

Protocolo de investigación.

El Reto Logístico de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos en Bogotá

Nombres de los autores

Sergio Andrés Real Rodríguez

Daniel Eduardo Quiroz Arguello

Andrés Fabián Hernández Caro

Tabla de Contenido

1.1 Planteamiento del Problema.....	5
1.2 Antecedentes del problema.	6
1.3 Descripción del problema.	8
1.4 Objetivos de la Investigación.....	8
1.4.1 Objetivo general.....	8
1.4.2 Objetivos específicos.	8
1.5 Preguntas de investigación.....	9
1.6 Conveniencia de la Investigación	9
2. Marco Teórico.....	11
2.1 Logística.....	12
2.2 Cadena de Suministro	12
2.3 Método de Centro de Gravedad	13
2.4 Anatomía Vehículos Eléctricos.....	13
2.4.1 Tipos de Vehículos Eléctricos	13
2.4.2 Partes del Tren Motriz de un Vehículo Eléctrico.....	15
2.4.3 Motores Eléctricos	15
2.4.4 Baterías	16
2.4.4.1 Principios Teóricos de una Batería	16

2.4.4.2 Tipos de Baterías en Vehículos Híbridos y Eléctricos.....	17
2.4.4.3 Recarga de Vehículos Eléctricos	17
2.4.4.3.1 Estándares a Nivel Mundial.....	17
2.4.5 Clasificación del Estándar SAE-j1772.....	18
2.4.6 Clasificación del Estándar IEC-62196.....	18
2.4.7 Tipos de Conectores.....	19
2.4.8 Regulaciones Estatales y Jurídicas Dentro del Mercado Colombiano.....	19
2.4.9 Estaciones de Carga y Ubicación.....	20
2.4.10 Inicio de la Electricidad en el Mundo	22
2.4.11 Electrificación en Colombia	23
2.4.12 Electrificación en Bogotá y sus Alrededores	23
2.4.13 Capacidad Instalada de Generación de Energía Eléctrica Mediante Centrales y Fuentes de Energía.....	25
2.4.14 Tarifas del de Energía Eléctrica en \$/kwh	27
3. Método	28
3.1 Enfoque de la investigación	28
3.2 Alcance de la Investigación	28
4. Hipótesis	30
4.1 Hipótesis de investigación	30
4.2 Hipótesis nula.....	30

4.3 Hipótesis alternativa.....	30
5. Variables de la investigación	31
6. Población y tamaño de la muestra	32
7. Enfoque de las variables de la investigación	33
7.1 Instrumento de recolección de datos.....	33
7.2 Análisis de resultados esperados.....	38
8. Referencias.....	41

1.1 Planteamiento del Problema

La gestión de cadenas de distribución es uno de los pilares fundamentales de una organización. Dependiendo de la industria, se puede entender este enunciado de distintas formas. En términos simples, se puede decir que se deben planear, implantar y controlar los patrones y procesos para el transporte de bienes, servicios e información desde un punto de origen hasta el punto de consumo final. Básicamente el objetivo principal de una cadena de distribución es satisfacer los requerimientos del cliente final de la manera más eficiente posible, y así evitar demoras y gastos innecesarios dentro de un proceso.

De esta manera, y al entender el objetivo principal de una cadena de suministro, es como llegamos al eje central de esta investigación. El mundo está dando pasos gigantados hacia la electrificación del parque automotor. Durante los últimos años, gran parte de los fabricantes de automóviles han cambiado su enfoque de desarrollo de productos, hacia el tema de moda, los autos eléctricos. Por esta razón, ahora mismo es normal encontrar al menos un vehículo con algún tipo de electrificación dentro de sus portafolios.

Esto ha generado que la participación dentro del mercado de los vehículos eléctricos haya aumentado considerablemente, y Colombia no es la excepción. Según la Asociación Nacional de Movilidad Sostenible, en Colombia las ventas de vehículos eléctricos durante 2022 aumentaron en aproximadamente un 250% comparado con cifras del año anterior (Andemos, 2022) . Este crecimiento ha traído consigo una nueva necesidad para el repostaje y abastecimiento de estos vehículos. Sin embargo, en Colombia la instalación de nuevas “electrolineras” no ha crecido al mismo ritmo que las ventas de vehículos eléctricos.

Ahora mismo Colombia cuenta con una red de 173 puntos públicos de carga de vehículos eléctricos, concentrados en su mayoría en ciudades capitales. La ciudad con mayor cantidad de electrolinerías es Bogotá con 38 puntos, seguida por Medellín con 23 y Pereira con 9 (Electromaps, 2023) . De acuerdo con los datos presentados en el informe anual de 2022 de la Agencia Internacional de Energía (IEA), existen 1.8 millones de puntos de carga públicos alrededor del mundo (International Energy Agency, 2022) . Esto quiere decir que en Colombia tenemos solo el 0,00001% de todos los puntos de carga a nivel mundial.

Los puntos de carga públicos son necesarios para poder satisfacer las necesidades de los propietarios de vehículos eléctricos, especialmente para dos tipos de clientes. El primero, aquel usuario que no cuenta con la posibilidad de cargar su vehículo en su hogar. El segundo, para aquel usuario que debe recorrer grandes distancias

De igual manera, la IEA establece que se debe contar con al menos 1 cargador público por cada 10 vehículos eléctricos para satisfacer de manera correcta la demanda de cargadores (International Energy Agency, 2022) . Según las cifras presentadas por el Ministerio de transporte, para Julio del año 2022 existían en el país 8299 vehículos eléctricos registrados en Registro Único Nacional de Transito (RUNT). Esto quiere decir, que idealmente deberíamos contar con al menos 830 puntos de carga públicos de vehículos eléctricos en Colombia.

1.2 Antecedentes del problema.

Durante los 10 últimos años, la industria del automóvil ha centrado gran parte de sus esfuerzos en el desarrollo de vehículos eléctricos. Es cada vez menos común ver evoluciones significativas orientadas al motor de combustión. Inevitablemente, este mercado ha crecido de manera exponencial y esto lo podemos observar en países como Estados Unidos, el cual es

considerado como el mercado más importante de vehículos en todo el mundo. Allí, las ventas de vehículos eléctricos e híbridos enchufables durante el año 2022 alcanzaron las 952000 unidades (Statista, 2023) . Visto de otro modo, las ventas aumentaron un 300% comparado con el año 2020, en el cual se vendieron 316400 unidades.

Quizás aún no hayamos visto el mismo boom que se está experimentando en otras economías más desarrolladas. Sin embargo, las ventas de vehículos eléctricos si están creciendo en nuestro país a un ritmo acelerado. Podemos preguntarnos, ¿Qué falta para que las ventas aumenten y se parezcan a las de una economía como la de Estados Unidos? Para dar respuesta, debemos analizar diferentes variables que pueden afectar el mercado e influir en la intención de compra de los consumidores.

Es así como llegamos al eje central de nuestra investigación, los cargadores públicos de vehículos eléctricos. También llamadas “Electrolineras”, son básicamente estaciones de recarga de vehículos, en el cual el cliente puede estacionar su vehículo y abastecer su batería. Estos servicios están orientados a dos clases de vehículos y dos tipos de clientes. En primer lugar, se diseñan para el uso en vehículos completamente eléctricos (BEV), o para vehículos híbridos enchufables (PHEV). Y, en segundo lugar, busca satisfacer las necesidades de los usuarios que no tienen acceso a un cargador en sus hogares o conjuntos residenciales; o que deben viajar largas distancias y necesitan recargar sus vehículos durante el trayecto.

Es aquí donde esta investigación se vuelve más relevante para la zona en la cual se pretende desarrollar. Según el informe presentado en 2021, de la Cámara Colombiana de la Construcción Camacol, el 86% de proyectos de vivienda que se están desarrollando en el país son apartamentos (CAMACOL, 2021). Adicional a esto, si consideramos que, durante el censo

realizado por el Dane en el 2019, el 61% de los bogotanos vivía en este tipo de viviendas, nos damos cuenta que existe un gran mercado por explotar (DANE, 2019).

1.3 Descripción del problema.

Analizando todas las variables previamente descritas, es como llegamos al punto principal y problema central que se pretende abordar. Según lo descrito anteriormente, podemos inferir que al menos el 61% de los hogares en Bogotá, no pueden ni podrán cargar sus vehículos dentro de sus hogares. Por el contrario, deberán recurrir a estaciones de carga públicas, o iniciar algún tipo de negociación o mediación con sus unidades de propiedad horizontal. ¿Es así como surge la pregunta, de qué manera se pueden mejorar y facilitar las condiciones que permitan que más personas en Bogotá consideren viable la adquisición de un vehículo eléctrico?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo general.

Analizar la infraestructura actual de cargadores de vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá y proponer recomendaciones para mejorar su efectividad y capacidad para satisfacer la creciente demanda de carga eléctrica, en el contexto del aumento en la participación de mercado de los vehículos eléctricos en la ciudad.

1.4.2 Objetivos específicos.

Realizar un estudio exhaustivo para determinar la cantidad y ubicación de los puntos de carga existentes en la ciudad de Bogotá. Se busca evaluar la disponibilidad y accesibilidad de los puntos de carga en diferentes áreas de la ciudad, así como analizar el estado físico y operativo de los puntos de carga, considerando aspectos de mantenimiento y funcionamiento.

Evaluar la capacidad de carga de los puntos existentes en términos de su potencia y velocidad de carga. Se debe realizar una indagación y posterior análisis a la compatibilidad de los puntos de carga con diferentes modelos de vehículos eléctricos presentes en Bogotá. Además, se pretende evaluar la capacidad de carga simultánea de los puntos y su impacto en la demanda actual y futura de carga eléctrica.

Recopilar información sobre la percepción y experiencia de los conductores de vehículos eléctricos en relación con los puntos de carga existentes. Para ello, se realizarán encuestas o entrevistas a conductores con el fin de obtener su opinión sobre aspectos como la facilidad de uso, el tiempo de espera y la calidad del servicio proporcionado por los puntos de carga. Asimismo, se busca identificar los principales desafíos o problemas reportados por los conductores en relación con los puntos de carga existentes.

1.5 Preguntas de investigación.

¿Cuál es la cantidad total de puntos de carga para vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá y cómo se distribuyen en diferentes zonas geográficas de la ciudad?

¿Cuál es la potencia máxima de carga que ofrecen los puntos de carga existentes en Bogotá y cómo se compara con la demanda de energía de los vehículos eléctricos presentes en la ciudad?

¿Cuál es la opinión general de los conductores de vehículos eléctricos sobre la facilidad de uso de los puntos de carga existentes en Bogotá?

1.6 Conveniencia de la Investigación

Los resultados de la investigación podrían ser útiles para las autoridades gubernamentales, las empresas del sector eléctrico, los fabricantes de vehículos eléctricos y los

usuarios de estos vehículos, ya que les proporcionaría información valiosa sobre la infraestructura de carga eléctrica actual en Bogotá y las oportunidades para mejorarla y aumentarla de manera significativa por la alta demanda de la misma, por otra parte, la investigación podría tener un valor teórico al contribuir al conocimiento científico sobre la efectividad de las redes de carga eléctrica en el contexto de los vehículos eléctricos y la transición hacia una movilidad más sostenible.

Como punto de vista importante a tener en cuenta es la transición que se ve presentando a nivel mundial y Colombia no es la excepción frente al cambio de energías salientes de combustibles fósiles a energías limpias, teniendo en cuenta esto, es importante evaluar el impacto socioeconómico en que se vería reflejado el aumento de vehículos eléctricos e híbridos en la ciudad de Bogotá y la necesidad de puntos de cargas locales y domésticas, dado que habría una alta demanda de este sistema, que si bien este cambio ayudaría en la disminución de CO2 al medio ambiente, el impacto negativo se vería reflejado en el aumento de la tarifa eléctrica que pagan los ciudadanos de la capital donde actualmente se encuentra de la siguiente manera:

Tabla N° 1

TARIFAS DE ENERGIA SECTOR RESIDENCIAL NIVEL DE TENSION 1 BOGOTA 2023

SECTOR RESIDENCIAL NIVEL DE TENSION 1				
ESTRATO (E)	RANGO DE CONSUMO (kWh-mes)	PROPIEDAD DE ENEL COLOMBIA (\$/kWh)	PROPIEDAD DEL CLIENTE (*) (\$/kWh)	PROPIEDAD COMPARTIDA (*) (\$/kWh)
E1	0-CS (+)	303.3319	282.7647	293.6984
	Más de CS	758.3298	706.9117	734.2459
E2	0-CS (+)	379.1649	353.4559	367.1230
	Más de CS	758.3298	706.9117	734.2459
E3	0-CS (+)	644.5803	600.8749	624.1090
	Más de CS	758.3298	706.9117	734.2459
E4	Todo consumo	758.3298	706.9117	734.2459
E5	Todo consumo	909.9958	848.2940	881.0951
E6	Todo consumo	909.9958	848.2940	881.0951

Fuente tabla N° 1: ENEL 2023

Tabla N° 2

TARIFAS DE ENERGIA ÁREAS COMUNES NIVEL DE TENSIÓN 1 BOGOTA 2023

ÁREAS COMUNES NIVEL DE TENSIÓN 1		
MODALIDAD (Todo consumo)	PROPIEDAD DE ENEL COLOMBIA (\$/kWh)	PROPIEDAD DEL CLIENTE (*) (\$/kWh)
E1	758.3298	706.9117
E2	758.3298	706.9117
E3	758.3298	706.9117
E4	758.3298	706.9117
E5 y E6, Industrial y Comercial	909.9958	848.2940
Exenta de contribución	758.3298	706.9117

Fuente tabla N° 2: ENEL 2023

Tener en cuenta estas tarifas que a febrero de 2023 que ENEL proyecta frente a los \$/kWh ayudaría a reflejar el impacto en el bolsillo de los bogotanos del aumento de puntos de cargas locales y domésticos en la ciudad.

2. Marco Teórico

Para cumplir con los objetivos planteados de esta investigación se debe instaurar un contexto teórico que permita dar una visión y discernimiento claro al lector. Seguidamente, se mostrará un resumen de la información que se considera necesaria para exponer los alcances del proyecto, y a su vez se brindarán las bases teóricas necesarias para comprender los alcances del proyecto.

Para esto, se realizó una revisión exhaustiva de diferentes fuentes de información que permitieron construir este marco teórico. Todas estas serán de gran utilidad para el desarrollo de este proyecto.

2.1 Logística

El proceso logístico se define como la planeación, implantación y control de actividades para el transporte y almacenaje de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo. Esto con la finalidad de adecuarse a las necesidades de un cliente, usuario o consumidor. Los objetivos de la logística se pueden resumir en el siguiente enunciado:

“Entregar el producto adecuado, en la cantidad precisa, en el momento exacto y al mínimo coste” (Jonsson, 2008). El cumplimiento de esto genera valores agregados y ventajas competitivas que sean sostenibles a lo largo del tiempo. En la actualidad, organizaciones de todo tipo están en la búsqueda de herramientas que les puedan garantizar ventajas frente a sus competidores. De esta manera, la inversión en temas de manejo logístico ha aumentado considerablemente, y muchas organizaciones se dieron cuenta que el ámbito logístico es vital si lo que se busca es competitividad.

2.2 Cadena de Suministro

La planeación y organización de una cadena de suministro son elementos muy importantes para asegurar el cumplimiento eficiente de la demanda y pedidos de los usuarios. Una mala implementación puede ocasionar pérdidas y afectaciones en la productividad general de una empresa, industria o mercado; creando retrasos e inconvenientes para cumplir con los objetivos. Esto en el largo plazo se puede traducir en un aumento en los costos operativos y tiempos de entrega. (Christopher, 2015). Las soluciones de la Cadena del abastecimiento ayudan a crear una serie de pasos más robustos que contribuyen a la confiabilidad del sistema, y a su vez reduce costos mediante el cumplimiento de las siguientes características:

Ubicación efectiva de centros de distribución

Modalidades de transporte

Niveles de inventario y estrategias de reposición

Horarios de demanda y plazos de entrega

2.3 Método de Centro de Gravedad

Es un método usado para calcular la localización de un punto de suministro basado en otros ya existentes. Consta de un algoritmo que relaciona las coordenadas en un plano XY, con las cantidades de venta o suministro de un producto. Usualmente se utiliza para determinar la ubicación de puntos de distribución intermedios, teniendo en cuenta su distancia y la cantidad que cada uno de estos aporta. (Utel Universidad en Línea de México, s. f.)

2.4 Anatomía Vehículos Eléctricos

2.4.1 Tipos de Vehículos Eléctricos

En el mercado podemos encontrar una gran variedad de vehículos que tienen algún grado de electrificación. Esto depende de que tecnología se aplique, sin embargo, podemos clasificarlos en cinco principales categorías (Sanguesa et al., 2021):

Eléctricos a Baterías (BEV): Estos son aquellos vehículos que son propulsados en su totalidad por energía eléctrica. Los Vehículos BEV no utilizan ningún tipo de combustible líquido ni tampoco cuentan con motores a combustión para su funcionamiento. Normalmente un vehículo como estos tiene una autonomía de entre 200 y 450 km, y esto depende principalmente del tamaño de sus baterías. Un ejemplo puede ser el Mazda MX-30, lanzado en el mercado colombiano hace unos cuantos meses. Este vehículo posee una batería de 35.5KW/h, que le permite moverse en promedio 200 Km entre recargas, dependiendo de las condiciones de uso.

Híbridos Enchufables (PHEV): Los Híbridos Enchufables son aquellos vehículos que cuentan con un motor a combustión tradicional, y que además tienen un motor eléctrico a baterías. Estos vehículos pueden usar cualquiera de los dos sistemas, dependiendo de las necesidades del usuario. Un ejemplo puede ser el Mitsubishi Outlander PHEV, que además de su motor a combustión, tiene un motor eléctrico que se alimenta de una batería de 12 KW/h. Esta batería debe ser recargada mediante un cargador eléctrico, y le permite moverse en promedio 50km, dependiendo de las condiciones de uso.

Vehículos Híbridos Eléctricos (HEV): Los vehículos Híbridos Eléctricos (HEV) son muy similares a los (PHEV), sin embargo los HEV no se cargan por medio de un cargador eléctrico. En cambio, utilizan el motor a combustión como un generador para cargar las baterías del motor eléctrico. El Toyota Corolla Híbrido es un ejemplo de un vehículo HEV, además de su motor a combustión, tiene uno eléctrico que se alimenta de una batería de 1.3KW/h que le da una autonomía teórica de 25km en modo eléctrico.

Eléctricos de Rango Extendido (ER-EVs): Este tipo de vehículos cuentan con una propulsión puramente eléctrica, sin embargo tienen un motor a combustión que puede ser usado exclusivamente para cargar las baterías del motor eléctrico. A diferencia de los HEV y PHEV, el motor a combustión no está conectado al sistema de propulsión del vehículo. Además de esto, sus baterías pueden ser cargadas por medio de un cargador eléctrico tradicional como un BEV. Un ejemplo puede ser el Honda HRV-e, el cual tiene un motor a combustión 1.5 turbo, que puede ser utilizado para cargar las baterías eléctricas. Este vehículo declara una autonomía de 700km en promedio, dependiendo de las condiciones de uso.

Híbridos Ligeros (MHEV): Son vehículos a combustión que integran un generador eléctrico integrado al alternador que está conectado a baterías que oscilan entre 0.5KW/h y 1 KW/h. Estos vehículos almacenan energía que se recupera de las frenadas, y utilizan el pequeño generador para quitar carga del motor a combustión. Un ejemplo de esto puede ser el Suzuki Swift Híbrido.

2.4.2 Partes del Tren Motriz de un Vehículo Eléctrico

Los vehículos eléctricos comparten una gran similitud en cuanto a la estructura del chasis, suspensión, frenos y carrocería con los vehículos a combustión. Salvo algunas diferencias en la disposición de los elementos del motor eléctrico vs motor a combustión, y la ubicación de la batería vs la ubicación del tanque de combustible (Larminie & Lowry, 2012). Es por esto por lo que no se profundizará en estos aspectos, y se abordará con más profundidad el aspecto diferencial, su tren motriz.

2.4.3 Motores Eléctricos

Un motor eléctrico es un dispositivo que se usa para convertir electricidad en energía mecánica. Operan mediante el uso de los principios del electromagnetismo, los cuales muestran que una fuerza es aplicada cuando hay una corriente eléctrica en un campo magnético. La aplicación de esta fuerza crea par mediante la presencia de un alambre en el campo magnético, lo que genera un movimiento circular que se traduce en trabajo utilizable (Hughes, 2013). Este tipo de motores se utilizan en una gran cantidad de aplicaciones a nivel industrial, y entender su funcionamiento es una parte crucial al momento de abordar esta investigación.

Los motores eléctricos tienen un determinado número de partes que se ubican con el fin de garantizar el movimiento rotacional anteriormente mencionado. Estos motores pueden

moverse mediante corriente directa o alterna, y esto depende de su aplicación. En un vehículo eléctrico se pueden usar los dos tipos de corrientes, y su principal diferencia es la manera en la cual se alimentan. Los motores de corriente continua lo hacen directamente desde la batería principal del vehículo. Mientras que los de corriente alterna, también obtienen su energía de la batería del vehículo, pero esta debe ser transformada a través de un dispositivo llamado inversor (EVBox, s.f.).

2.4.4 Baterías

2.4.4.1 Principios Teóricos de una Batería

Una batería eléctrica es un instrumento que está compuesto por dos o más celdas que convierten energía química almacenada en corriente eléctrica. El principio químico detrás de una batería parte de tres elementos principales, el ánodo, el cátodo y un electrolito. La idea de funcionamiento pasa por introducir ánodo y cátodo de dos materiales distintos en una solución de electrolito. Lo que ocurre al hacer esto, es una reacción química donde el ánodo se va a oxidar, el cátodo se va a reducir, y el electrolito los va a separar al mismo tiempo permitirá la reacción química. Cuando el ánodo se oxida, está perdiendo electrones, y al reducirse, el cátodo hace lo contrario, los está ganando en igual medida. Mediante esta circulación de electrones entre ánodo y cátodo, se genera una energía que se puede emplear para diferentes usos. Cuando esto ocurre, se crea una desestabilización en las partículas del ánodo y cátodo; el cátodo tiene demasiada carga negativa, y el ánodo demasiada carga positiva. Para lograr que el sistema se estabilice, los iones del ánodo viajarán a través del electrolito para llegar al cátodo, y así unirse a los electrones que viajan en el circuito eléctrico. Esta es la clave del electrolito, el cual es un material por lo general líquido, que permite que haya un movimiento de iones desde el ánodo al cátodo, pero no un movimiento de electrones. Así se consigue que, a menos que haya una canalización eléctrica

por fuera de la batería que permita la transferencia de electrones, esta no se vaya a descargar (Curious, 2022).

2.4.4.2 Tipos de Baterías en Vehículos Híbridos y Eléctricos

Hoy en día existe una gran cantidad y variedad de tecnología de baterías, que son ampliamente usadas en distintas industrias. Sin embargo, en el mercado de vehículos híbridos y eléctricos, predominan las baterías de iones de litio. Estas emplean sal de Litio como el electrolito, lo cual permite generar el proceso reversible que fue explicado anteriormente. Korthauer (2018) Sostiene que “sus principales ventajas frente a otras tecnologías son su alta energía específica, alta potencia específica, alta eficiencia durante la recarga y descarga, así como una tasa de descarga reducida”. Todo esto permite que no presenten una degradación tan rápida, y que sean una gran opción dentro del mercado de vehículos eléctricos.

2.4.4.3 Recarga de Vehículos Eléctricos

2.4.4.3.1 Estándares a Nivel Mundial

Otro aspecto de vital importancia para entender el funcionamiento de un vehículo eléctrico es la recarga de sus baterías. Como ya sabemos, un vehículo eléctrico es aquel que se propulsa por medio de la energía eléctrica almacenada en una batería. Estas baterías deben ser recargadas de alguna manera, y para esto es fundamental tener una infraestructura que así lo permita. Es por esto por lo que encontramos diferentes estándares dependiendo del lugar del mundo en el cual vayan a ser utilizados los cargadores. Para Norte América, Sur América y la Región Pacífica se utiliza el SAE-J1772; para China se creó el GB/T 20234, mientras que en Europa se utiliza el IEC-62196. Sus principales diferencias es que los dos primeros se clasifican dependiendo de los modos de carga (AC – DC), y el estándar europeo lo hace dependiendo de la potencia de carga (Bai et al., 2022).

2.4.5 Clasificación del Estándar SAE-j1772

Este estándar fue creado en 1996 en Estados Unidos, y está respaldado por la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices). Para este se establecen los siguientes modos de carga (Bai et al., 2022):

Nivel 1 AC: Voltaje de 120V extraído de un enchufe tradicional. Proporciona un voltaje en corriente alterna de 120V, una intensidad máxima de 16 amperios, y una potencia máxima de 1.9kW.

Nivel 2 AC: Voltaje de 240V extraído de un enchufe tradicional. Proporciona un voltaje en corriente alterna de 240V, una intensidad máxima de 80 amperios, y una potencia máxima de 19.2kW.

Nivel 1 DC: Cargador externo que proporciona un voltaje máximo de 500V en corriente directa, con una intensidad máxima de 80 amperios y una potencia máxima de 40kW.

Nivel 2 DC: Cargador externo que proporciona un voltaje máximo de 500V en corriente directa, con una intensidad máxima de 200 amperios y una potencia máxima de 100kW.

2.4.6 Clasificación del Estándar IEC-62196

Este estándar fue creado en 2001 en Europa por la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), y a diferencia de su contraparte estadounidense, se clasifica de acuerdo con la potencia nominal de la carga.

Modo 1 (Carga Lenta): Se clasifica como el modo de recarga doméstica, y tiene una intensidad máxima de 16 amperios.

Modo 2 (Carga Semi-Rápida): Este modo puede ser empleado para aplicaciones domésticas o para aplicaciones en áreas públicas, y tiene una intensidad máxima de 32 amperios.

Modo 3 (Carga Rápida): Proporciona una intensidad entre 32 a 250 amperios.

Modo 4 (Carga Ultra-Rápida): Proporciona una intensidad de hasta 400 amperios y un voltaje máximo de 1000V.

2.4.7 Tipos de Conectores

Hoy en día, no existe un único estándar de conectores para vehículos eléctricos. Esto depende de distintas variables entre las cuales se encuentran la potencia de carga y el lugar del mundo en el que se encuentre el cargador. Así como existen distintos estándares de carga alrededor del mundo, cada uno de estos tiene sus propios diseños de conectores. En Estados Unidos el diseño de estos conectores está definido por la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices), en Europa por la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) y en China por la GB (Estándares Guobiao).

2.4.8 Regulaciones Estatales y Jurídicas Dentro del Mercado Colombiano

En Colombia se promulgó en el año 2019 la ley 1964 cuyo objeto es “generar esquemas de promoción al uso de vehículos eléctricos y de cero emisiones, con el fin de contribuir a la movilidad sostenible y a la reducción de emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero”. Ley 1964 de 2019. Por el medio del cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones. 11 de Julio de 2019. CLV. N. 51011.

Así mismo, mediante la Estrategia Nacional de Movilidad se establecieron las acciones y objetivos principales para favorecer y acelerar la transición hacia la movilidad eléctrica. El objetivo principal planteado fue el “definir las acciones que permitan acelerar la transición hacia

la movilidad eléctrica, teniendo como meta la incorporación de 600.000 vehículos eléctricos a 2030 («Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica», 2019).

2.4.9 Estaciones de Carga y Ubicación

Figura 1.

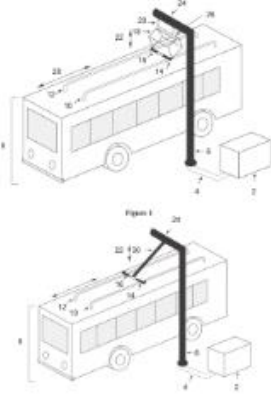
Equipos de soporte para vehículos eléctricos

Título en español: Equipos de soporte para vehículos eléctricos	
Título en inglés: Electric Vehicle Supply Equipment	
Oficinas de destino: Estados Unidos, OMPI	
Solicitantes: Leviton MFG Co. Inc. (Estados Unidos); Leviton MFG Co. Inc. (México)	
Contenido técnico: El soporte para el conector de carga evita que el cable se desenrolle. Dependiendo de la forma y la profundidad de la hendidura, esta protege el conector de la humedad, suciedad, arena y otros elementos extraños. Además, protege el conector de daños por contacto accidental con otros sistemas eléctricos o electricidad estática. Las pruebas automáticas y la vigilancia de las funciones de circuito de suministro del vehículo, mejoran el nivel de seguridad. El equipo puede utilizarse con corriente alterna o directa de cualquier voltaje (si las fuentes de abastecimiento son adecuadas).	 <p>FIG. 11</p>
Opinión del experto: El mal uso de los cables y conectores representa un riesgo de descarga eléctrica para el usuario. También puede causar deficiencias en la transferencia de energía de la red eléctrica a la batería. Esta propuesta EVSE (Electric Vehicle Supply Equipment), busca crear un dispositivo que pueda minimizar los riesgos con los cables de conexión entre el equipo de recarga y el vehículo eléctrico o híbrido.	

Nota. La imagen representa el resumen de una patente sobre equipos de soporte para vehículos eléctricos. Tomado de Durán, E. A. (2016). *Sistemas de carga para vehículos eléctricos*. Bogotá: Superintendencia de Industria y Comercio.

Figura 2

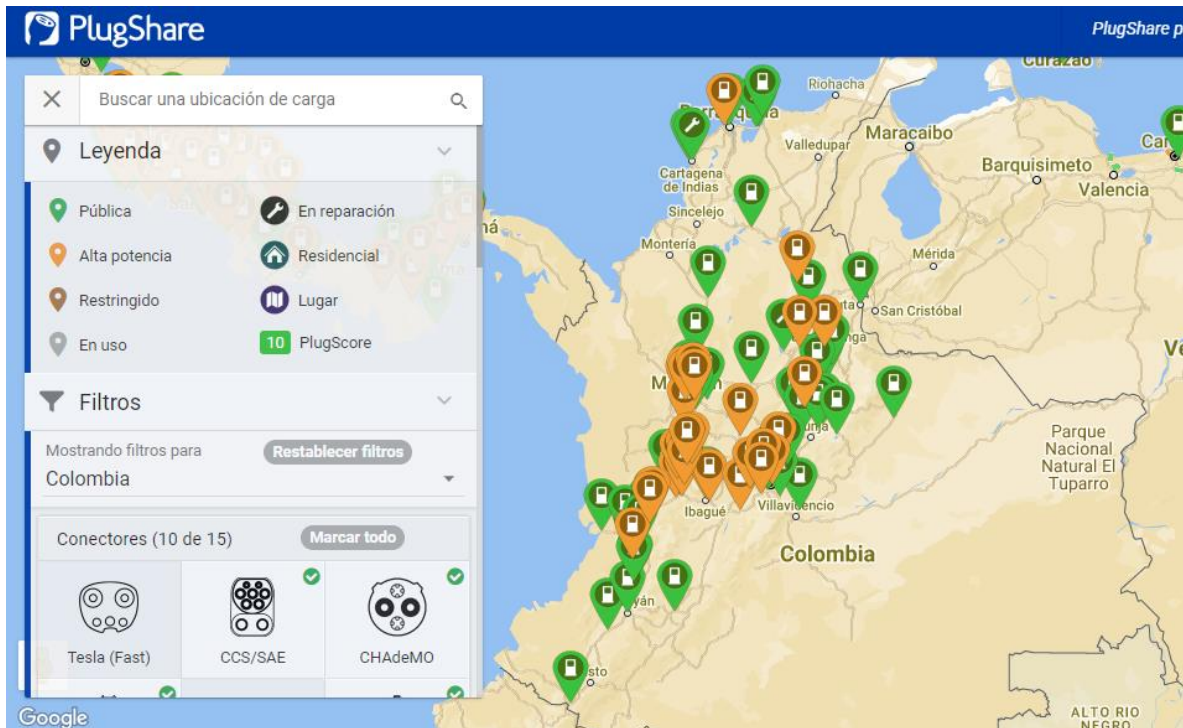
Estaciones de carga para vehículos eléctricos

Título en español: Estaciones de carga para vehículos eléctricos	
Solicitante: Proterra Inc. (Estados Unidos)	
Oficinas de destino: Australia, Israel, Canadá, Japón, China, México, OMPI, Perú, Colombia, Corea del Sur, EPO, Estados Unidos.	
Abstract USE: Estación de carga para vehículos eléctricos (buses de transporte público, urbanos, escolares y de turismo) así como para otro tipo de vehículos recargables, tales como camiones, automóviles, remolques y trenes ligeros.	
Contenido técnico: El aumento de la conductividad con miras a optimizar la carga rápida del vehículo está relacionado con el área de superficie de conexión existente entre el conector de la estación de carga y la entrada de carga del vehículo. Para incrementar la vida útil de la batería, esta se carga parcialmente utilizando diferentes mecanismos de contacto (42a, 42b), tales como <i>collector braces</i> provistos de bandas-guía separadas (44a-44d) con una superficie conductiva eléctrica puesta en contacto con un elemento conductivo en el punto de carga del vehículo. Estas bandas, además, posicionan y orientan el conector.	
Opinión del experto: Las estaciones de carga rápida para cualquier tipo de vehículo eléctrico son una tendencia de la industria; estas invenciones son fundamentales para adaptar la tecnología a los esquemas del transporte urbano. Esta propuesta busca aumentar la velocidad de transferencia de paquetes de energía desde el cargador hacia la batería garantizando la vida útil de los acumuladores.	
Solicitada en Colombia: SI	

Nota. La imagen representa la abreviación de una patente sobre Estaciones de carga para vehículos eléctricos. Tomado de Durán, E. A. (2016). *Sistemas de carga para vehículos eléctricos*. Bogotá: Superintendencia de Industria y Comercio.

Figura 3

Electrolineras privadas y públicas a nivel nacional



Nota. La imagen representa todas las estaciones de carga y conectores que se encuentran a nivel nacional en el territorio colombiano. Tomado de: <https://www.plugshare.com/>

2.4.10 Inicio de la Electricidad en el Mundo

Si bien la electricidad se nombró a partir de artículos de científicos denotados en argumentos basados a partir del año 1694 por el escritor Thomas Browne el cual, mediante su formación en áreas de la medicina, la física y la química le dio valor a esta palabra en su artículo Pseudodoxia Epidemic (Ramo, 2003).

No se tomó con un valor de tan detallado como en el inicio del año XIX en todo el mundo, gracias a la segunda revolución industrial, dentro del año 1870 hasta el año 1914 por causa de la primera guerra mundial.

2.4.11 Electrificación en Colombia

En Colombia se estableció la energía eléctrica a partir de finales de siglo XIX esto gracias a inversionistas privados con el fin de generar, distribuir, y comercializar la energía eléctrica en todo el territorio nacional, durante el segundo ciclo del siglo XX el mercado de la energía eléctrica seguía en poder de las entidades privadas del país, sin embargo por presiones sociopolíticas las industrias de generación y comercialización de este servicio pasa a manos del estado para su administración (Bello, 2010).

Bello (2010) refiere que en los años 60 ISA asume la administración del suministro energético en todo el país cuyo objetivo principal fue minimizar los costos de adquisición energética, expansión de zonas no interconectadas y creación de nuevas centrales de generación, a partir de los años 80 Colombia entra en una crisis energética por la mala planificación de este sector energético dando lugar a desarrollos de grandes proyectos energéticos que provocan sobrecostos en el suministro, atrasos en la entrega, tarifas de subsidios inadecuadas y politización de estos servicios.

Ya para los años 90 las empresas del sector energético que convierte una carga para el gobierno actual y se toman medidas de recesión en todo el territorio nacional y a partir de la constitución del 1991, el esquema de prestación de este servicio cambia adicional que dan vía libre a la privatización, a la libre competencia, al fomento de la inversión, se elimina la integración vertical y se reduce la presencia del estado en este tipo de empresas (Bello, 2010).

2.4.12 Electrificación en Bogotá y sus Alrededores

Ya sectorizando la energía eléctrica nos vamos a la ciudad de Bogotá donde, Gómez (1999) afirma que bajo el mandato de Miguel Antonio Caro y bajo influencias de los hermanos Samper

se establece la adquisición para la construcción de la planta el charquito proyecto que iba a tener como montaje principal el equipamiento total de la siguiente maquinaria:

Generadores # 7169 y 7170

Capacidad 305 Kv. cada uno

Exitatrices #7171 y 7172

Tipo P40 - V70 Amps. 35

Fabricante Ateliers de Construction Oerlikon

Con una descripción de turbinas que para la época era un proyecto enorme estas turbinas consistían en:

Capacidad 450 HP

Sistema Girar Fabricante

Escher Wyss & Cía

Ya a partir de la creación de esta gran planta de generación y suministro de energía en el año de 1900 en la ciudad de Bogotá da por sentado el alumbrado domiciliario que constaba del encendido de aproximadamente 6.000 bombillas un logro bastante significativo para la época, con este crecimiento la compañía establecida como Samper Brush & Cía crecieron de manera financiera y se establecieron como la primera empresa de Bogotá generadora de energía y se convirtieron en Compañía de Energía Eléctrica de Bogotá (Gómez, 1999).

Gómez (1999) indica que durante los años 1900, se presentaron grandes acontecimientos en la capital colombiana como lo fueron el servicio de alumbrado público por las calles capitalinas, se estipulo el alumbrado en municipios aledaños como lo era en su momento Usaquén, que al día de hoy ya se cuenta como localidad, ya para los años 60 el distrito especial de Bogotá tomo el control total de esta empresa y nace la empresa de energía eléctrica de Bogotá ayudando a crecer en gran parte la economía capital por proyectos como el proyecto de Guatavita, la central hidroeléctrica del Colegio, plantas eléctricas que aprovechaban el caudal del rio Bogotá, y ya para los años 90 se estable la operación de la central de Guavio de más de 1000MV, y por último en los años 2000 se conforma CODENSA como empresa dedicada a las actividades de distribución y comercialización, se vuelven accionistas del 40% de la REP red de energía del Perú, inicia también con la participación del transporte de gas natural y hasta el día de hoy en una de las más grandes empresas a nivel Colombia brindando el servicio de energía eléctrica por más de 120 años.

2.4.13 Capacidad Instalada de Generación de Energía Eléctrica Mediante Centrales y Fuentes de Energía

Como parte fundamental de abastecimiento de energía eléctrica es importante tener claridad que, en la actualidad, Colombia cuenta con una capacidad instalada cerca de 17.3GW de los cuales un 68.3% es generación hidráulica, 30.7% térmica, 0.9% cogeneradores y 0.2% eólicos y solares. (Murillo, 2021)

Donde se puede describir su capacidad instalada en todo el territorio nacional de la siguiente manera.

Tabla N° 3

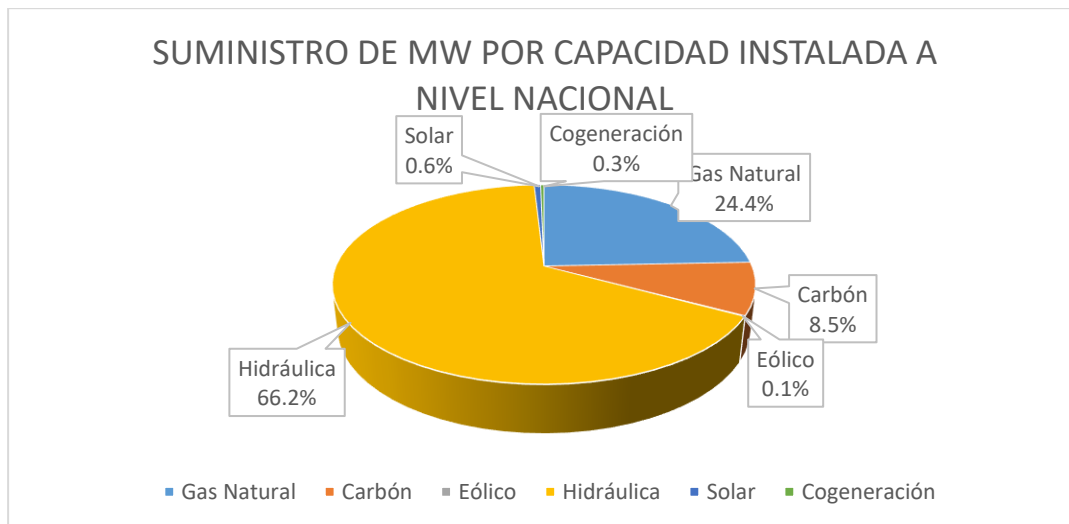
CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN CLASIFICADAS POR FUENTES Y CENTRALES PARA CADA REGIÓN DEL TERRITORIO COLOMBIANO

TERRITORIO COLOMBIANO	CAPACIDAD INSTALADA					
	Gas Natural	Carbón	Eólico	Hidráulica	Solar	Cogeneración
Costa atlántica	2400 MW	269 MW	18 MW	X	X	X
Noroeste	X	414 MW	X	5585 MW	8,8 MW	X
Nordeste	1094 MW	151 MW	X	840 MW	86,2 MW	X
Suroeste	434 MW	X	X	702,7 MW	X	50 MW
Centro	30 MW	536 MW	X	2829 MW	X	X
Sur	X	4 MW	X	790 MW	X	X
TOTAL INSTALADO	3958 MW	1374 MW	18MW	10746,7 MW	95 MW	50 MW

Fuente tabla: Propio

Grafico N° 1

PORCENTAJE DE GENERACIÓN TOTAL DECUERDO A LA CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN EN EL TERRITORIO COLOMBIANO



Fuente Grafico: Propio

De acuerdo a la capacidad instalada las centrales hidroeléctricas están en primer lugar de generación de energía con un 66,2%, seguida de las fuentes de gas natural con un 24,4 %, en

tercer lugar, están las fuentes de generación de a partir de carbón con un 8,5% y cerrando este listado tenemos tres centrales que suministran alrededor del 1% de del total de energía que utiliza el territorio colombiana teniendo como en cuarto lugar las centrales solares que aportan un 0,6 % de generación energética, en quinto lugar se encuentran las centrales cogeneración que aportan un 0,3% y por ultimo cierra las centrales eólicas que debido a que su instalación se encuentra únicamente en la zona de la costa atlántica solo aporta el 0,1 % del suministro de energía eléctrica que usan los colombianos (Arango, 2016).

2.4.14 Tarifas del de Energía Eléctrica en \$/kwh

Bnamericas (2023) indica que “Durante diciembre de 2022 el precio promedio de la energía transada en contratos para atender la demanda del consumo residencial y pequeños negocios (mercado regulado) fue de 285.44 COP/kWh, mientras que para la industria y el comercio (mercado no regulado o competitivo), fue de 269.51 COP/kWh. Tanto el precio del mercado Regulado como del No Regulado presentaron un aumento del 0.46% y 0.42%, respectivamente en relación con los precios del mes de noviembre del 2022, que fueron de 284.14 COP/kWh y 268.38 COP/kWh.”

Tabla N° 4

COMPARATIVO DE TARIFAS DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA 2021-2022

MERCADO	DICIEMBRE 2021	DICIEMBRE 2022	INCREMENTO
REGULADO	266.11 kWh	285,44 kWh	7,26%
NO REGULADO	232.92 kWh	269.51 kWh	15,71%

Fuente: Bnamericas, 2023

Este comparativo se evidencia un incremento de 7,26 % del mercado regulado del año 2022 frente al año anterior, y por otro lado los mercados no regulados tuvieron un incremento del 15,71% con base al año 2022 Vs el año 2021.

3. Método

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación se limitará a evaluar las percepciones y experiencias del 10 % de los usuarios de vehículos eléctricos e híbridos enchufables en la ciudad de Bogotá. Equivalente a 500 de ellos, esto se realizará mediante la recopilación de información por medio de un formulario dirigido a estos usuarios durante los próximos 45 días. Esta información nos permitirá tener una perspectiva más real del día a día de un usuario de este tipo de vehículos en la ciudad de Bogotá, y cumplir con los objetivos de esta investigación.

3.2 Alcance de la Investigación

Alcance Investigación

Para el alcance de esta investigación se decidió optar por el alcance descriptivo. Este tipo de alcance es el más utilizado en el ámbito científico y su finalidad es la de profundizar y describir con profundidad las cualidades y características de algún fenómeno, para cuantificar conceptos o situaciones específicas que hagan parte del tema de investigación. Usualmente la recopilación de la información para este tipo de investigación se realiza mediante encuestas o censos. Cabe resaltar que el principal objetivo de este tipo de investigaciones no es la de analizar a profundidad una problemática o fenómeno, sino de detallarlo y describir su naturaleza.

Algunas de las características principales de este alcance investigativo son:

Investigación de tipo Cuantitativa: Como se mencionó previamente, la recopilación de la información se realiza por medio de censos o encuestas. Los resultados que estas herramientas suelen arrojar, son resultados cuantificables y que pueden ser usados para el análisis estadístico de la muestra poblacional.

Variables no controlables: En este tipo de alcance investigativo, las variables no están influenciadas por elementos externos. En cambio, se hace uso de observaciones para completar la investigación. Esto quiere decir que las variables y su comportamiento no se ven influenciadas en ningún momento por quien realiza la investigación.

Punto de partida para investigaciones de otro tipo: Este tipo de investigaciones suele recopilar y analizar datos que son comúnmente usados en investigaciones de otro tipo.

Se escogió este alcance investigativo para este proyecto debido a la necesidad que existe en Colombia, principalmente en Bogotá, de información y propuestas que permitan facilitar y agilizar la electrificación de la flota de vehículos. Gran cantidad de la información científica que se encuentra, es de estudios realizados en otras partes del mundo, cuyos mercados y dinámicas sociales son completamente distintas a las de Colombia. A causa de este aumento acelerado de la demanda en Bogotá, es necesario evaluar si el servicio prestado a los usuarios de este tipo de vehículos es correcto. Actualmente la media de vehículos por cargador a nivel mundial es de 10 vehículos por cada cargador.

La venta de carros eléctricos e híbridos enchufables en Colombia crece de manera acelerada, y es una tendencia que parece continuará durante los siguientes años. De este modo, tanto fabricantes como autoridades de movilidad siguen incentivando e impulsando la compra de estos vehículos. Sin embargo, parece no haber un plan estructurado para poder abastecer de

energía a los usuarios de este tipo de vehículos en Colombia, específicamente en la ciudad de Bogotá. Este tipo de obstáculos podría ralentizar e incluso estancar la transición hacia la movilidad eléctrica en nuestro país.

El alcance de esta investigación se limitará a evaluar las percepciones y experiencias de 500 usuarios de vehículos eléctricos e híbridos enchufables en la ciudad de Bogotá. Esto se realizará mediante la recopilación de información por medio de un formulario dirigido a estos usuarios durante los próximos 45 días. Esta información nos permitirá tener una perspectiva más real del día a día de un usuario de este tipo de vehículos en la ciudad de Bogotá, y cumplir con los objetivos de esta investigación.

4. Hipótesis

4.1 Hipótesis de investigación

La efectividad actual de la red de cargadores de vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá no es capaz de satisfacer la creciente demanda de este servicio en la ciudad.

4.2 Hipótesis nula

A pesar del aumento en la participación de mercado de los vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá, actualmente la red de cargadores es efectiva y adecuada para satisfacer la demanda de este servicio en la ciudad.

4.3 Hipótesis alternativa

La efectividad actual de la red de cargadores de vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá es insuficiente para satisfacer la demanda creciente de carga eléctrica. Sin embargo, esta capacidad ha aumentado de manera significativa, lo cual hace que la demanda de este servicio esté acercándose al nivel de oferta de este.

5. Variables de la investigación

Participación de mercado de los vehículos eléctricos: Esta variable representa el porcentaje o la cantidad de vehículos eléctricos que circulan en la ciudad de Bogotá. Es una variable que está fuera del control del investigador, ya que es determinada por factores como la demanda del mercado, políticas gubernamentales, disponibilidad de vehículos eléctricos, entre otros. Dentro de esta se mantiene la cooperación público-privada que representa la colaboración entre entidades gubernamentales, empresas privadas y otras organizaciones en el desarrollo y expansión de la red de cargadores de vehículos eléctricos. Puede abarcar acuerdos de asociación, colaboraciones en la instalación de puntos de carga, esfuerzos conjuntos para promover la adopción de vehículos eléctricos, entre otros aspectos de cooperación.

Acceso a la red de cargadores de vehículos eléctricos: Esta variable representa la disponibilidad y accesibilidad física de los puntos de carga de vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá. Puede medirse en términos de la distancia promedio a un cargador, la densidad de cargadores en diferentes áreas de la ciudad, la distribución geográfica de los puntos de carga, entre otros aspectos.

Efectividad de la red de cargadores de vehículos eléctricos: Esta variable representa la capacidad de la red de cargadores de vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá para satisfacer la demanda de carga de estos vehículos. Puede medirse en términos de la disponibilidad de puntos de carga, la eficiencia de carga, la calidad del servicio, la capacidad de carga simultánea, entre otros indicadores. El ajuste de la red de cargadores al aumento en la participación de mercado de vehículos eléctricos se establece dentro de esta variable donde representa cómo la red de cargadores se adapta o se ajusta al incremento en el número de vehículos eléctricos en la ciudad. Se puede evaluar en términos de la capacidad de la red para atender la creciente

demanda, la ampliación de la infraestructura de carga, la mejora en la distribución geográfica de los cargadores, entre otros aspectos.

Satisfacción de los usuarios de vehículos eléctricos: Esta variable representa el grado de satisfacción de los propietarios de vehículos eléctricos con respecto a la red de cargadores en la ciudad. Puede evaluarse a través de encuestas, entrevistas o cuestionarios, y puede abarcar aspectos como la facilidad de uso de los cargadores, la disponibilidad de puntos de carga, la calidad del servicio, la confiabilidad de los cargadores, el tiempo de carga este puede ser medido en minutos u horas y puede estar influenciado por la potencia de los cargadores, la tecnología de carga utilizada, la capacidad de la batería del vehículo por último el costo de la carga de vehículos cuyo costo está asociado a la carga de vehículos eléctricos en la red de cargadores de la ciudad. Puede medirse en términos de tarifas de carga, costos de membresías, precios de la electricidad, entre otros.

6. Población y tamaño de la muestra

Para elegir la definir la población objetivo de la investigación en curso, se clasificó el grupo a encuestar teniendo en cuenta la cantidad de potenciales individuos que lo conforman. Para hacer este cálculo, se tuvo en cuenta el dato revelado por el ministerio de transporte para Julio del año 2022. Según las cifras presentadas por el Ministerio de Transporte, para esa fecha existían 8299 automóviles eléctricos circulando por las carreteras colombianas, de los cuales aproximadamente 5000 están en Bogotá (RUNT).

Con base en esta cifra, sabemos que nuestra población objetivo ronda las 5000 personas en la ciudad de Bogotá. Una vez definida esta cifra, es pertinente elegir la estrategia con la cual se realizará el muestreo y se recolectará la información. Para esto elegimos una encuesta que

aborda las cuatro variables que consideramos son de mayor importancia para el desarrollo de la investigación.

Teniendo la población objetivo y la estrategia de recolección de datos, procedemos a definir el tamaño de la muestra. La muestra se define como un subgrupo que hace parte de la población que es de interés para la investigación, y sobre la cual se recabaran los datos necesarios (Sampieri,2018). Además de esto, la muestra debe ser representativa para poder generalizar los resultados y tener una visión más clara de la realidad. De igual manera, se define que para que una muestra sea representativa, debe incluir al menos el 10% de la población objetivo. De esta manera se consideró que el tamaño de la muestra debía ser de al menos 500 personas en la ciudad de Bogotá.

7. Enfoque de las variables de la investigación

7.1 Instrumento de recolección de datos

Teniendo como base las variables establecidas en el proyecto de investigación se establece el impacto que se tiene por cada una de ellas, determinando un método de medición bien sea frente a temas gubernamentales, sociales, de percepción, de satisfacción o de su experiencia respecto al uso de vehículos eléctricos, estableciendo de manera más detallada esta información en la siguiente tabla, la cual incorpora una serie de preguntas que los usuarios de estos automóviles responderán teniendo en cuenta la experiencia que han tenido en el uso de estos automotores.

Tabla N° 5

ENFOQUE OPERACIONAL DE LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Variable	Definición operacional	¿Cómo lo vas a medir?	Preguntas
Participación de mercado de los vehículos eléctricos	Esta variable representa el porcentaje o la cantidad de vehículos eléctricos que circulan en la ciudad de Bogotá.	<p>Motivaciones gubernamentales</p> <p>Satisfacción sobre el vehículo</p> <p>Intención de compra</p>	<p>1. De la siguiente lista de beneficios de usar un auto eléctrico, cuales conoce:</p> <p>*No pico y placa (Si/No)</p> <p>*Sin impuesto (Si/No)</p> <p>*Descuentos sobre matrícula (Si/No)</p> <p>*Tarifas especiales en parqueaderos (Si/No)</p> <p>*Exenciones tributarias (Si/No)</p> <p>*No conocía ninguno</p> <p>2. En una escala del 1 al 5 que tan satisfecho se siente de haber adquirido un auto eléctrico</p> <p>(Siendo 1 muy insatisfecho y 5 muy satisfecho)</p> <p>3. ¿Adquiriría un segundo vehículo eléctrico?</p> <p>(Si/No)</p>
Acceso a la red de cargadores de vehículos eléctricos:	Esta variable representa la disponibilidad y accesibilidad física de los puntos de carga de vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá.	<p>Distancia promedio a un cargador.</p> <p>La densidad de cargadores en</p>	<p>1. ¿Cuánto tiempo tarda en promedio en encontrar un cargador disponible para su vehículo?</p> <p>* De 15 a 30 minutos</p> <p>* De 30 a 60 minutos</p> <p>* De 60 a 90 minutos</p>

		<p>diferentes áreas de la ciudad.</p> <p>La distribución geográfica de los puntos de carga.</p>	<p>* De 90 a 120 minutos * Mas de 120 minutos</p> <p>2. ¿Es posible encontrar varias opciones para cargar su vehículo en la zona donde usted vive?</p> <p>* Una opción de cargar * Dos opciones de cargar * Tres opciones de cargar * Mas de tres opciones de carga * No hay ninguna opción de carga</p> <p>3. ¿En qué lugar de la ciudad usted vive? Localidad de Antonio Nariño Localidad de Barrios Unidos Localidad de Bosa Localidad de Chapinero Localidad de Ciudad Bolívar Localidad de Engativá Localidad de Fontibón Localidad de Kennedy Localidad de La Candelaria Localidad de Los Mártires Localidad de Puente Aranda Localidad de Rafael Uribe Localidad de San Cristóbal Localidad de Santa Fe Localidad de Suba Localidad de Sumapaz Localidad de Teusaquillo Localidad de Tunjuelito Localidad de Usaquén Localidad de Usme</p> <p>4. ¿Cuál es el punto de cargadores que más frecuenta?</p> <p>Centro Comercial Unicentro Centro comercial El Retiro Bulevar Niza</p>
--	--	---	---

			Parqueadero Hotel Tequendama Éxito 80 Carulla Calle 140 Éxito Norte Aeropuerto Internacional Eldorado éxito chapinero Éxito de la 68 Centro comercial Plaza Imperial Centro Comercial Plaza de las Américas Centro Comercial Salitre Plaza Parqueadero CC Galerias Carulla 116 Carulla 110 Centro Comercial Unicentro Éxito villas de Granada occidente Parqueadero publico Hotel Marriot Exito WOW La Colina
Efectividad de la red de cargadores de vehículos	Esta variable representa la efectividad de la red de cargadores instalados en la ciudad de Bogotá.	Disponibilidad de puntos. Eficiencia de carga Calidad en el servicio Capacidad de carga simultanea	1. ¿Cuánto tarda en promedio en cargar su automóvil? * De 15 a 30 minutos * De 30 a 60 minutos * De 60 a 90 minutos * De 90 a 120 minutos * Mas de 120 minutos 2. ¿Existe algún punto de carga que sea de su preferencia debido a la velocidad de carga? (Si/No) 3. ¿Conoce usted cómo funciona la carga rápida? (Si/No)

			<p>4. ¿Es para usted importante la velocidad de carga para su vehículo?</p> <p>(Si/No)</p> <p>6. ¿Para usted es más importante la autonomía del vehículo o la velocidad de carga?</p> <p>(Si/No)</p>
Satisfacción de los usuarios de vehículos eléctricos	Representa el grado de satisfacción de los propietarios de vehículos eléctricos con respecto a la red de cargadores en la ciudad?	<p>¿Percepción de los usuarios?</p> <p>Satisfacción general del público</p>	<p>1. ¿Si usted fuese a comprar un automóvil ahora mismo elegiría de nuevo un eléctrico?</p> <p>(Si/No)</p> <p>2. ¿Usted ha sentido un ahorro económico frente al uso de un carro eléctrico a un carro de combustible dado el precio de la gasolina y el precio que representa la recarga de batería?</p> <p>(Si/No)</p> <p>3. ¿Cree usted que los mantenimientos preventivo y correctivos de un auto eléctrico frente un carro de combustible son más económicos?</p> <p>(Si/No/No hay ninguna diferencia)</p> <p>3. ¿Recomendaría a los usuarios de vehículos de combustible cambiar su vehículo por un carro eléctrico?</p> <p>(Si/No)</p>

Fuente tabla: Propia

7.2 Análisis de resultados esperados

Como resultados esperados se realiza el siguiente análisis por cada una de las variables las cuales se determinaron con el fin de poder concluir con el objetivo general de la investigación que es analizar la infraestructura actual de cargadores de vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá.

Variable 1: Participación de mercado de los vehículos eléctricos

El objetivo de esta variable es analizar en profundidad la participación de mercado de los vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá. Se recopilarán datos actualizados sobre la cantidad de vehículos eléctricos que circulan en la ciudad y se compararán con años anteriores para identificar posibles cambios significativos en la adopción de vehículos eléctricos. Se realizará un análisis estadístico exhaustivo para determinar la tendencia de crecimiento de la participación de mercado de los vehículos eléctricos en Bogotá. Estos resultados permitirán comprender mejor el grado de adopción de vehículos eléctricos en la ciudad y establecer una base sólida para evaluar la demanda futura de carga eléctrica.

Variable 2: Acceso a la red de cargadores de vehículos eléctricos

En esta variable, se llevará a cabo un análisis detallado del acceso a la red de cargadores de vehículos eléctricos en Bogotá. Se realizará un estudio exhaustivo de la distribución geográfica de los puntos de carga existentes en la ciudad y se calculará la densidad de cargadores en diferentes áreas. Además, se determinará la distancia promedio a un cargador desde diferentes ubicaciones en Bogotá, lo que proporcionará información valiosa sobre la accesibilidad de la infraestructura de carga para los propietarios de vehículos eléctricos. Este análisis permitirá identificar áreas con mayor y menor disponibilidad de puntos de carga, lo que contribuirá a

comprender las disparidades en el acceso a la carga eléctrica en la ciudad y a proponer soluciones para mejorar la distribución de los cargadores.

Variable 3: Efectividad de la red de cargadores de vehículos eléctricos

La efectividad de la red de cargadores de vehículos eléctricos es un aspecto crítico para satisfacer la creciente demanda de carga en Bogotá. En esta variable, se realizará un análisis completo de la efectividad de la red existente. Se evaluará la disponibilidad de puntos de carga en relación con la demanda actual y futura de carga eléctrica en la ciudad. Se analizará la eficiencia de carga de los puntos existentes, considerando aspectos como la velocidad de carga y la compatibilidad con diferentes modelos de vehículos eléctricos presentes en Bogotá. Además, se examinará la capacidad de carga simultánea de los puntos y su impacto en la demanda actual y futura de carga eléctrica. Se considerará también la calidad del servicio proporcionado por los puntos de carga, incluyendo aspectos de mantenimiento y funcionamiento. Este análisis en profundidad permitirá identificar posibles deficiencias en la red de cargadores y proponer recomendaciones específicas para mejorar su efectividad, aumentando la disponibilidad, la eficiencia y la calidad del servicio.

Variable 4: Satisfacción de los usuarios de vehículos eléctricos

La variable de satisfacción de los usuarios de vehículos eléctricos es de gran importancia para comprender la experiencia de los conductores en relación con los puntos de carga existentes en Bogotá. A través de encuestas o entrevistas, se recopilará información directa de los conductores de vehículos eléctricos para obtener su opinión sobre aspectos como la facilidad de uso de los cargadores, el tiempo de espera para acceder a ellos y la calidad del servicio proporcionado. Además, se buscará identificar los principales desafíos o problemas reportados

por los conductores en relación con los puntos de carga existentes en la ciudad. Este análisis permitirá comprender a fondo el nivel de satisfacción de los usuarios y los posibles puntos de mejora en la red de cargadores, brindando una visión más completa de la experiencia de los propietarios de vehículos eléctricos en Bogotá. Con base en estos resultados, se podrán implementar acciones específicas para mejorar la satisfacción de los usuarios y garantizar una experiencia óptima en la carga de vehículos eléctricos.

8. Referencias

Análisis de combustibles fósiles en el mercado de generación de energía eléctrica en Colombia: un contraste entre modelos de volatilidad. (2016). *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*.

<https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/2347>

B. (2023, 13 enero). *En diciembre de 2022 el precio de bolsa de energía aumentó a 339.92 COP/kWh*. BNamericas.com. <https://www.bnamericas.com/es/noticias/en-diciembre-de-2022-el-precio-de-bolsa-de-energia-aumento-a-33992-copkwh>

Bai, S., Zhu, Y., Li, T., Zhang, Y., Wu, L., Geng, D., & Li, B. (2022). Overview of Electric Vehicle Charging Standards. *2022 IEEE/IAS Industrial and Commercial Power System Asia (I&CPS Asia)*. <https://doi.org/10.1109/icpsasia55496.2022.9949844>

Caracterización y pronóstico del precio spot de la energía eléctrica en Colombia. (2013). *Editorial Pontificia Universidad Javeriana*.

<https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revmaescom/article/view/7174>

curious. (2022, 11 marzo). *How do batteries power our phones, computers and other devices?* Science org. <https://www.science.org.au/curious/technology-future/batteries>

E. (s. f.). *EV charging: the difference between AC and DC*. EVBox. Recuperado 11 de marzo de 2023, de <https://blog.evbox.com/difference-between-ac-and-dc>

Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica. (2019). En *Unidad de Planeación Minero Energética*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado 10 de marzo de 2023, de <https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/ENME.pdf>

Hughes, A. (2013). *Electric Motors and Drives: Fundamentals, types and applications*. Elsevier Gezondheidszorg.

Jonsson, P. (2008). *EBOOK: Logistics and Supply Chain Management*. McGraw-Hill Education.

Korthauer, R. (2018). *Lithium-Ion Batteries: Basics and Applications* (2018 ed.). Springer.

La electricidad antes de Faraday. (2003). *Revista Facultad de Ingeniería*.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/327321?articlesBySimilarityPage=19>

Larminie, J., & Lowry, J. (2012). *Electric Vehicle Technology Explained*. Wiley.

Mastoi, M. S., Zhuang, S., Munir, H. M., Haris, M., Hassan, M., Usman, M., Bukhari, S. S. H., & Ro, J. S. (2022). An in-depth analysis of electric vehicle charging station infrastructure, policy implications, and future trends. *Energy Reports*, 8, 11504-11529.
<https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.09.011>

Ministerio de Justicia y Del Derecho. (2019, 11 julio). *Ley 1964 de 2019*. Sistema Único de Información Normativa. Recuperado 10 de marzo de 2023, de <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30036636>

Publishers, V. (2019). *Operations and Supply Chain Management Essentials You Always Wanted to Know (Self-Learning Management Series): 15*. Vibrant Publishers.

Sanguesa, J. A., Torres-Sanz, V., Garrido, P., Martínez, F. J., & Marquez-Barja, J. M. (2021). A Review on Electric Vehicles: Technologies and Challenges. *Smart Cities*, 4(1), 372-404. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010022>

Utel Universidad en Línea de México. (s. f.). Ubicación Física de Instalaciones. Recuperado 10 de marzo de 2023, de https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24819w/O1LO306/PF_O1LO306_S3.pdf

DALE, H., MICHAEL, W., JOSHUA, G., & JOHN, H. (2010). *Evergreen, Colorado Patente n° WO2010003021A2*.

Durán, E. A. (2016). *Sistemas de carga para vehículos eléctricos*. Bogotá: Superintendencia de Industria y Comercio.

EnelX. (s.f.). *EnelX*. Obtenido de <https://corporate.enelx.com/es/question-and-answers/what-types-of-charging-stations-are-there>

García, J. P. (02 de 08 de 2022). *El Carro Colombiano*. Obtenido de <https://www.elcarrocolombiano.com/industria/electrolineras-colombia-asi-avanza-la-movilidad-electrica-en-el-pais/#:~:text=Impulso%20de%20la%20movilidad%20sostenible,datos%20arrojados%2C%20es%20de%20491>.

Group, O. (s.f.). *Oasis Group*. Obtenido de Oasis Group: <https://oasisgroup.online/estaciones-de-carga-de-vehiculos-electricos/>

IBERDROLA. (s.f.). *ESTACIONES DE CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS*. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/estaciones-carga-vehiculos->

