidad de tiempo (día, mes, trimestre, etc.).

6. IMPLEMENTACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN

6.1. Plazos para la implementación

Sugerimos incluir en la resolución de interoperabilidad una aclaración o disposición transitoria en la cual se indique el **plazo a nivel general para implementar las medidas de interoperabilidad**. Con base en experiencias internacionales y considerando el grado del despliegue de infraestructura de recarga pública, dichos plazo suele estar en un rango entre 12 y 24 meses. Sugeriríamos, la posibilidad de que le sea aplicable la resolución a los nuevos desarrollos que den a partir de un plazo más corto (por ejemplo 6-12 meses) y las antiguas en un plazo más amplio (por ejemplo 18 meses).

6.2. Cumplimiento de la resolución

Sugerimos incluir en la resolución de interoperabilidad una aclaración o disposición transitoria en la cual se indique que los **agentes que incumplan con lo establecido por el Ministerio estarán sujetos a penalizaciones** a las que haya lugar, de acuerdo con la legislación vigente u otra que se pueda desarrollar.

Asimismo, se sugiere, que igualmente **sólo aquellos agentes y estaciones de carga debidamente inscritos en los registros indicados previamente podrán dar el servicio correspondiente de carga**. En caso de no cumplir las obligaciones de la normativa vigente o que se pueda desarrollar, se darán de baja de dichos registros. Igualmente se darán de baja las estaciones de carga que no hayan tenido servicio en un periodo superior a 3 meses, salvo que el operador haya notificado alguna incidencia o avería justificada, dándose de baja definitivamente a los 6 meses si no se hubiera resuelto dicha incidencia o avería. Asimismo, aquellos agentes que no hubieran prestado actividad en los últimos 12 meses también causarán baja del registro.

Fuente: elaboración propia

2. Recomendaciones al Proyecto de Resolución de Interoperabilidad sugeridas en un escenario de mediano plazo

1. ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS TÉCNICOS

1.1. Equipamiento de hardware de la infraestructura técnica de carga

Para reducir el riesgo de obsolescencia, desuso y abandono de infraestructura, sugerimos establecer **plazos para el cumplimiento de los estándares de conectores** a estaciones de recarga instaladas previo al inicio de vigencia de la Resolución MME 40223 de 2021, esto es, previo al 9 de julio de 2021. Se sugiere un **periodo de transición de 24 meses**.

Sugerimos regular el uso y componentes de los **adaptadores** para permitir una carga segura de vehículos eléctricos con diferentes enchufes.

Sugerimos regular los requisitos mínimos en las especificaciones de hardware para que la infraestructura de recarga desplegada cumpla con los **requerimientos aplicables a espacios públicos** (*postes de señalización, señales de advertencia, marcadores viales, etc.*).

2. INFRAESTRUCTURA PÚBLICA DE CARGA RÁPIDA DE LARGA DISTANCIA

2.1. Diferenciación de la infraestructura pública de carga rápida de larga distancia

Sugerimos definir las **características de la infraestructura de carga rápida para trayectos de larga distancia** (*tipo de carga, tensión requerida, niveles de potencia, ubicación, distancia*) y **regular su operación y funcionamiento de manera diferenciada**.

2.2. Despliegue de la infraestructura pública de carga rápida de larga distancia

Sugerimos regular el **despliegue coordinado** de la infraestructura de carga rápida de larga distancia, desarrollando directrices para responder a las necesidades de los usuarios de carga de VE (*distancias entre cada estación, tipo de carga, autopistas o rutas nacionales en las que se ubicarán, zonas prioritarias para el despliegue, entre otros*).

3. INTEROPERABILIDAD EN LAS TRANSACCIONES FINANCIERAS

3.1. Directrices sobre los métodos de pago

Sugerimos definir **métodos de pago mínimos disponibles** para los usuarios en la infraestructura de recarga (acceso abierto entre redes de operadores), como, por ejemplo, estar equipada al menos con datáfono, tecnología sin contacto o incluir métodos de pago por red de aplicaciones (*PayPal, ApplePay, GooglePay, etc.*).

4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

4.1. Estándares de comunicación

Sugerimos la adopción de un **protocolo de comunicación específico ya consolidado** al que los CPO y MSP deberán acogerse, previo **estudio de los protocolos utilizados a nivel nacional y las tendencias internacionales**.

Sugerimos realizar esta actividad en conjunto con el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

Sugerimos establecer la **versión específica** requerida en cuanto a los protocolos de comunicación y **un plazo para realizar la actualización** conforme se vayan desarrollando nuevas versiones de los protocolos.

4.2. Estándares de comunicación de datos de facturación

Sugerimos establecer estándares de comunicación mínimos que permita a las estaciones de carga **transmitir automáticamente los datos de pago por el uso del servicio, hacia los sistemas de facturación y gestión de pagos al usuario**.

5. DIRECTRICES SOBRE CIBERSEGURIDAD

5.1. Directrices y procedimientos de ciberseguridad para los flujos de información sobre vehículos eléctricos

Sugerimos establecer e implementar **cómo se regularán los diferentes flujos de información y datos en materia de ciberseguridad**: (i) **financieros**, que garantizan el pago del servicio de recarga, (ii) **de electricidad**, que garantizan que los VE estén cargados y disponibles para el usuario, (iii) **electrónicos** dentro del VE que garantizan la operatividad de los diferentes servicios prestados por un VE y (iv) de otro tipo de **información confidencial** (por ejemplo, datos privados de los usuarios).

Sugerimos realizar esta actividad en conjunto con el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

Sugerimos definir las **responsabilidades de los stakeholders** y distintos agentes implicados, **en materia de ciberseguridad y protección de los flujos de información**. Se sugiere realizar esta actividad en conjunto con el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

6. TRANSPARENCIA Y COMUNICACIÓN

6.1. Acceso a datos

Sugerimos **hacer referencia al artículo 5 de la Resolución MME 40223 de 2021**, en la que se menciona que la información disponible al público en la EDC incluye las instrucciones de uso, de pago, precio, tipo de conector y potencia.

Sugerimos establecer disposiciones que **salvaguarden la propiedad de los datos generados por los usuarios** (*información sobre consumos, patrones de uso de las estaciones de carga, otros datos asociados al comportamiento de los usuarios, etc.*). **La propiedad del dato típicamente pertenece al consumidor** y sugerimos que su utilización deba requerir el **consentimiento** de éste.

6.2. Reporte de información al Ministerio: datos y seguimiento

Con respecto a la **"Unidad del precio de carga"**, sugerimos estandarizar la unidad en la que debe reportarse el precio y la energía (\$/kWh, \$/MWh, etc.).

Sugerimos **adicionar** en el reporte de datos, información de la **fecha de instalación y fecha de último mantenimiento** para el punto de recarga.

En cuanto al **Certificado de Conformidad** del producto, sugerimos **adicionar** los campos **"Vigencia del certificado"**, **"Fecha de certificado"** y **"Organismo certificador"**.

Sugerimos incluir en el reporte, el proveedor de plataforma de pago de la estación, *link* de acceso y formas de pago disponibles.

7. OBLIGACIONES Y DERECHOS DE LOS PRESTADORES DE SERVICIOS DE CARGA: CPO y MSP

7.1. Definir derechos y obligaciones de forma amplia

Se sugiere definir sus obligaciones y derechos de forma amplia (en relación con el servicio prestado, servicio de atención al cliente, facturación, confidencialidad, etc.). Esto se puede realizar en una modificación de la Resolución MME 40223 de 2021 o en Resoluciones posteriores.

Fuente: elaboración propia

3. Recomendaciones al Proyecto de Resolución de Interoperabilidad sugeridas en un escenario de largo plazo

1. ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS TÉCNICOS

1.1. Equipamiento de hardware de la infraestructura técnica de carga

Sugerimos identificar los **equipos y especificaciones técnicas mínimos** de la infraestructura de recarga en cuanto a las **condiciones de acceso de los vehículos eléctricos** (*pantalla o interfaz de usuario, sensores de proximidad o detección de VE, cámaras, semáforos, sistemas de bloqueo de llantas, entre otros*).

1.2. Programas piloto

Sugerimos promover programas piloto basados en requisitos técnicos específicos para garantizar un funcionamiento adecuado de la infraestructura de recarga y de la comunicación con la red eléctrica. Dichos programas podrán ayudar fomentar la inversión en nuevos equipos, gestión de datos e infraestructuras con objeto de probar su funcionamiento en el mercado.

1.3. Estándar de conectores en vehículos eléctricos

Sugerimos regular y estandarizar los **conectores de los vehículos eléctricos e híbridos enchufables que ingresan al país.**

1.4. Requerimientos de seguridad

Sugerimos identificar los procedimientos de verificación, cumplimiento y políticas de requisitos mínimos de seguridad en la infraestructura de recarga. **Se sugiere contemplar auditorías de seguridad.**

2. INTEROPERABILIDAD EN LAS TRANSACCIONES FINANCIERAS

2.1. Directrices sobre los métodos de pago

Como iniciativa complementaria, sugerimos **considerar la creación de un método de pago universal, como una tarjeta prepagada o aplicación móvil**, que permita asegurar el acceso a cualquier estación de carga a nivel nacional utilizando ese método de pago, independientemente del MSP o CPO.

3. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

3.1. Estándares de comunicación

Sugerimos adoptar **protocolos y políticas estándar de comunicación consolidados** para establecer mecanismos de **demand response** (*gestión de la demanda eléctrica en momentos de alta carga o situaciones críticas en la red eléctrica*), soluciones tecnológicas de **recarga inteligente (servicios del vehículo a la red, es decir, capacidad de los VE de comunicarse con la red y proporcionar o recibir energía según las necesidades de la red)** y de **medición inteligente en la red eléctrica** (*protocolos de comunicación que los medidores inteligentes utilizan para transmitir datos, formatos de recopilación de datos estandarizados*). Estos protocolos incluyen Open ADR, OSCP, IEC 61850, ISO/IEC 63110 e ISO/IEC 63119.

Sugerimos establecer requerimientos mínimos y estándares de comunicación específicos que permitan el **control y evaluación en la eficacia del uso del sistema** de recarga de VE (*tiempo de carga, capacidad de carga utilizada, frecuencia de carga, cargas programadas, entre otros*).

4. DIRECTRICES SOBRE CIBERSEGURIDAD

4.1. Directrices y procedimientos de ciberseguridad para los flujos de información sobre vehículos eléctricos

Sugerimos crear un **"Comité de Estandarización"** intersectorial para la **supervisión y el desarrollo** del producto en materia de ciberseguridad, con objeto de identificar mejoras futuras y novedades en la materia que se puedan incorporar en la regulación y protocolos establecidos.

5. TRANSPARENCIA Y COMUNICACIÓN

5.1. Acceso a datos

Sugerimos incentivar que le sea informado al consumidor la **cantidad de emisiones de CO2 que ha ayudado a reducir** al cargar su vehículo eléctrico en puntos de carga.

Sugerimos habilitar al **consumidor que se encuentre físicamente en la EDC para retroalimentar la base de datos**, confirmando si la información reportada por los prestadores del servicio de carga de VE o VHE, es correcta y va en línea con la realidad.

Sugerimos incentivar a los CPO y MSP a la creación de una plataforma o herramienta que les permita a los consumidores la opción de **reservar los puntos de carga** que requiera, con base en los recorridos que el usuario necesite ejecutar.

Fuente: elaboración propia

Anexo 3: Detalle sobre los costos asociados con el despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos

Anexo 3.1 Identificación de la cadena de valor y agentes involucrados asociados al despliegue de infraestructura de carga pública para vehículo eléctrico

El despliegue de infraestructura de carga típicamente está compuesto por diferentes usuarios. Esta cadena, tomándola al completo, suele abarcar desde la generación de electricidad hasta la provisión del servicio de carga. En cada punto, existen diferentes componentes que, en conjunto, conforman la totalidad de costos asociados al despliegue de puntos de recarga. De manera ilustrativa, se nombran a continuación los agentes que forman parte del ecosistema asociado a la infraestructura de carga de los vehículos eléctricos:

(i) Generación y distribución⁷⁸

Abarca los costos derivados de la generación y distribución de la energía eléctrica. Así, dependiendo del pool energético, la capacidad instalada de la generación, la demanda de energía eléctrica y el costo asociado a la operación, transporte y mantenimiento de las redes, el costo podría variar, aumentándolo o disminuyéndolo. Además, en cuanto al transporte y distribución de electricidad, responsabilidad de los transmisores y distribuidores, la capacidad técnica de las redes típicamente juega un papel fundamental en la determinación del costo. Adicionalmente, la digitalización de la mismas puede ayudar a reducir las pérdidas, tanto técnicas y no técnicas, disminuyendo así el costo de la energía eléctrica. Algunos agentes identificados en esta parte de la cadena son, las empresas de generación de energía eléctrica, XM como operador del mercado, ISA como operador de la transmisión y las empresas transmisoras y distribuidoras como Intercolombia, EPM, entre otras.

(ii) Fabricantes e industria asociada a la fabricación de los puntos de carga

- a. Hardware: Uno de los sectores determinantes a la hora de evaluar el costo de la infraestructura de carga para vehículo eléctrico. Esto se debe a que existen componentes eléctricos y electrónicos necesarios para la implementación de estaciones de carga. Estos componentes, al tener que ser tomados en cuenta, varían, típicamente al alza el precio de la infraestructura. A pesar de esto, el avance tecnológico ayuda en la disminución de costes asociados, al por ejemplo, introducir tecnología sin cables. Estos agentes guardarán mayor relación con los Operadores de Puntos de Carga ya que, en general, son estos los que necesitan de estos elementos para la operación y mantenimiento de las estaciones.
- b. Software: Los programas informáticos actúan como soporte en las funciones de back-office como la facturación, el cobro, la medición, la gestión de los datos o la estructura de un gobierno del dato. En este sentido, la digitalización juega un papel fundamental en el propósito de reducción de costos asociados al despliegue de infraestructura de carga. Esto debido que, la implementación de diferentes programas informáticos ayuda en la automatización de procesos repetitivos. De esta manera se aumenta la eficiencia en la cadena de valor. Por ejemplo, para el cobro mediante tarjeta de débito u otra forma de pago electrónico, se necesita una plataforma o conexión a internet que gestione dicho pago. Estos

⁷⁸ El sector eléctrico colombiano se rige fundamentalmente por las Leyes 142 y 143 de 1994, las cuales definen el régimen de prestación de servicios públicos desde las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, así como, por los desarrollos posteriores que modifican o adicionan la regulación del sector.

agentes suelen trabajar de forma estrecha con los Proveedores de Servicios de Movilidad (EMSP) ya que elaboran la estructura del servicio que dicho EMSP ofrecerá a los usuarios.

(iii) Propietario de puntos de carga

Abarca entidades financieras, como inversionistas privados, fondos de inversión, o instituciones financieras, que generalmente, financian los proyectos de infraestructura de carga de vehículos eléctricos. En este sentido, mediante contratos con un Operador de Puntos de Carga (CPOs), se le cede la responsabilidad de operar, mantener y gestionar los puntos de carga. Es por ello, que el propietario, actuará en base a obtener un retorno rentable de su inversión.

(iv) Operador de puntos de carga (CPO⁷⁹)

Los Operadores de Puntos de Carga (CPO), son aquellos agentes que se encargan, típicamente, de las siguientes funciones principales:

- a. La construcción, operación técnica, mantenimiento de los puntos de carga de vehículos eléctricos.
- b. gestión eficiencia de la electricidad de los puntos de carga
- c. Monitorización y control de los puntos de carga.
- d. Garantiza la compatibilidad entre el hardware y software instalado en los puntos de carga.

(v) Proveedor de Servicios de Movilidad Eléctrica (EMSP⁸⁰)

Los Proveedores de Servicios de Movilidad Eléctrica (EMSP), son aquellos agentes que se encargan, típicamente, de dos funciones principales:

- a. Oferta y vende servicios asociados a la carga eléctrica, como mapas de puntos de infraestructura (ejemplo: electromaps), servicios de pago (tarjetas de crédito, suscripciones para la carga) o aplicaciones específicas que aporten al usuario una experiencia diferencial para el uso del vehículo eléctrico.
- b. Facturación de la electricidad derivada de la carga de los vehículos eléctricos.

(vi) Usuarios finales de vehículos eléctricos

Representan la ciudadanía que, a cambio de una contraprestación, accederá al servicio de carga. Buscan una experiencia de carga conveniente y asequible, y dependen de la infraestructura de carga para mantener sus vehículos en funcionamiento.

(vii) Gobierno y municipalidades

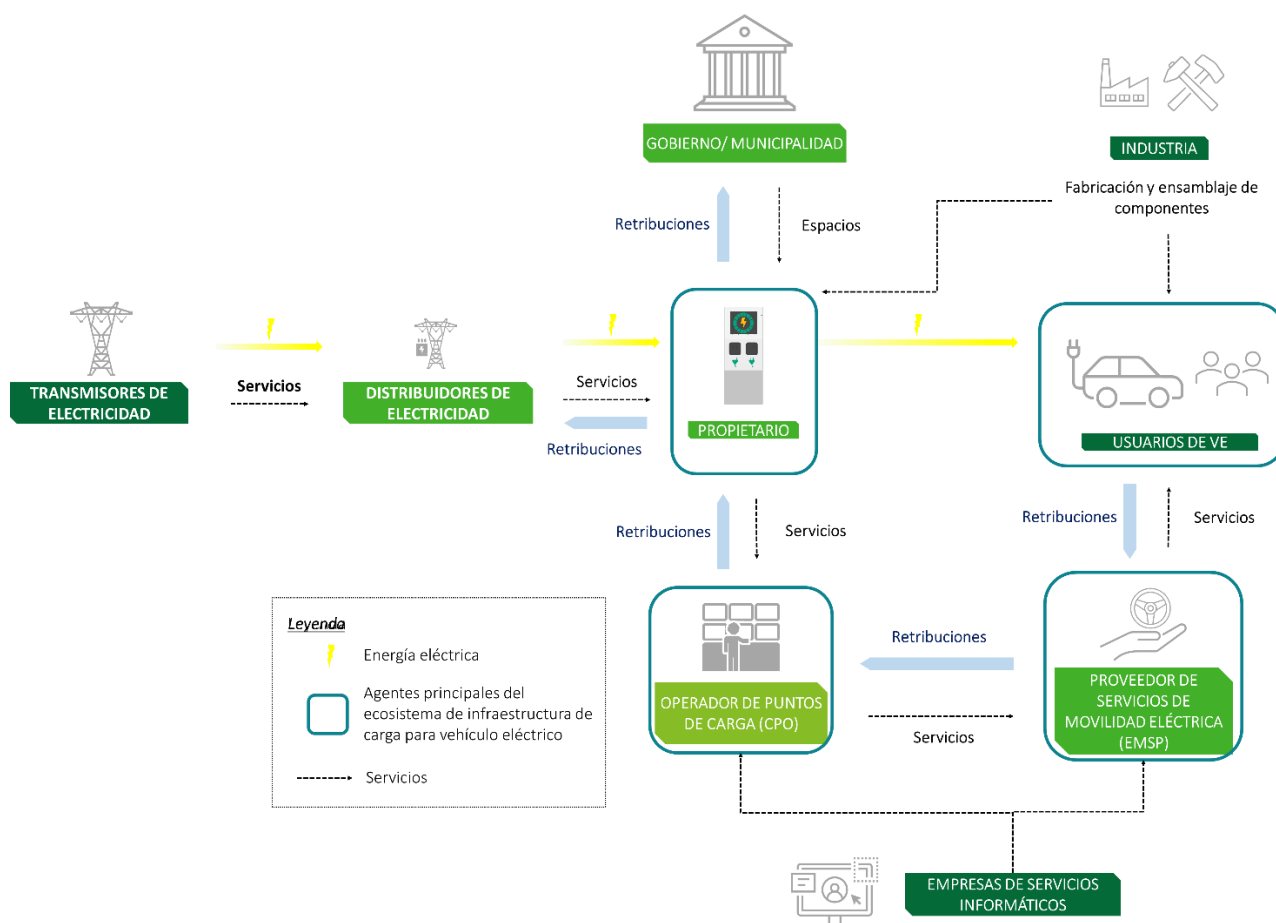
Las Agencias Gubernamentales desempeñan un papel importante en la facilitación de mecanismos de financiamiento e incentivos para el desarrollo de la infraestructura de carga y la adopción de vehículos eléctricos. También pueden proporcionar diversos aspectos del ecosistema de carga como el uso de espacios públicos para la construcción de puntos de carga de acceso públicos, así como se encargan de regular y supervisar el desarrollo del ecosistema asociada a la infraestructura de carga.

A continuación, se muestra ilustrativamente, los principales agentes, así como la relación que típicamente se establece entre ellos y que forman parte del ecosistema de infraestructura de carga:

⁷⁹ CPO, por sus siglas en inglés Charging Point Operator

⁸⁰ EMSP, por sus siglas en inglés eMobility Service Provider

Figura 20: Ecosistema principal del modelo operativo en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos (no exhaustivo)



Fuente: elaboración propia

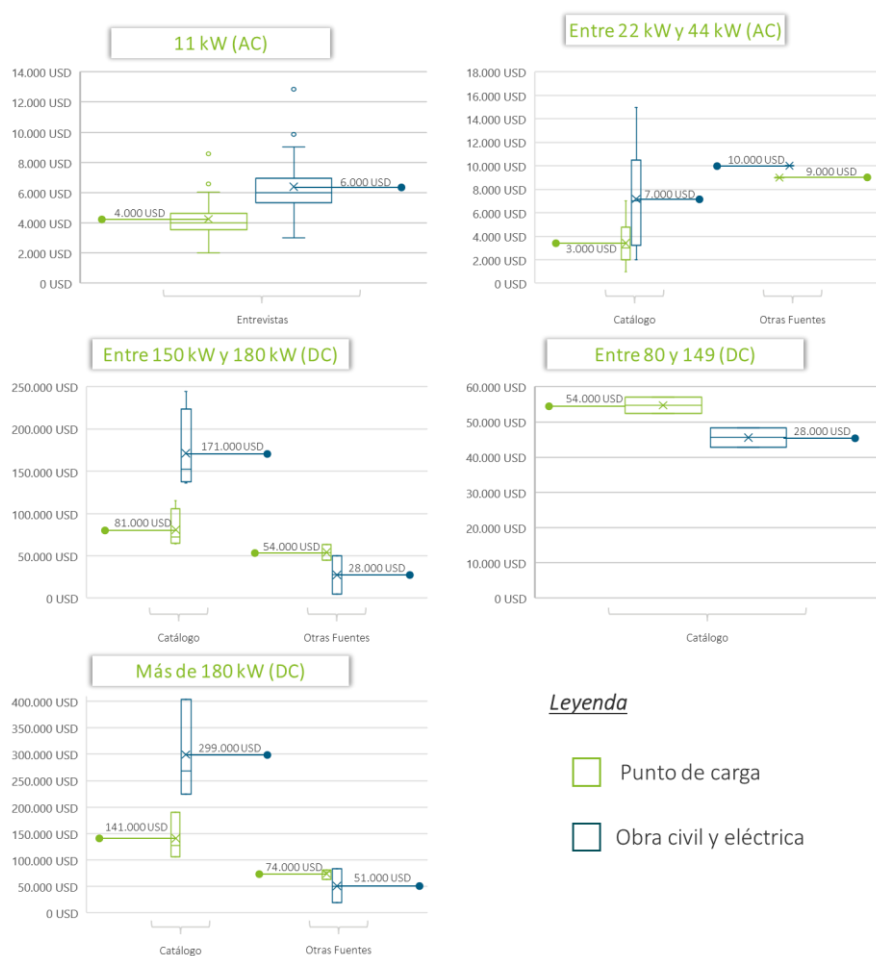
Además del rol que ejerzan en la cadena de valor, los diferentes agentes mostrados en la figura superior asumirán diferentes costos en función del modelo de negocio llevado a cabo. Estos costos, que comprenden tanto inversiones iniciales (CAPEX), gastos operativos (OPEX) como impuestos, formarán parte del costo final que percibirán los usuarios finales asociado al despliegue de la infraestructura de carga.

Anexo 3.2 Detalle del análisis de costos llevado a cabo ampliando a diferentes potencias de puntos de carga analizados

Dispersión y distribución del punto de carga y obra civil y eléctrica

En primer lugar, la figura siguiente consta de 5 gráficos correspondiente a los diferentes niveles de potencia analizados⁸¹. En cada uno de ellos se muestra los diagramas de caja y bigotes del punto de carga y la obra civil.

Figura 21. Diagrama de caja y bigotes del CAPEX asociado a la infraestructura de carga según potencia del cargador



Fuente: Diversas fuentes, entrevistas y análisis Deloitte

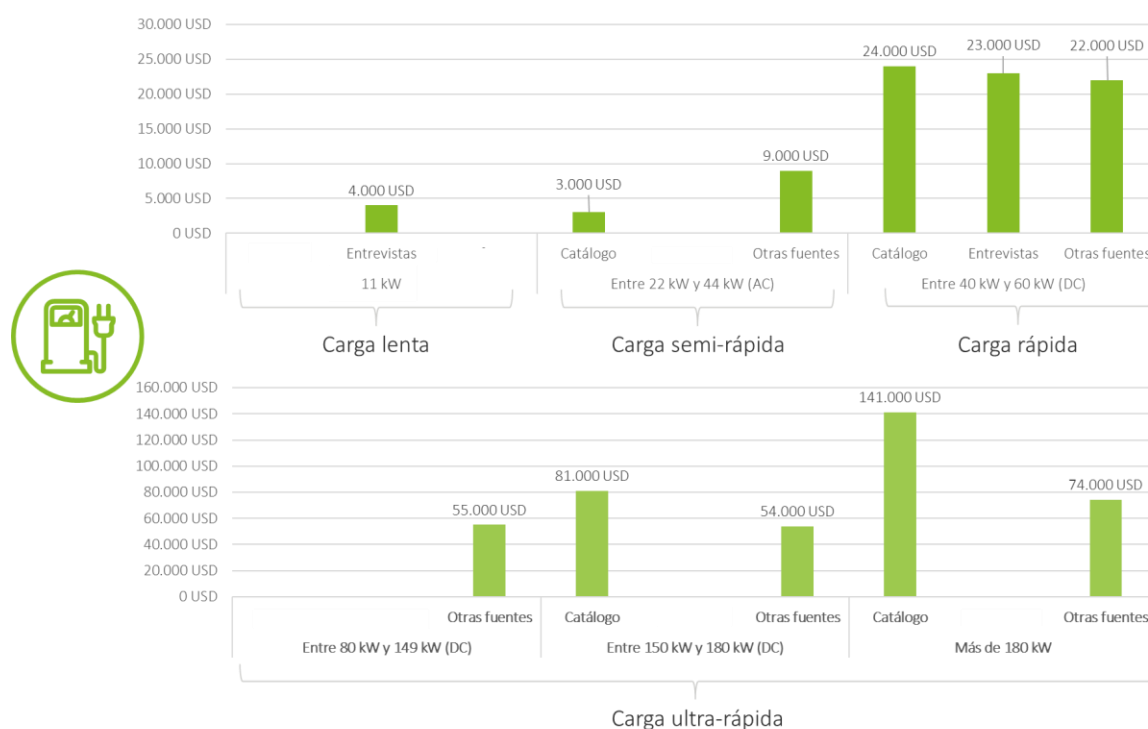
Se puede observar cómo, al igual que en el caso base descrito en el cuerpo del informe, los costes provenientes de obra civil presentan mucha mayor dispersión respecto a los costes asociados a los cargadores. En general, los precios medios difieren considerablemente según la fuente consultada, algo que no ocurría con el caso base (entre 40 kW y 60 kW) expuesto anteriormente.

Análisis de los costos medios de la infraestructura de carga (Punto de carga)

⁸¹ Sin tomar en cuenta el ya descrito en el cuerpo del documento.

Si ampliamos el análisis por las diferentes potencias estudiadas, se observa como los costos de las **estaciones de recarga lenta (11 kW) y semi-rápida (entre 22 kW y 44 kW AC)** se sitúan **entre los 4.256 USD (18,8 millones de COP) y los 9.021 USD (39,86 millones de COP)**. Por su parte, la carga **ultra-rápida (más de 80 kW)** supera los 54.000 USD (238,60 millones de COP) en todas las fuentes consultadas tal y como se observa en la siguiente figura.

Figura 22. Costo típico del cargador por potencia y fuente de información

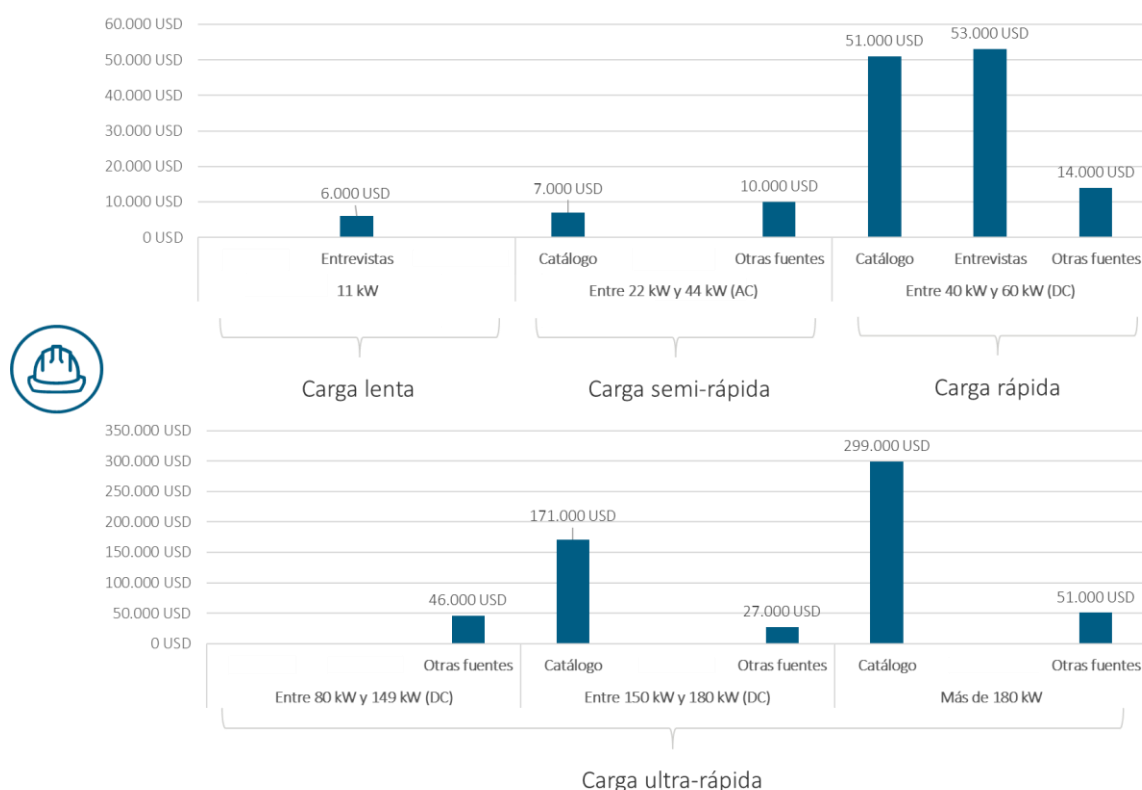


Fuente: Diversas fuentes, entrevistas y análisis Deloitte

Análisis de los costos medios de la infraestructura de carga (Obra civil y eléctrica)

En cuanto a la obra civil, cuando la **potencia es baja (carga lenta y semi-rápida)**, el costo de la obra civil y eléctrica se encuentra en rangos similares a el costo del cargador, entre los **6.384 USD y los 9.772 USD (28,21 millones de COP y 43,18 millones de COP respectivamente)**. Sin embargo, para **cargas ultra-rápidas** existe mucha variabilidad, tanto dentro de una misma categoría de potencia como entre las diferentes fuentes analizadas. Como se mencionó anteriormente, este resultado se produce al ser muy heterogéneo los costos analizados en la obra civil y eléctrica en función de la región o las necesidades del cargador. Así pues, para este tipo de carga, el costo correspondiente a este rubro puede variar entre los **27.454 USD (121, 31 millones de COP) hasta los 299.292 USD (1.322, 34 millones de COP)**.

Figura 23. Costo típico de la obra civil y eléctrica por potencia y fuente de información



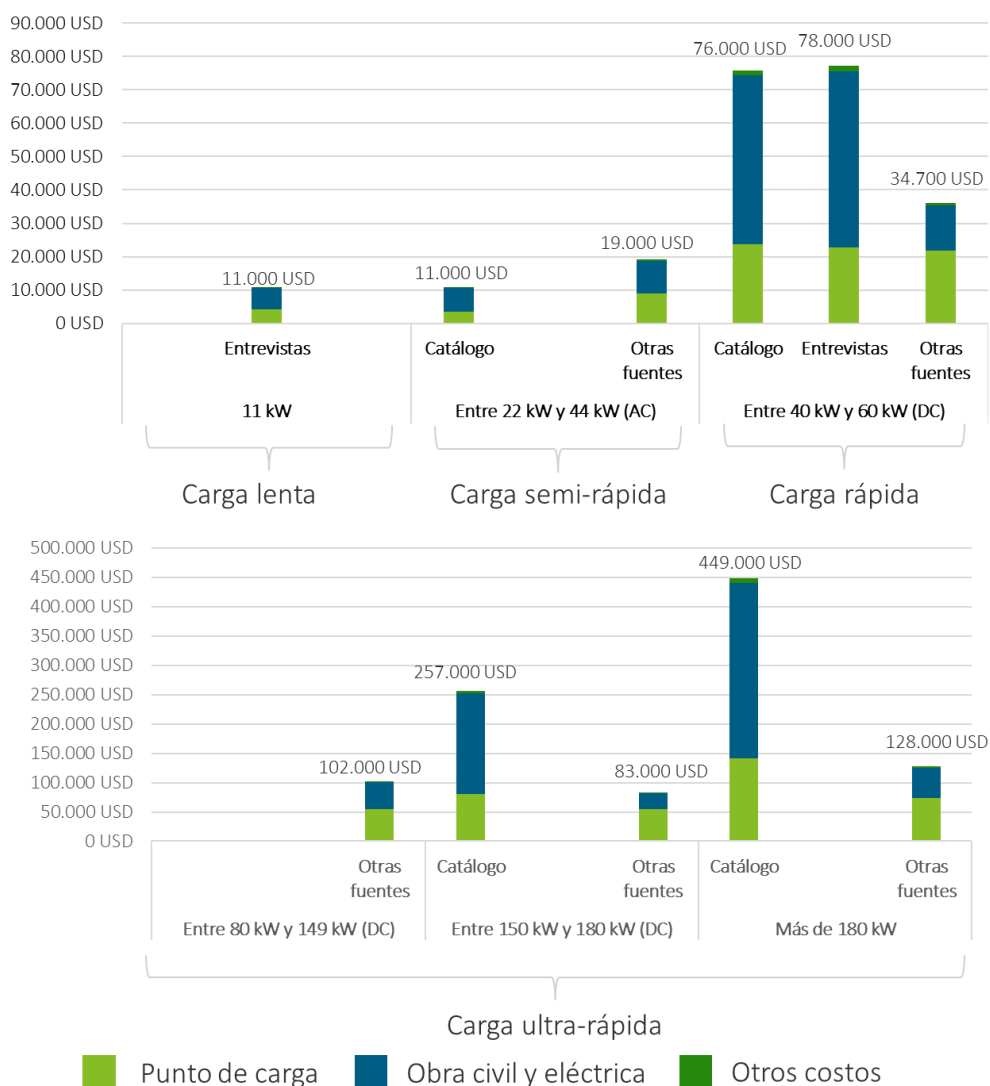
Fuente: Diversas fuentes, entrevistas y análisis Deloitte

Por otra parte, cabe resaltar **estaciones de carga lenta (11 kW)** que han sido identificados durante la consultoría como instalados en parqueaderos de centros comerciales, de supermercados, concesionarios, entre otros. El CAPEX asociado a dicha infraestructura presenta medias similares, tanto en costo de cargador 4.000 USD (aprox. 18 millones de COP) como en costo de obra civil y eléctrica 6.000 USD (aprox. 27 millones de COP).

Análisis de los costos medios de la infraestructura de carga (Infraestructura completa)

Así pues, para observar los costes totales medios de todas las potencias analizadas se presenta la siguiente figura la cual consta de dos figuras, la superior es un diagrama de barras para aquella infraestructura de carga lenta, semi-rápida y rápida. El grafico inferior, por su parte, presenta un diagrama análogo al mencionado antes pero para infraestructura de carga ultra-rápida

Figura 24. Costo total por potencia y fuente



Fuente: Diversas fuentes, entrevistas y análisis Deloitte

Costo de los elementos típicos que forman parte de la obra civil y eléctrica⁸²

Además, con el objetivo de ofrecer una visión más detallada de los costos que componen parte de la obra eléctrica, a continuación se ofrece una lista de elementos típicos a tener en consideración así como su precio en función de la potencia que abarcan.

⁸² Costos medios tomados de la Resolución CREG 015 de 2018. Estos precios se publicaron en COP de 2017, los mostrados en la presente tabla han sido transformados a USD con el tipo de cambio promedio COP/USD de 2017. Posteriormente, se actualizó el encadenamiento del Índice de Costos de la Construcción de Vivienda [2017-2021] y el Índice de Costos de la Construcción de Edificaciones [2022-2023], ambos publicados por la DANE. Para calcular dichos costos promedios se ha tomado una muestra respecto a la lista completa emitida en dicha resolución.

Tabla 6. Elementos típicos en la obra eléctrica e inversión aproximada unitaria.

Elemento	Grupo de tensión 1	Grupo de tensión 2	Grupo de tensión 3	Grupo de tensión 4
km de línea aérea	-	30.000 USD	73.000 USD	175.000 USD
Transformador	22.000 USD	-	20.000 USD	26.000 USD
km de conductor subterráneo	6.000 USD	66.000 USD	132.000 USD	-
km de conductor aéreo	-	65.000 USD	-	-
km de línea submarina	-	801.000 USD	-	801.000 USD
km de línea subterránea	-	1.231.000 USD	-	1.231.000 USD

Fuente: CREG, Análisis Deloitte

Los montos aumentan a medida que aumenta la potencia, sin embargo, y, teniendo en cuenta las características de ciertas estaciones de carga, merece la pena observar la diferencia entre líneas aéreas y líneas subterráneas. Esto es un factor de suma importancia ya que, en ciertos punto de carga es necesario instalar líneas subterráneas en lugar de aéreas, aumentando considerablemente el costo final del proyecto.

Análisis de costos de O&M (OPEX)

La siguiente tabla muestra qué porcentaje del CAPEX representa el OPEX.

Tabla 7. Porcentaje del CAPEX que representa el OPEX

Fuente	Entre 22 kW y 44 kW (AC)	Entre 40 kW y 60 kW (DC)	Entre 80 kW y 149 kW (DC)	Entre 150 kW y 180 kW (DC)	Más de 180 kW
Lim, K. L., Speidel, S. & Bräunl, T., 2022. A comparative study of AC and DC public electric vehicle charging station usage in Western Australia. Renewable and Sustainable Energy Transition, 2(100021).		7%		8%	2%
Ruíz Barrientos, F. M. y otros, 2021. Estudio sobre el despliegue de la infraestructura de carga del vehículo eléctrico en España, Bruselas: Transport & Environment.	11%	17%		14%	
Promedio	6%	8%		11%	2%

Fuente: Diversas fuentes, análisis Deloitte

Anexo 4: Identificación de los principales agentes que podrían participar en el desarrollo del marco político y normativo en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos de Colombia:

Marco general en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos		
Agente principal:		Ministerio de Minas y Energía
Otros agentes relevantes:		Ministerio de Transporte
		Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
		Departamento Nacional de Planeación (DPN)
		Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES)
Marco normativo en torno a las Políticas Energéticas Nacionales		
Agente principal:		Ministerio de Minas y Energía
Otros agentes relevantes:		Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
		Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)
		Departamento Nacional de Planeación (DPN)
Marco normativo en torno a las Políticas de Ordenación Territorial		
Agente principal:		Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
Otros agentes relevantes:		Comisión de Ordenación Territorial (COT)
		Departamento Nacional de Planeación (DPN)
Marco normativo en torno a Políticas de Construcción en las nuevas edificaciones		
Agente principal:		Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
Otros agentes relevantes:		Departamento Nacional de Planeación (DPN)
		Cámara Colombiana de la Contrucción (CAMACOL)
Estándares sobre el hardware y software asociado a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos		
Agente principal:		Ministerio de Minas y Energía
Otros agentes relevantes:		Ministerio de Transporte

		Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
		Departamento Nacional de Planeación (DPN)
		Superintendencia de Industria y Comercio (SIC)
Otros estándares asociados al despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos		
<i>Agente principal:</i>		Ministerio de Minas y Energía
<i>Otros agentes relevantes:</i>		Ministerio de Transporte
		Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
		Departamento Nacional de Planeación (DPN)
		Superintendencia de Industria y Comercio (SIC)
Directrices y acciones específicas para reforzar la concienciación y capacitación de los agentes en torno a la infraestructura de carga de vehículos eléctricos		
<i>Agente principal:</i>		Ministerio de Minas y Energía
<i>Otros agentes relevantes:</i>		Universidades de Colombia
		Sector Privado que participa en el ecosistema en torno a la movilidad eléctrica y la infraestructura de carga de vehículos eléctricos
Marco normativo para la estructuración de incentivos económicos y financieros asociados al despliegue de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos		
<i>Agente principal:</i>		Ministerio de Minas y Energía
<i>Otros agentes relevantes:</i>		Ministerio de Hacienda y Crédito Público
		Ministerio de Transporte
		Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
		Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN)
		Departamento Nacional de Planeación (DPN)

Fuente: elaboración propia

Anexo 5: Aspectos identificados en conversaciones con agentes del sector de movilidad eléctrica en Colombia

El siguiente anexo presenta de manera resumida los **puntos destacados obtenidos a través de conversaciones con diversos actores** del sector de movilidad eléctrica en Colombia, en talleres grupales⁸³ y entrevistas individuales⁸⁴. Estos puntos abordan temáticas clave, desde desafíos hasta propuestas concretas para impulsar el desarrollo y la adopción de movilidad eléctrica en el país, brindando una visión integral de la situación actual y las perspectivas para el desarrollo de este ecosistema.

Para la identificación de los agentes que se pronuncian sobre cada aspecto en las entrevistas individuales, se utilizarán los siguientes acrónimos: **ESP**= Empresas de Servicios Públicos de Energía; **EEV**= Empresas especializadas en Electromovilidad; **EDS**= Estaciones de Servicio; **TRA**= Empresas de transporte; **AUT**= Empresas automotrices; **ELE**= Empresas especialistas en instalaciones eléctricas; **FIN**= Agentes financieros; **ASO**= Asociaciones; **GOV**= Agente Público/Gobierno; **OML**= Organismos Multilaterales.

	¿Identificado en entrevistas individuales?	Tipo de agente que lo identifica	¿Identificado en taller grupal?	Abordado en este Entregable
Mecanismos de financiación e incentivos				
Crear líneas específicas de financiación blanda para la infraestructura de recarga y electromovilidad en fondos gubernamentales (nacionales y territoriales), organismos multilaterales y banca privada (incluyendo tasas preferenciales).	✓	3 ESP, 2 EEV, 1 ASO, 1 FIN, 1 GOV	✓	<i>Apartado 1.3</i> <i>Apartado 8.1</i>
Revisar la exención del IVA del 19% para mejorar la competitividad en precios del servicio de recarga.	✓	2 EEV, 1 ESP	✓	<i>Apartado 1.3</i>

⁸³ Paneles y mesas de trabajo desarrolladas en el marco del “Taller de dinamización de infraestructura de recarga de acceso público en Colombia: Mecanismos financieros para dinamizar el despliegue de infraestructura de recarga pública en Colombia”, llevado a cabo el 21 de noviembre de 2023.

⁸⁴ Entrevistas individuales sostenidas entre los meses de octubre y diciembre de 2023.

	¿Identificado en entrevistas individuales?	Tipo de agente que lo identifica	¿Identificado en taller grupal?	Abordado en este Entregable
Desincentivar vehículos de tecnologías de GNV e híbridos no enchufables , revaluando los incentivos que tengan asociados. Además, explorar el sistema de créditos de carbono a fabricantes de vehículos para cumplir con estándares de emisiones .	✓	1 EEV, 1 ESP, 1 AUT	✓	<i>Apartado 1.3</i> <i>Apartado 8.1</i>
Incentivar la adquisición de vehículos eléctricos y despliegue de Infraestructura de manera alineada y simultánea .	✓	2 ASO, 1 EEV, 1 ESP, 1 EDS, 1 AUT	✓	<i>Apartado 1.3</i> <i>Apartado 6.1 y 6.2</i>
Habilitar el acceso al Mercado No Regulado o tarifas diferenciadas para el suministro de energía a estaciones de recarga.	✓	1 TRA, 1 EEV, 1 EDS, 1 ASO	-	<i>Apartado 1.3</i> <i>Apartado 8.1</i>
Modelos de negocio				
Robustecer colaboraciones Público-Privadas, modelos concesionales (ej. Revisión concesiones en carreteras) y alianzas , en especial para facilitar el uso y aprovechamiento de terrenos y predios de propiedad pública .	✓	4 ESP, 3 EEV, 1 EDS, 1 ASO, 1 GOV	✓	<i>Apartado 1.3 y 1.4</i> <i>Apartado 8.1</i>
Explorar modelos de infraestructura destinada para Flotas (acceso privado) y su potencial para ser compartida con el público en ciertos horarios (acceso público) .	✓	1 EEV, 1 ESP, 1 TRA, 1 ASO, 1 GOV	✓	<i>Apartado 2</i>
Explorar modelos que prioricen el servicio para segmentos específicos del parque automotor , diferenciado tipología de flotas, necesidades específicas y uso esperado (ej. Vehículos particulares, Transporte última milla, Taxis, Transporte de mercancías por carretera liviano, Transporte masivo intermunicipal, etc.)	✓	3 ASO, 2 ESP, 1 EEV, 1 EDS, 1 TRA, 1 GOV	✓	<i>Apartado 2</i>
Orientar el despliegue de infraestructura de recarga por tipología (potencia-velocidad) considerando las necesidades específicas de los usuarios.	✓	3 ESP, 2 EEV, 1 EDS	-	<i>Apartado 4.2</i>

	¿Identificado en entrevistas individuales?	Tipo de agente que lo identifica	¿Identificado en taller grupal?	Abordado en este Entregable
Establecer directrices sobre dónde pueden ubicarse las estaciones de carga, considerando zonas comerciales, residenciales, vías públicas y carreteras. Establecer objetivos de cobertura, priorizaciones geográficas diferenciadas por regiones e integrar el despliegue en los POT⁸⁵ .	✓	4 ESP, 3 EEV, 1 EDS, 1 TRA	✓	<i>Apartado 1.4</i> <i>Apartado 8.1</i>
Explorar modelos de negocio en zonas de bajo interés comercial que promuevan una infraestructura más inclusiva y accesible para todos los colombianos.	✓	1 EEV, 1 TRA	✓	<i>Apartado 1.2</i>
Interoperabilidad				
Estandarizar aspectos técnicos (conectores tanto en estaciones como en los vehículos que ingresan al país), operativos (protocolos y procedimientos) y transaccionales (procesos de cobros y pagos).	✓	4 EEV, 2 ESP, 1 EDS	✓	<i>Apartado 1.1</i>
Redes eléctricas				
Establecer mecanismos que permitan reducir los costos de la obra eléctrica incurridos por los promotores. Por ejemplo, planeación de repotenciación de redes en zonas estratégicas para el desarrollo de infraestructura de recarga de manera anticipada .	✓	3 ESP, 2 EEV, 1 EDS, 1 ASO	✓	<i>Apartado 1.1</i> <i>Apartado 8.1</i>
Reforzar guías para la administración pública local, promotores y ESP , con objeto de homogeneizar y simplificar los procesos de acceso a la red y optimizar tiempos de conexión y certificación de la instalación en los sistemas de distribución de energía.	✓	3 ESP, 2 EEV, 1 EDS, 1 ASO	✓	<i>Apartado 1.2</i> <i>Apartado 1.5</i>
Participación ciudadana en el ecosistema de electromovilidad				

⁸⁵ Planes de Ordenamiento Territorial

	¿Identificado en entrevistas individuales?	Tipo de agente que lo identifica	¿Identificado en taller grupal?	Abordado en este Entregable
Fortalecer programas de capacitación técnica profesional y promover la manufactura y empleo local en el ecosistema de movilidad eléctrica.	✓	2 EEV, 2 ESP, 2 ASO, 1 EDS	✓	<i>Apartado 1.5</i> <i>Apartado 8.1</i>
Fomentar la divulgación y concientización pública en cuanto a la adopción de movilidad eléctrica y buen uso de la infraestructura de recarga.	✓	4 ESP, 1 AUT	✓	<i>Apartado 1.5</i> <i>Apartado 8.1</i>
Guías y estandarización				
Desarrollar guías para la administración pública local, promotores, ESP y demás actores del ecosistema , que proporcionen orientaciones transversales y fomenten la estandarización y homogenización de los procesos y etapas involucrados en el despliegue de infraestructura de recarga.	✓	3 ESP, 2 EEV, 1 EDS, 1 ASO	-	<i>Apartado 1.5</i> <i>Apartado 8.1</i>

Fuente: elaboración propia

Agentes representados en las entrevistas

Tipo	Acrónimo	Número de agentes entrevistados ⁸⁶
Empresas de Servicios Públicos de Energía	ESP	4
Empresas especializadas en Electromovilidad	EEV	4
Estaciones de Servicio	EDS	1
Empresas de transporte	TRA	1
Empresas automotrices	AUT	1
Agentes financieros	FIN	1
Asociaciones ⁸⁷	ASO	3
Agente Público/Gobierno	GOV	2
		17

Agentes representados en el taller grupal

Tipo	Acrónimo	Número de agentes que participaron
Empresas de Servicios Públicos de Energía	ESP	4
Empresas especializadas en Electromovilidad	EEV	2
Empresas automotrices	AUT	13
Empresas especializadas en instalaciones eléctricas	ELE	1
Asociaciones ⁸⁸	ASO	5
Agente Público/Gobierno	GOV	7
Organismos Multilaterales	OML	1
		33

⁸⁶ Al 6 de diciembre de 2023.

⁸⁷ Incluyen asociaciones que representan Empresas automotrices, de estaciones de servicio, empresas de servicios públicos de energía y movilidad sostenible, entre otros.

⁸⁸ Incluyen asociaciones que representan Empresas automotrices, de estaciones de servicio, empresas de servicios públicos de energía y movilidad sostenible, entre otros.

