

Análisis de inversión de la red eléctrica para el funcionamiento de vehículos eléctricos en el mercado colombiano

AUTOR

MARIA ALEJANDRA MOLINA TREJOS

TUTOR

ALEXANDER GARRIDO



ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

BOGOTÁ D.C.

2020

Análisis de inversión de la red eléctrica para el funcionamiento de vehículos eléctricos en el mercado colombiano

1. RESUMEN

En la ciudad de Bogotá se evidencia cada año un aumento en la compra de vehículos eléctricos lo cual ha generado una demanda para la creación de puntos de carga privados como públicos, actualmente la empresa Enel X es la encargada de suministrar estos servicios, lo cuales presentan falencias de estructuración ya que estos no abarcan la totalidad de la ciudad, de esta manera se busca en este proyecto realizar un análisis de inversión de una nueva estructuración de redes públicas que permitan la carga eficiente de los vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá, si este genera un aumento de eficiencia y mayor factibilidad para los usuarios que tengan este tipo de vehículos, ¿se podrá incrementar a futuro la compra de vehículos eléctricos en la misma proporción como los países pioneros que usan esta alternativa?

Este artículo presenta un análisis de los puntos estratégicos que se consideran óptimos para prestar el servicio de carga para los vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá, tomando como medida los puntos que más son recurrentes con respecto a cada localidad creando así un plan de actividades con su respectivo cronograma para un análisis detallado. Se identifica que crear esta red eléctrica así mismo como en los países pioneros genera una satisfacción y un valor agregado que actualmente no se tiene con respecto a los usuarios que manejan este tipo de tecnología.

Palabras clave: Vehículos eléctricos, puntos de recarga públicos, impactos, emisión.

Investment analysis of the electrical network for the operation of electric vehicles in the Colombian market

2. ABSTRACT

In the city of Bogotá, an increase in the purchase of electric vehicles is evidenced every year, which has generated a demand for the creation of private and public charging points, currently the company Enel X is in charge of supplying these services, which present failures because these do not cover the entire city, In this way, this project seeks to carry out an investment analysis of a new structuring of public networks that have the efficient load of electric vehicles in the city of Bogotá, if this is an increase in efficiency and greater feasibility for users who have This type of vehicle, can the purchase of electric vehicles be increased in the future in the same proportion as the pioneer countries that use this alternative?

This article presents an analysis of the strategic points that are considered optimal to provide the charging service for electric vehicles in the city of Bogotá, taking as a measure the points that are most recurring with respect to each location, thus creating an activity plan with their respective schedule for detailed analysis. It is identified that creating this electrical network as well as in the pioneer countries generates satisfaction and added value that is currently lacking with respect to the users who use this type of technology.

Key words: Electric vehicles, public recharging points, impacts, emissions.

3. INTRODUCCIÓN

La contaminación en el aire ha sido uno de los problemas ambientales que más afecta a la ciudad de Bogotá, [1], esta contaminación se ha derivado principalmente de las emisiones de Co2 que originan los vehículos de combustión, causando enfermedades respiratorias agudas para una gran parte de los ciudadanos, [2]. Del mismo modo se ha evidenciado el aumento del precio en el petróleo debido a que este recurso se ha venido escaseando, por esta razón se ha incorporado en el mercado de Bogotá vehículos eléctricos y una infraestructura de carga suministrada por la empresa Enel, [3], con el fin mitigar el impacto ambiental. La empresa estadounidense Tesla ha sido pionera y líder no solo en la fabricación de vehículos sino también en la infraestructura que maneja para la carga privada y pública de las baterías, siendo la más amplia y la más completa del mercado a nivel mundial. Así mismo algunas empresas de la Unión Europea y de Asia como son China, Japón, Corea y Alemania, han incorporado la fabricación de vehículos eléctricos con tecnología avanzada, sin embargo no han alcanzado liderar este tipo de mercado, [4].

Con respecto al estudio previo que se realiza en los países que tienen infraestructura de puntos de carga públicos como la de Tesla, y relacionando el auge que se ha generado en Bogotá con respecto al uso de vehículos eléctricos y la llegada oficial de Tesla al país, [5] ,¿será factible el desarrollo y la implementación de este tipo de red para los usuarios que tienen vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá?, para el desarrollo de esta pregunta, se realiza un estudio descriptivo, el cual se estructura implementando a su vez un enfoque hacia proyectos, teniendo como guía el PMBOK 6 de la siguiente manera, como primera medida se identifica varios factores claves para el desarrollo del mismo, como es la identificación del tiempo que se necesita para la carga completa de una batería, la durabilidad en kilómetros de la misma, la movilidad de la población a la que va dirigida este proyecto, logrando así determinar cuáles pueden ser los puntos estratégicos y claves que necesita la ciudad, logrando mayor alcance y cobertura para cada uno

de los usuarios. Al tener estos lineamientos se realiza un análisis de inversión teniendo en cuenta los resultados de cada etapa del proyecto, junto con una respectiva evaluación ambiental para identificar impactos que puede llegar a generar de manera global la construcción y puesta en marcha de este proyecto, logrando así generar los resultados que se esperan del mismo.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Se ha evidenciado que durante la última década se ha presentado un gran problema a nivel ambiental en todo el mundo, en el cual hace referencia a las emisiones que se producen día a día, las cuales se han salido de control, ya que no se mitigan de la mejor manera. Estas emisiones se producen por alguna actividad que realice el hombre, ya sea como los procesos industriales, el transporte, la descomposición de materia orgánica, entre otros factores, los cuales se descargan en el ambiente generando no solo problemas para el mismo, sino también problemas de salud al no realizarse una mitigación adecuada.

Según un reporte de Air Visual y Greenpeace, Perú, Chile, México y Colombia son los cinco países latinoamericanos que se encuentran en la lista de los 50 países con peor calidad de aire en el mundo [6]. En Colombia según estudios preliminares del Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales, Ideam [7], se establece que en 20 años se aumentó en un 15% las emisiones de Co₂, al tomar los años entre 2011 y 2015 se evidencia que la calidad de aire en Colombia no ha sido el más adecuado y que las ciudades que más emiten Co₂ son Bogotá seguida de Medellín. La capital colombiana se encuentra en el puesto 44 de las 66 ciudades capitales con mayor contaminación según un Reporte Mundial de Calidad de Aire emitido en el 2018, la cual tiene un promedio de concentración de 13.9 micro gramos sobre metro cubico [6], por este motivo la ciudad en general se identifica y se encuentra en una categoría de alerta amarilla y en la zona de sur occidente en donde se evidencia mayor parte de partículas contaminantes es considerada alerta naranja.

Una de las maneras de causar emisiones por medio de gases es la utilización de combustible derivado del petróleo, según el Ideam, si una persona realiza un recorrido estimado de 50 km en su vehículo particular, el cual cuenta con 10 años de uso, a diario puede causar emisiones en forma de gases de esta manera, 100g de óxido de nitrógeno, 10 g de metano, 300 g de compuestos volátiles, 2 kg de monóxido de carbono y 20 kg de dióxido de carbono. [8]

Para mitigar esta problemática la Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá busca crear un plan de gestión de calidad de aire, en el cual se logre un mayor control y disminución de en la contaminación, para eso en los primeros cuatro meses se logró sembrar 15 mil árboles en la ciudad y como meta estableció que en el 2050 Bogotá logre no emitir dióxido de carbono. [9] Para alcanzar esta meta que establece la Secretaria es necesario tomar más medidas desde este momento como parte de la sociedad, por lo cual se busca en esta investigación identificar qué medidas se podrían llevar a cabo con el fin de incorporar y que funcione de manera efectiva los vehículos eléctricos en el mercado colombiano especialmente en la ciudad de Bogotá, logrando mayor uso y facilidad para los usuarios y que poco a poco este logre posicionarse en el mercado.

5. ANTECEDENTES DE LA SOLUCIÓN

Al llegar el siglo XXI, la estabilidad del petróleo fue cayendo, generando un incremento de costos para la creación de combustible, [10] lo cual logro crear una mayor empatía del cambio de petróleo por una generación de electricidad. A partir del mismo algunos países empezaron a incorporar a su mercado transporte más sostenible como lo son los vehículos eléctricos. Uno de los países el cual cuenta con la mayor presencia en el mercado de vehículos eléctricos per cápita del mundo es Noruega, [11] una de las estrategias que este país ha utilizado para lograr un incremento de compra de estos vehículos es el precio que manejan, ya que es bastante económico con respecto a los vehículos de combustión, [12], adicional a esto manejan numerosos incentivos como son, exención del IVA en la compra de un vehículo eléctrico, acceso al carril del autobús, exención del impuesto de

matriculación, aparcamiento y peaje gratuito, reducción de impuestos, estaciones de carga rápida, apoyo financiero en estaciones de carga, entre otros. [13]

Otros de los países que han cambiado el chip para la nueva era son países Bajos, Hong Kong, Islandia, Suecia, Francia, España, Alemania, Estados Unidos, México, entre otros. [13] Según estudios realizadas por Deloitte se establece que España muestra mayor interés en la compra de vehículos eléctricos, ya que un 82% de la población está dispuesta a entrar en la nueva era de la adquisición de vehículos eléctricos. Por otra parte, Estados Unidos, aunque sea el mayor país que contamina a nivel mundial ha mostrado el mayor mercado de vehículos eléctricos en América, los cuales son liderados por California. [14]

En Colombia la introducción de los vehículos eléctricos ha sido lento pero efectivo, Bogotá es una de las ciudades más contaminadas del país, [15] por esta razón el gobierno implemento la ley 1964, la cual establece beneficios y disposiciones para que se logre alcanzar la meta de incorporar a las vías 6.000 vehículos eléctricos para el año 2020, [16]. Según un artículo de la revista Dinero los vehículos eléctricos más vendidos en el mercado colombiano son los Renault Twizy, BMW, Renault Zoe, Nissan Leaf, Kia Soul y BYD, [17]. Por otra parte, en Bogotá la empresa prestadora de servicio de red eléctrica es Enel-Codensa, en la actualidad según una publicación por RCN existen en Bogotá más de 400 puntos de recarga para vehículos eléctricos tanto públicos como privados, de los cuales 57 son puntos de carga públicos que están establecidos en puntos estratégicos del norte de la ciudad, [18].

Tesla es una empresa líder en la comercialización de vehículos totalmente eléctricos, el valor agregado que maneja esta empresa con respecto a la competencia es la seguridad que brindan los vehículos que manejan, logrando así tener la puntuación de seguridad más alta entregada por la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en carreteras de Estados Unidos [4], adicional a esto otra de sus ventajas son los puntos de carga públicos y privados que manejan generando así la comodidad de sus clientes. En el 2019 Tesla en la ciudad de Las Vegas realiza su primera estación de carga para vehículos eléctricos con un sistema avanzado de energía solar y con la capacidad de cargar hasta 24 vehículos en el

mismo lapso de tiempo, logrando así un gran avance ya que dicha estación cuenta con súper cargadores V3, que generan una disminución de tiempo de carga evidenciando la tecnología de sus paneles solares ya que no solo tienen la funcionalidad de realizar una recarga efectiva sino también cubrir el vehículo de posibles lluvias o dar sombra en días bastante soleados. [19]

De manera general y para mostrar el posicionamiento que ha tenido Tesla a nivel mundial se puede evidenciar que de un total de 15.000 puntos de súper carga que maneja la empresa, [20], una tercera parte se encuentra instalada en Europa con un total de 4.700 puntos de carga rápida en 24 países de la Unión Europea. Adicional a esto en la segunda mitad del 2019 esta empresa logró poner en funcionamiento 2.000 nuevos puntos de carga con estas características generando una expansión de la red. Actualmente China cuenta con 2.200 puntos de súper carga no solo en puntos estratégicos de las ciudades sino también en las autopistas intermedias generando un mayor abarcamiento de la población, [21]. Tesla adicional de encontrarse en estos países y en la unión europea también ha logrado posicionarse en mercados como en México, Canadá, Australia, Jordania, Corea del Sur, entre otros, [22]. Asimismo, Tesla aparte de brindar al usuario final de los vehículos eléctricos una red de carga publica, también ha brindado la solución de instalar de manera rápida y sencilla dispositivos de carga estándares para los hogares que cuenten con vehículos eléctricos, tales como el Wall Conector, [23], debido a que este se puede personalizar para cualquier fuente de alimentación evitando el sesgo que se genera en la actualidad.

6. RESULTADO Y DISCUSIÓN

A partir de los estudios realizados y al conocer el objeto de estudio de la población, se evidencia que en Colombia poco a poco se ha aumentado el mercado de los vehículos eléctricos, contando actualmente con diferentes marcas como son Renault, BYD, Kia, Nissan, BMW, [24]. El precio de estas marcas de automóviles depende de la autonomía y las características según la necesidad el cliente. El

automóvil más económico que se presente en el mercado es el modelo Renault Twizy, el cual oscila en los 40 millones de pesos y tiene una autonomía de 100 kilómetros logrando alcanzar una velocidad de 80 km/h, [25]. Seguidamente se encuentran los vehículos de las marcas nombradas de los cuales presentan una autonomía de 200 a 400 kilómetros y tienen un precio aproximado de 90 a 150 millones de pesos, [24]. Como objeto de investigación se realiza métrica teniendo como ejemplo el modelo Renault Twizy, debido a que es el automóvil del mercado que ofrece una menor autonomía y un bajo costo comparado con los demás, logrando así tener un porcentaje mayor de asequibilidad con respecto a la población de la ciudad de Bogotá a la cual va dirigida este proyecto, el cual este enfocada en propietarios ya sean personas naturales o jurídicas que adquieran vehículos eléctricos, específicamente de los estratos 3, 4, 5 y 6, ya que son las personas que tienen más acceso para la compra de los mismos.

El plan del proyecto contempla incorporar en la ciudad de Bogotá 20 estaciones adicionales de carga pública en zonas estratégicas, como son los centros comerciales más visitados de la ciudad, los dos terminales terrestres, el aeropuerto Internacional el Dorado, el Estadio Nemesio Camacho El Campín y el parque Simón Bolívar. Adicionalmente se considera pertinente incorporar estos puntos de carga en sitios aledaños de la ciudad, debido a la concurrencia de los mismos, como son Chía, Cota, Funza y la Calera. En la siguiente ilustración se muestra cada uno de los puntos escogidos definiendo que estos son los sitios y puntos clave, no solo porque son sitios que los ciudadanos transcurren de manera seguida, sino también porque son sitios seguros que manejan entretenimiento para el tiempo estimado que dura la carga completa de una batería, esto con el fin de lograr un mayor alcance, cobertura y seguridad para los usuarios sin dejar a un lado la demanda que tiene la ciudad de Bogotá.

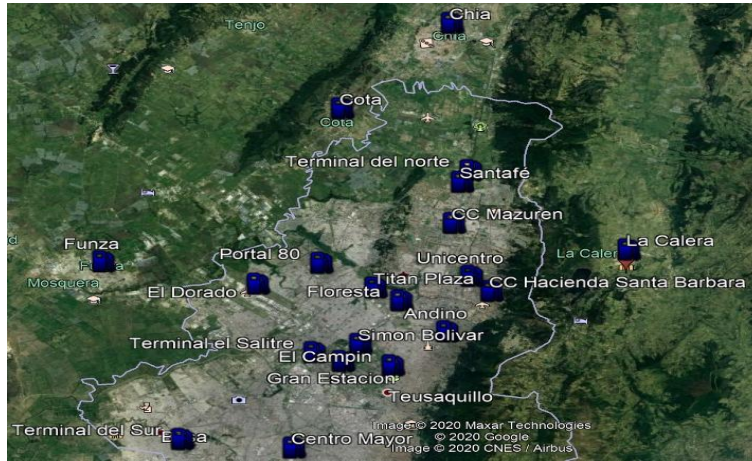


Ilustración 1 Puntos de carga establecidos en la ciudad de Bogotá

Cada uno de estos puntos de carga tendrá la capacidad de brindarle al usuario carga semi-rápida y rápida simultáneamente para dos vehículos eléctricos, para esto la infraestructura de la misma debe contener un punto de conexión y la instalación de un transformador que brinda la capacidad necesaria y no se presente una afectación del servicio por motivo de una sobrecarga. Para carga pública en corriente alterna se podrá tener puntos de carga desde 7.2kVA hasta 43kVA, En algunos casos la alimentación podrá ser a 208-240V o a 400V trifásica. La carga pública en corriente directa es generalmente a 50kVA, con salidas simples o duales en DC y también con salida para carga en AC a 43kVA. Permiten simultáneamente la carga en AC y DC. [26]

Para el análisis de inversión de vehículos eléctricos y el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas, se realiza cronograma de actividades, en el cual se establecieron cuatro fases, las cuales son la identificación de oportunidades de inversión, la cual tiene una duración de 30 días, la selección y definición preliminares del proyecto, con una duración de 45 días, la formulación del proyecto, con una duración de 30 días, y por último el procedimiento, el cual tiene una duración 269 días. De este modo se estima que la duración total del proyecto es de 299 días.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Prede
➤ Analisis de Inversión vehiculos electricos	299 días	lun 1/06/20	jue 22/07/21	
↳ Identificación de oportunidades de inversión	30 días	lun 1/06/20	vie 10/07/20	
↳ Selección y definición preliminares del proyecto	45 días	lun 1/06/20	vie 31/07/20	
↳ Formulación del proyecto	30 días	lun 1/06/20	vie 10/07/20	
↳ Procedimiento	269 días	lun 13/07/20	jue 22/07/21	8

Tabla 1 Fases del proyecto

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Prede
➤ Analisis de Inversión vehiculos electricos	299 días	lun 1/06/20	jue 22/07/21	
↳ Identificación de oportunidades de inversión	30 días	lun 1/06/20	vie 10/07/20	
Analisis de modelo Tesla	30 días	lun 1/06/20	vie 10/07/20	
↳ Selección y definición preliminares del proyecto	45 días	lun 1/06/20	vie 31/07/20	
A. Partes Interesadas	5 días	lun 1/06/20	vie 5/06/20	
Analisis vías principales de la ciudad	10 días	lun 8/06/20	vie 19/06/20	5
A. puntos de carga estrategicos	30 días	lun 22/06/20	vie 31/07/20	6

Tabla 2 Detalle de fases 1 y 2

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
➤ Formulación del proyecto	30 días	lun 1/06/20	vie 10/07/20
Ident. Red electrica de Bogotá	30 días	lun 1/06/20	vie 10/07/20
Ident. Stakeholders	30 días	lun 1/06/20	vie 10/07/20
Plan de gestión de requisitos	30 días	lun 1/06/20	vie 10/07/20
Ident. Alcance/objetivos	2 días	lun 1/06/20	mar 2/06/20
R. EDT	10 días	lun 1/06/20	vie 12/06/20
Plan gestión de Costos	30 días	lun 1/06/20	vie 10/07/20
Plan gestión de Calidad	20 días	lun 1/06/20	vie 26/06/20
Plan de gestión de recursos	20 días	lun 1/06/20	vie 26/06/20
Plan de gestión de comunicaciones	15 días	lun 1/06/20	vie 19/06/20
Plan de gestión de riesgos	20 días	lun 1/06/20	vie 26/06/20
Plan gestión adquisiciones	15 días	lun 1/06/20	vie 19/06/20

Tabla 3 Detalle Formulación del Proyecto

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Prede
20		Procedimiento	269 días	lun 13/07/20	jue 22/07/21	8
21		Elaboración del contrato	5 días	lun 13/07/20	vie 17/07/20	
22		Firma de contrato	1 día	lun 20/07/20	lun 20/07/20	21
23		Expedición licencia ambien	150 días	lun 13/07/20	vie 5/02/21	
24		Inv. Proveedores extranjer	10 días	lun 8/02/21	vie 19/02/21	23
25		Cotización con proveedor:	15 días	lun 22/02/21	vie 12/03/21	24
26		Selección de proveedor	3 días	lun 15/03/21	mié 17/03/21	25
27		Orden de compra	5 días	jue 18/03/21	mié 24/03/21	26
28		Re. Documentación de importación	30 días	lun 13/07/20	vie 21/08/20	
29		Importación de equipos	60 días	lun 24/08/20	vie 13/11/20	28
30		Pago a proveedores	5 días	lun 16/11/20	vie 20/11/20	29
31		Diseño de puntos de carga	5 días	lun 13/07/20	vie 17/07/20	
32		Aprobación de puntos de carga	10 días	lun 20/07/20	vie 31/07/20	31
33		Expedición permiso puntos de carga	30 días	lun 3/08/20	vie 11/09/20	32
34		Visita lugar puntos de carga	4 días	lun 20/07/20	jue 23/07/20	31
35		Nacionalización de equipos	30 días	lun 16/11/20	vie 25/12/20	29
36		Instalación equipos (puntos)	40 días	vie 24/07/20	jue 17/09/20	34
37		Pruebas electricas (puntos)	30 días	vie 18/09/20	jue 29/10/20	36
38		Aprobación de pruebas	30 días	vie 30/10/20	jue 10/12/20	37
39		Entrega de certificación de pruebas	60 días	vie 11/12/20	jue 4/03/21	38
40		Permisos NTC 2050 (puntos)	30 días	vie 30/10/20	jue 10/12/20	37
41		Expedición certificado RETIE	60 días	vie 11/12/20	jue 4/03/21	40
42		Adecuación de puntos	30 días	vie 5/03/21	jue 15/04/21	41
43		Elaboración y entrega de certificados a empresa	30 días	vie 16/04/21	jue 27/05/21	42
44		Capacitación de operación y mantenimiento (puntos)	20 días	vie 28/05/21	jue 24/06/21	43
45		Firma de entrega (puntos)	20 días	vie 25/06/21	jue 22/07/21	44

Tabla 4 Detalle Ejecución

Para la implementación de estos puntos es necesario regirse por normas y decretos establecidos, con el fin de tener en cuenta el marco legal de proyectos, para esto será necesario requerir de una licencia ambiental única como primera medida según lo establecido por el decreto 2041 del 2014, en el cual se menciona en el artículo 8 que proyectos con la construcción y operación de centrales generadoras de energía eléctrica con capacidad instalada igual o superior a cien (100) MW necesitan de una licencia ambiental que será otorgada por la autoridad ambiental competente, [27]. Por otra parte, es necesario para cada punto de carga tener en cuenta la Norma NTC 2050, en el cual se establece que por motivo de seguridad esta planta debe estar en un cuarto técnico, la cual debe ser accesible solo por personal calificado, [28]. Así mismo, para este proyecto se aplica los requisitos para instalaciones comerciales, por esta razón, será necesario contar con la certificación plena, y declaración de cumplimiento y dictamen de inspección referente al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, para esto es necesario considerar los

numerales 34.4.1 el cual hace referencia a construcciones nuevas y 34.4.2 el cual hace referencia a ampliaciones y/o remodelaciones, [29].

Para cada punto de carga público es necesario contar con los equipos necesarios los cuales serán importados por Europa, debido a que estos manejan una buena tecnología, son seguros y confiables gracias al avance y el auge que han tenido en los últimos años. Por consiguiente, al tener establecido los precios que manejan los proveedores extranjeros, más los costos que se generan para la ejecución y puesta en marcha de cada punto de carga público, se establece que cada uno de estos tiene un costo de \$225.000.000 millones de pesos, generando un total de \$4.500.000.000 millones de pesos por los 20 puntos estratégicos establecidos en la planeación del proyecto. A partir de esto se considera no realizar una estimación de presupuesto, debido a que este debe ser realizado por la empresa que tome el proyecto sea una empresa pública como una empresa privada.

Con respecto al costo que se le genera al usuario del vehículo dependerá del uso de los puntos públicos y será establecido de la misma manera por la batería del modelo del vehículo eléctrico, este consumo será generado en unidades de carga vehicular “UCV”. En este sentido teniendo en cuenta que la población de la ciudad de Bogotá recorre aproximadamente 30 km por día y al realizar un cálculo estimado del valor del kWh, se evidencia en la tabla 1 el consumo del vehículo Renault Twizy.

Tipo de Vehículo	Consumo (kWh/100km)	Costo de Kilowatio	Costo de energía por un 1 km	Recorrido por mes (Kilómetros)	Costo total de energía por mes
Renault Twizy	6,3	561.12	35,35	900	31.815

Tabla 5 Consumo de vehículo Renault Twizy

Es necesario tener en cuenta que el costo del Kilowatio que se evidencia en la tabla es generado de Enel - Codensa para el mes abril del presente año, debido a que este varía cada mes, [30].

Los posibles riesgos que maneja esta clase de proyecto se miden con respecto a la probabilidad de impacto que ocasionen y la probabilidad de que estos ocurren, en la siguiente tabla se registra el ranking de los riesgos encontrados una vez realizado el análisis.

Nombre del Riesgo	Descripción	Disparador	Efecto
Incumplimiento tiempos de entrega	No cumplir con lo estipulado del proyecto	Retrasos en las entregas de los puntos de carga mayores a dos semanas	Necesidades no satisfechas de alcance y cobertura
Incremento de costo	Aumento en los costos del proyecto	Dificultad para conseguir proveedor con todas las condiciones requeridas y con el presupuesto establecido	Dificultad para encontrar fuentes de financiación.
Selección, adjudicación y Seguimiento de proveedores	Seleccionar de manera idónea los proveedores extranjeros (materia prima)	Aumento del costo del proyecto en un 20%	Aumento en los costos del proyecto
Cambio de leyes, normas y proyectos de ley	Cambio de leyes ambientales o normas para la puesta en marcha de los puntos de carga	Retrasos en las entregas de cada punto de carga mayores a dos semanas	Aumento de costos y cambio de cronograma del proyecto
Calidad de productos y servicios	Conformación de un equipo de trabajo nuevo, lo que dificulta la apropiación de los lineamientos de calidad	Rotación del equipo de proyecto por encima de un 30%	Retraso en la entrega del proyecto

Tabla 6 Ranking de Riesgos

Considerando los resultados que brinda la formulación del proyecto, se puede considerar que este es factible para la empresa pública o privada que desee implementarlo o si por alguna razón Enel o Terpel quiere tomar los puntos estratégicos que se establecen en dicho proyecto. Aunque este proyecto maneje 20 puntos de carga en Bogotá y realizando comparación con los que actualmente maneja Enel, los cuales corresponden a 57 puntos públicos, [3], se puede considerar que este proyecto puede ser un complemento para alcanzar una infraestructura de mayor alcance y cubrimiento, de esto modo y teniendo en cuenta la demanda de la ciudad de Bogotá no se establecen más puntos en comparación a los que maneja Noruega, debido a que esto provocaría un gasto innecesario que podría traer consecuencias para el éxito del proyecto. En la hipótesis de la investigación se realiza un planteamiento si es factible el desarrollo y la implementación de una red de puntos de carga públicos para vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá, para esto y terminando la etapa de planeación se puede considerar que aunque sea viable aumentar la cobertura de carga pública, no es el único factor que incide en la aceptación de los vehículos eléctricos.

Un factor importante para que tenga éxito este tipo de infraestructura es contar con el apoyo del gobierno, de la misma manera como lo hacen los gobiernos de Noruega, Holanda, Francia, entre otros, ya que estos tienen beneficios como la disminución de impuestos, parqueadero gratuito y más de 7 millones de puntos de carga en cada uno de los países, [31], aunque en Colombia se maneja un proyecto

de ley se considera que este debe ser más enfático, tener mayores incentivos de los que se presentan y realizar un ajuste del mismo con respecto a la fluctuación de la demanda, ya que para el artículo 10 el cual hace referencia a las estaciones de carga rápida, se menciona que en la ciudad de Bogotá debe contar como mínimo con 10 estaciones y los municipios de categoría especial deben contar como mínimo con 5 estaciones, [32]. Esto si se compara con los países como Francia, Alemania, Noruega y Países Bajos no es ni una décima parte de los puntos de carga públicos que manejan.

Aunque la puesta en marcha del proyecto genere una mayor eficiencia y mayor incentivo para la compra de este tipo de vehículos aún no puede ser factible para la mayoría de los usuarios, debido a que si un usuario desea viajar lejos de la capital, en su trayecto y vías alejadas no va a encontrar puntos de carga que le brinden una solución efectiva para terminar su trayecto, es por esto que se puede considerar que los usuarios que tengan este tipo de vehículos eléctricos, también cuentan con vehículos de combustión, con el fin de lograr mayor satisfacción y comodidad, en este sentido no se podría generar el avance que tienen otros países en poco tiempo.

7. CONCLUSIONES

El uso de vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá, realmente daría un buen resultado para la problemática que se tiene con respecto a la contaminación del ambiente, debido a que disminuiría considerablemente las emisiones de dióxido de carbono que se generan cada día al utilizar vehículos de combustión. El proyecto que se plantea traería resultados positivos con respecto a los puntos estratégicos que se establecieron dentro de la ciudad y sitios aledaños, debido a que son puntos en los cuales mientras se recarga la batería del vehículo, la persona puede contar con distracción para que no sea tan tedioso el tiempo de espera.

Por otra parte se puede concluir que aunque la planeación del proyecto sea viable, es necesario contar con aliados estratégicos para alcanzar el éxito del mismo, los cuales serán el gobierno y los proveedores extranjeros, de esta manera con los proveedores se podrán disminuir costos y así brindarle el usuario un precio más

bajo, y con respecto al gobierno será necesario contar con mayores incentivos no solo para el proyecto sino también para el usuario, logrando así una mayor atracción que traería beneficios en una nueva planeación de más puntos de carga públicos no solo en Bogotá sino también dentro de la red nacional de carretera, logrando una cobertura en la red primaria, secundaria y terciaria, consiguiendo la infraestructura que maneja Tesla en los países donde está posicionado.

Adicional a esto se considera que es necesario que el gobierno tome medidas adicionales para sacar de las vías vehículos que llevan más de 10 años transitando en la ciudad, debido a que estos manejan una gran emisión de dióxido de carbono, para brindar una solución óptima para estos usuarios el gobierno podría brindar mayores beneficios para la compra de vehículos eléctricos y así poco a poco el proyecto podrá generar mayores ganancias logrando implementar más puntos de carga pública tanto en la ciudad como fuera de la misma.

8. Referencias

- [1] Ideam, «Cambio Climático,» [En línea]. Available: http://www.cambioclimatico.gov.co/sala-de-prensa/-/asset_publisher/0vf4WcNOcZT7/content/en-20-anos-colombia-aumento-en-un-15-sus-emisiones-de-co2-equivalentes. [Último acceso: abril 2020].
- [2] Minsalud, 13 04 2020. [En línea]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Calidad-del-aire-elemento-importante-en-las-enfermedades-respiratorias.aspx>. [Último acceso: 20 05 2020].
- [3] Enel Bogotá, «Enel,» diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.enel.com.co/es/prensa/news/d201912-aprende-a-recargar-un-vehiculo-electrico.html>. [Último acceso: abril 2020].
- [4] L. Ojea, «El periódico de la energía,» 20 01 20. [En línea]. Available: <https://elperiodicodelaenergia.com/los-diez-fabricantes-de-vehiculos-electricos-mas-competitivos-del-mercado-mundial/>. [Último acceso: 28 04 2020].
- [5] Motor, «EL TIEMPO,» 27 05 2020. [En línea]. Available: <https://www.eltiempo.com/economia/empresas/pese-a-la-pandemia-vehiculos-tesla-entran-en-exhibicion-en-colombia-500036>. [Último acceso: 03 06 2020].
- [6] «Mongabay,» [En línea]. Available: <https://es.mongabay.com/2019/04/calidad-del-aire-peru-chile-mexico-brasil-colombia/>. [Último acceso: 15 4 2020].

- [7] R. Semana, «Semana,» 24 noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.semana.com/nacion/articulo/cuales-son-las-ciudades-mas-contaminadas-de-colombia/506372>. [Último acceso: 2020 abril 23].
- [8] Ideam, «documentación Ideam,» [En línea]. Available: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap13.pdf>. [Último acceso: 15 4 2020].
- [9] s. d. a. Carolina Urrutia, Interviewee, *Retos de Bogotá para mejorar la calidad de aire*. [Entrevista]. 20 04 2020.
- [10] M. G. David Page, «el independiente,» [En línea]. Available: <https://www.elindependiente.com/economia/2017/02/04/el-mundo-sin-petroleo-se-acerca-y-no-sera-el-apocalipsis/>. [Último acceso: 26 05 2020].
- [11] J. Lopez, «Movilidad eléctrica,» 16 10 2018. [En línea]. Available: <https://movilidadelectrica.com/noruega-es-el-pais-con-mayor-numero-de-vehiculos-electricos-per-capita-del-mundo/>. [Último acceso: 1 5 2020].
- [12] Estrategia y negocios, 13 12 2016. [En línea]. Available: <https://www.estrategiaynegocios.net/centroamericaymundo/mundo/europa/1026105-330/noruega-llega-a-100000-autos-el%C3%A9ctricos-en-la-calle>. [Último acceso: 20 04 2020].
- [13] BBC , «BBC NEWS,» [En línea]. Available: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-40136231>. [Último acceso: 10 04 2020].
- [14] P. Valdes, «CNN,» 02 01 2018. [En línea]. Available: <https://cnnespanol.cnn.com/2018/01/02/autos-electricos-2018-estados-unidos-tesla-chevrolet-nissan/>. [Último acceso: 10 04 2020].
- [15] Semana, 11 24 2016. [En línea]. Available: <https://www.semana.com/nacion/articulo/cuales-son-las-ciudades-mas-contaminadas-de-colombia/506372>. [Último acceso: 15 04 2020].
- [16] C. d. Colombia, «Ley no. 1964».
- [17] Dinero , 26 04 2018. [En línea]. Available: <https://www.dinero.com/empresas/articulo/asi-estan-las-ventas-de-vehiculos-electricos-en-colombia/257701>. [Último acceso: 02 04 2020].
- [18] D. A. Bonfante, «RCN RADIO,» 19 diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.rcnradio.com/bogota/mas-de-400-puntos-de-recarga-para-vehiculos-electricos-ha-instalado-codensa-en-bogota>. [Último acceso: 25 abril 2020].
- [19] A. Raya, «El Español,» 19 julio 2019. [En línea]. Available: https://www.elespanol.com/omicrono/20190719/tesla-realidad-estacion-servicio-futuro-energia-coches/414959755_0.html. [Último acceso: 22 abril 2020].

- [20] Hipertextual , 19 11 2019. [En línea]. Available: <https://hipertextual.com/2019/12/tesla-tiene-15-mil-puntos-carga-todo-mundo>. [Último acceso: 15 05 2020].
- [21] World Energy Trade, 22 11 2019. [En línea]. Available: <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/general/la-red-de-supercharger-de-tesla-sigue-extendiendose-por-todo-el-mundo>. [Último acceso: 17 05 2020].
- [22] Tesla, [En línea]. Available: https://www.tesla.com/es_ES/findus/list. [Último acceso: 10 04 2020].
- [23] Tesla, [En línea]. Available: <https://www.tesla.com/support/home-charging-installation>. [Último acceso: 07 04 2020].
- [24] Autos de Primera, 14 04 2019. [En línea]. Available: <https://autosdeprimera.com/noticias-nacionales/carros-electricos-colombia-2019>. [Último acceso: 10 05 2020].
- [25] Renault, [En línea]. Available: <https://www.renault.com.co/gama/electricos/twizy/performance.html#:~:text=Autonom%C3%ADa%20Z.E.&text=La%20autonom%C3%ADa%20del%20Renault%20TWIZY,seg%C3%BAn%20las%20condiciones%20de%20circulaci%C3%B3n..> [Último acceso: 06 01 2020].
- [26] EPM, [En línea]. Available: https://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/clientes-y-usuarios/nuestros-servicios/funcionamiento-ecoestaciones. [Último acceso: 20 05 2020].
- [27] Ministerio de Ambiente, «Licencias Ambientales decreto 2041 de 2014».
- [28] Icontec, «NTC 2050».
- [29] RETIE, «Reglamento técnico de instalaciones eléctricas».
- [30] ENEL , «Tarifas Enel,» [En línea]. Available: <https://www.enel.com.co/es/personas/tarifas-energia-enel-codensa.html>. [Último acceso: 28 25 2020].
- [31] F. N. Jose Maza, 2018. [En línea]. Available: <http://www.raing.es/sites/default/files/EV%20RAING%2020180125%20DEF.pdf>. [Último acceso: 23 05 2020].
- [32] C. d. I. R. d. Colombia, «Proyecto de Ley».
- [33] Asociación Nacional de Movilidad Sostenible , «Andemos,» 7 abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.andemos.org/index.php/2020/04/07/marzo-7/>. [Último acceso: 25 abril 2020].
- [34] «Word Energy Trade,» 22 diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/general/la-red-de->

supercharger-de-tesla-sigue-extendiendose-por-todo-el-mundo. [Último acceso: abril 2020].

- [35] B. M. Quintana, «Universidad Nacional,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.bdigital.unal.edu.co/48580/1/73575424.2015.pdf>. [Último acceso: abril 2020].
- [36] N. Rojas, «Universidad Nacional,» [En línea]. Available: https://bogota.gov.co/sites/default/files/inline-files/aire_y_problemas_ambientales_de_bogota.pdf. [Último acceso: abril 2020].
- [37] H. R. Uriarte F, «Impact of residential Photovoltaic Generation and electric vehicles on distribution transformers,» [En línea].
- [38] D. Castellanos, «Proyecto fin de carrera,» 5 junio 2015. [En línea]. Available: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17616/u713932.pdf?sequence=1>. [Último acceso: abril 2020].
- [39] Tesla, «Tesla hace realidad la estación de servicio del futuro: con energía solar y capaz de cargar 24 coches al mismo tiempo,» [En línea]. Available: https://www.elespanol.com/omicron/20190719/tesla-realidad-estacion-servicio-futuro-energia-coches/414959755_0.html. [Último acceso: 24 abril 2020].
- [40] National Geographic , «National Geographic,» [En línea]. Available: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global>. [Último acceso: 24 abril 2020].
- [41] E Totem, «Soluciones de Carga para vehiculos electricos,» [En línea]. Available: https://www.e-totem.eu/wp-content/uploads/2019/01/Cata%CC%81logo-ETOTEM-Soluciones-de-recarga-para-coches-ele%CC%81ctricos-LAM_compressed.pdf. [Último acceso: abril 2020].