



ANÁLISIS PROSPECTIVO DEL MERCADO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN COLOMBIA

Estefanya Marín Tabares, Carlos Andrés Rodríguez Toro, Diego Andrés Correa Londoño, Saúl Emilio Rivero Mejía

**Institución Universitaria Pascual Bravo
Medellín, Colombia**

Resumen

Colombia adoptó los Objetivos de Desarrollo Sostenible para incorporarlos en sus políticas públicas. Una de las estrategias de sostenibilidad del gobierno fue estimular el uso del transporte público y, además, emitir una Ley de incentivos a los vehículos eléctricos. La Ley de incentivos a los vehículos eléctricos se emitió en el 2019 y solo tuvo en cuenta a los propietarios de automóviles. Así mismo, el gobierno nacional estableció una estrategia en un horizonte de 10 años de tener en las vías de nuestro país de 600 mil vehículos.

En el presente artículo se realizó un análisis prospectivo para determinar si la venta de vehículos eléctricos en Colombia permitirá el cumplimiento de la meta definida por el gobierno. El análisis prospectivo se realizó para diferentes escenarios. Inicialmente se elaboró un análisis PEST; posteriormente, por medio del programa Mic Mac se elaboraron las matrices de impactos cruzados, y la de influencia/ dependencia, con las cuales se identificaron las variables claves del mercado. Más adelante, se efectuó el juego de actores empleando el programa Mactor. A través del juego de actores, se determinaron los actores y las variables más relevantes. Luego, se diseñaron dos escenarios haciendo uso del programa Morphol. Finalmente, para cada uno de los dos escenarios se proyectó el comportamiento de las ventas de vehículos eléctricos al año 2030. Una vez simulada las ventas de los dos escenarios, se concluye que, la meta adoptada en la Estrategia de Movilidad Eléctrica, no se cumplirá ni siquiera en el escenario optimista.

Palabras clave: vehículos eléctricos; incentivos económicos; transporte sostenible

Abstract

Colombia adopted the Sustainable Development Goals to incorporate them into its public policies. One of the government's sustainability strategies was to stimulate the use of public transport and, in addition, to issue a Law on incentives for electric vehicles. The Electric Vehicle Incentive Act was issued in 2019 and only considered car owners. Likewise, the national government established a strategy within a 10-year horizon of having 600 thousand vehicles on the roads of our country.

In this article, a prospective analysis was carried out to determine if the sale of electric vehicles in Colombia will allow the fulfillment of the goal defined by the government. The prospective analysis was carried out for different scenarios. Initially, a PEST analysis was performed; Later, through the Mic Mac program, the cross impact matrices and the influence / dependency matrix were elaborated, with which the key market variables were identified. Later, the actor's game was performed using the Mactor program. Through the game of actors, the actors and the most relevant variables were determined. Then, two scenarios were designed using the Morphol program. Finally, for each of the two scenarios, the behavior of the sales of electric vehicles was projected to the year 2030.

Once the sales of the two scenarios have been simulated, it is concluded that the goal adopted in the Electric Mobility Strategy will not be met even in the optimistic scenario.

Keywords: *electric vehicles; economic incentives; sustainable transportation*

1. Introducción

A pesar de la importancia del sector del transporte para la economía del país, asociado a la cantidad de vehículos y al tipo de combustible utilizado, se ha provocado consecuencias para la calidad de vida de la población, tales como la accidentalidad, embotellamientos viales y deterioro de la calidad del aire.

Como estrategia de mitigación al problema de embotellamientos, en Bogotá se implementaron medidas restrictivas para los vehículos privados. Debido al aparente éxito de esa decisión, las autoridades locales de otras ciudades decidieron adoptarlas. La realidad evidenció que la decisión solo tuvo una incidencia positiva en el corto plazo y que, en el mediano y largo plazo, el número de vehículos matriculados aumentó (Ramos, 2015).

Otra solución que se ha puesto en práctica para mejorar la congestión del transporte pública en América Latina, es la implementación de sistemas BRT. Estos sistemas tienen la ventaja que tienen una capacidad similar al metro, pero su implementación es menos costosa. En ese sentido, el Banco Interamericano de Desarrollo, financió diferentes iniciativas en varios países durante la década pasada (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

Asimismo, para disminuir los gases contaminantes atmosféricos procedentes de fuentes móviles y, además, impactar de manera positiva a la calidad del aire, el Gobierno Colombiano adoptó la



Estrategia de Movilidad Eléctrica, la cual propuso incentivos económicos y no económicos para masificar el uso de estos autos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

En esa Estrategia, el Gobierno Colombiano estableció una meta de 600 mil vehículos de cero emisiones hasta finales de la presente década. Es de aclarar que un propósito de esta naturaleza está afectado por las dinámicas del entorno de tipo político, económico, social y tecnológico, que no sólo son cambiantes en el tiempo, sino que son desconocidas en el presente. Así, anticiparse a posibles crisis permitirá hacer las correcciones necesarias en materia de incentivos para que las ventas de vehículos eléctricos sean crecientes y estén alineadas con la meta al año 2030.

Dado que el gobierno fijó un objetivo de 600.000 vehículos eléctricos para el año 2030, se requerirán de unas condiciones externas favorables en el futuro, pero que se desconocen en la actualidad. Una forma de anticiparse a los posibles problemas políticos, económicos, sociales y tecnológicos que puedan surgir durante el presente y al año 2030 y, que también puedan impedir la consecución de la meta, es realizar un análisis prospectivo. A través de esta herramienta el gobierno central podrá prever con anticipación los riesgos del futuro y planificar con anticipación las decisiones en torno al mercado de vehículos eléctricos.

Es claro que, un ejercicio de prospectiva permite anticiparse a las tendencias políticas que se espera gobiernen en el país, de tal forma que pueda determinarse si los incentivos para el mercado de vehículos eléctricos podrán mantenerse o no. En caso que los incentivos no sean suficientes, la prospectiva permite al Gobierno hacer las correcciones que sean necesarias en materia de incentivos, para así posibilitar que las ventas de vehículos eléctricos crezcan en el tiempo y sea posible el cumplimiento de la meta al año 2030.

Para prever el comportamiento futuro sobre situaciones particulares se utiliza la prospectiva, la cual es una técnica que analiza los futuros factibles empleando información y tendencias del pasado, pero también del presente (Medina, Becerra, & Castaño, 2014). La planificación a través de prospectiva, emplea diferentes enfoques del futuro con el propósito de poner a disposición de los gerentes los diversos escenarios a los cuales se podrían encontrar (Phadnis, 2012).

Las etapas del Método de Escenarios comprenden el planteamiento del problema estudiado a través de diferentes fases secuenciales: Primero se desarrolla el Análisis Estructural (MICMAC), luego se continúa con el Análisis de Actores (MACTOR), más tarde se termina con el Análisis Morfológico (MORPHOL), que incluye el diseño de los escenarios (Godet & Durance, 2009).

De otro lado, el análisis PEST es una técnica que busca determinar los factores externos que impactan a una organización, para permitir un mejor entendimiento de una situación particular de interés y, de esa manera, edificar un futuro deseado (Torreblanca, 2015).

2. Materiales y Métodos



Inicialmente, se realizó un análisis PEST, donde se identificaron las variables de los factores políticos, sociales, económicos y tecnológicos del mercado de vehículos eléctricos en Colombia y, además se estableció el rango temporal de incidencia: impacto a corto, medio y largo plazo, y su influencia: muy positivo, positivo, indiferente, negativo o muy negativo, según el contexto actual de ese mercado en Colombia.

Por otro lado, utilizando el programa Mic Mac, posteriormente se realizó la matriz de impactos cruzados con las variables identificadas en el análisis PEST. Se calificaron las variables de 0 a 3, donde cero significa que no hay relación; uno significa que hay una relación baja; dos significa que hay una relación media; y tres significa que hay una relación alta.

Luego de realizar la valoración entre cada una de las variables, se procedió a realizar la matriz de influencia y dependencia para determinar cuál de las variables tiene mayor influencia en el mercado de vehículos eléctricos en el territorio colombiano. Así mismo, mediante el programa Mactor se identificaron los actores que influyen directamente en esas variables claves.

Posteriormente se efectuó el juego de actores empleando el programa Mactor, donde sólo se tuvieron en cuenta las variables más relevantes, es decir, aquellas que se encontraban en la zona de poder o en la zona de conflicto. Se continuó luego, con el diseño de escenarios probables empleando previamente para ello el análisis morfológico. Con la información anterior, se establecieron dos escenarios, el primero normal y el segundo optimista, utilizando el software Morphol.

Finalmente, para cada uno de los dos escenarios diseñados, se determinaron las respectivas proyecciones de ventas de vehículos eléctricos en el país, con base en información del mercado nacional y mundial.

3. Resultados

La tabla 1 contiene los resultados del análisis PEST para las variables asociadas al mercado de los vehículos eléctricos en el país, cuya elaboración utilizó datos e informes de diferentes organismos gubernamentales, como Ministerios y departamentos Administrativos. Cada una de las variables fue clasificada según su impacto (Positivo, Negativo, Muy positivo, Muy negativo e indiferente) y según su rango temporal de influencia: Corto plazo, Mediano plazo y largo plazo: CP, MP y LP respectivamente.



Tabla 1. Análisis PEST para el mercado de vehículos eléctricos en Colombia

Variables	CP	MP	LP	Impacto
Factores Políticos				
Ley 1964 del 2019		X		Positivo
Decreto 1116 de 2017		X		Positivo
Legislación tributaria		X		Indiferente
Gobernabilidad		X		Indiferente
Alianzas políticas internacionales			X	Positivo
Tratados de libre comercio			X	Positivo
Factores económicos				
Precio de vehículos	X			Muy negativo
Aranceles			X	Positivo
Impuesto vehicular		X		Positivo
Inflación	X			Negativo
PIB	X			Positivo
Venta de repuestos			X	Positivo
Costo en carga energética		X		Muy positivo
Tasa de interés			X	Negativo
Factores sociales				
Índice de pobreza			X	Negativo
Percepción de seguridad		X		indiferente
Índice de alfabetización (Educación superior)			X	Indiferente
Calidad de vida			X	Positivo
Índice GINI (Desigualdad)		X		Muy Negativo
Factores tecnológicos				
Número de estaciones de carga	X			Positivo
Impacto y velocidad de la transferencia de la tecnología		X		Muy positivo
Obsolescencia tecnológica			X	Negativo
Desarrollo tecnológico e innovaciones		X		Positivo

Fuente: Elaboración propia

La tabla 2 contiene los resultados de la aplicación de la técnica conocida como el juego de actores. Esta tabla se elaboró teniendo en cuenta los resultados de la matriz de impactos cruzados y la matriz de influencia/dependencia. Para su elaboración se utilizó el software Mactor.

Tabla 2. Juego de actores para las variables del mercado de vehículos eléctricos en Colombia

N°	Título corto	Título largo	Actores con influencia Directa
Factores Políticos			
1	GNAP	Alianzas políticas internacionales	Gobierno nacional
2	GNT	Tratados de libre comercio	Gobierno nacional
Factores Económicos			
3	INF	Inflación	Empresarios del país
4	VR	Venta de repuestos	Empresarios del sector automotriz
Factores sociales			
5	INDPOB	Índice de pobreza	Gobierno nacional



6	INDA	Índice de alfabetización (Educción superior)	Gobierno nacional
7	CV	Calidad de vida	Gobierno nacional
8	INDGINI	Índice GINI (Desigualdad)	Gobierno nacional
Factores Tecnológicos			
9	OT	Obsolescencia tecnológica	Fabricantes de vehículos
10	IVTDET	Impacto y velocidad de la transferencia de la tecnología	Empresarios del sector automotriz
11	DTI	Desarrollo tecnológico e innovaciones	Fabricantes de vehículos

Fuente: Elaboración propia

3.1 Diseño de escenarios

Para hacer las proyecciones futuras de ventas de vehículos eléctricos en Colombia, en primer lugar, se diseñaron dos escenarios. Estos escenarios fueron elaborados teniendo en cuenta los resultados encontrados a través del programa Morphol. Los dos escenarios fueron: un escenario optimista y un escenario normal.

El primer escenario, es el optimista, se caracteriza porque se supuso entre otras cosas, que el Gobierno Nacional firmará más alianzas políticas internacionales y tratados de libre comercio con países que fabricantes de vehículos eléctricos, con el propósito de aumentar la variedad de estos vehículos. Así mismo, se propuso que, dentro de los factores económicos, los empresarios colombianos del sector automotriz, disminuirán los precios de los repuestos de los vehículos eléctricos. De otra parte, en los factores sociales, se planteó que el Gobierno Nacional disminuirá la pobreza y la desigualdad en la población del país, que permita que más personas aumenten su capacidad de compra y puedan comprar vehículos eléctricos. Además, se supuso que los empresarios del sector automotriz en Colombia, ofrezcan una oferta variada en los precios de vehículos para toda la población que se ajuste a diferentes compradores.

Finalmente, se supuso que el comportamiento de las ventas de vehículos eléctricos en Colombia, sería similar al comportamiento de las ventas mundiales; como lo muestra la figura 1.

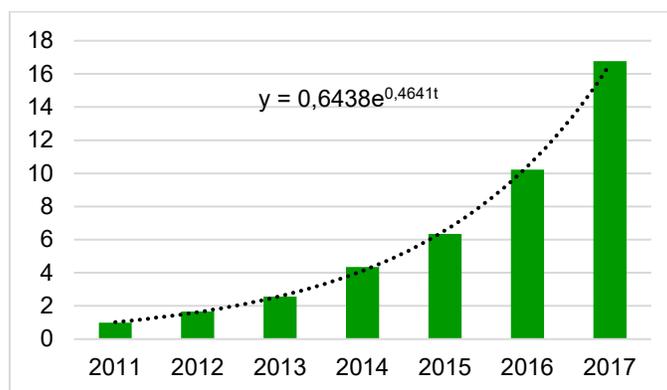


Figura 1. Comportamiento de ventas mundiales de vehículos eléctricos

Fuente: elaboración propia, con base en datos de <https://www.ev-volumes.com>, 2020



A partir de la figura 1 de ventas mundiales obtuvimos la ecuación exponencial. Se observa, que el exponente "k" es la constante de crecimiento, con ese valor se utilizó para modelar el comportamiento de las ventas en nuestro país, tomando como referencia las ventas del 2016. De otra parte, la variable "t" representa el tiempo en años contados a partir del 2016.

La proyección estimada en este escenario, el acumulado de las ventas de vehículos eléctricos al año 2030 estará alrededor de las 500.000 unidades. La figura 2 contiene las ventas estimadas para el escenario optimista descrito anteriormente.

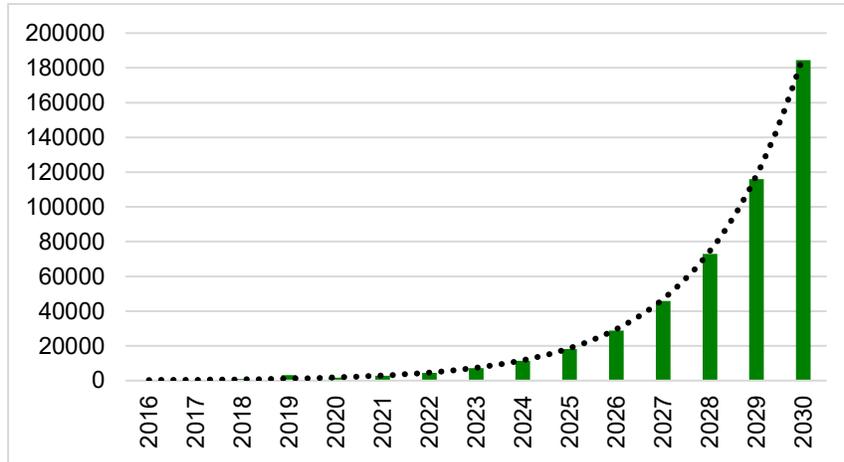


Figura 2. Ventas estimadas de vehículos eléctricos en Colombia para el escenario optimista

Fuente: Elaboración propia

El segundo escenario establecido es el normal. Para este caso, se ha asumido que el comportamiento de las ventas futuras de vehículos eléctricos será igual a las ventas históricas registradas en el país, dado que se espera que las condiciones del entorno del mercado de vehículos eléctricos, no sufrirán cambios significativos por parte del Gobierno y de los demás actores claves.

Según la Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (Andemos), durante al año 2016 se vendieron un total de 278 vehículos eléctricos, 196 en el 2017, 932 en el 2018, 3134 para el 2019 y 6011 para el año 2020 (Andemos, s.f). Tal y como se muestra en la figura 3.

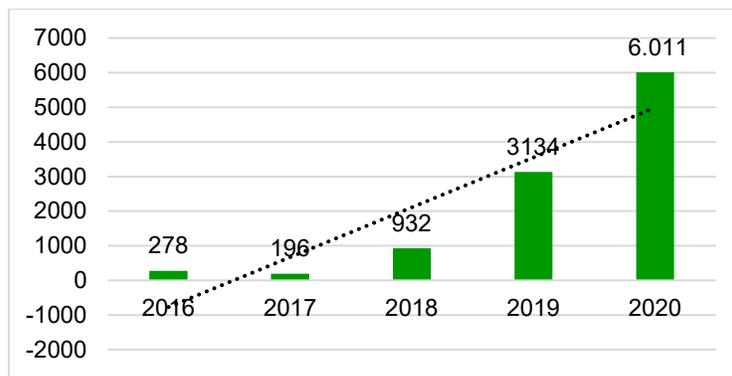


Figura 3. Histórico de ventas de vehículos eléctricos en Colombia
Fuente: Elaboración propia con base en la información de andemos.org



De acuerdo a la figura 3, se supuso que tendrán un comportamiento lineal. Así mismo, con base a las ventas del año 2016 al año 2019 se realizó un ajuste lineal a partir del cual se obtuvo la ecuación de la pendiente y se hizo una extrapolación lineal como se evidencia en la figura 4.



Figura 4. Ventas estimadas de vehículos eléctricos en Colombia para el escenario normal
Fuente: Elaboración propia

Para el escenario normal, el acumulado de ventas estimado de vehículos eléctricos al año 2030 estará alrededor de 175.000 unidades.

4. Conclusiones

Este trabajo concluye en primer lugar que, siendo optimistas en el diseño de escenarios, las condiciones en los entornos políticos, económicos y sociales en Colombia no cambiarían mucho como para que ocurran mejoras significativas en variables como la pobreza, alfabetización, ingreso per cápita, que permitan suponer que las ventas de vehículos eléctricos tendrán unos comportamientos similares al de los países nórdicos o de China, que son las naciones que están liderando las ventas mundiales de estos autos. Es sabido que en esta región del mundo se tiene un alto nivel de vida y una desigualdad muy baja, que permite que la población en general pueda satisfacer sus necesidades básicas, incluyendo el acceso a su propio vehículo.

En ese sentido, la meta fijada por el gobierno, es ambiciosa y difícil de alcanzar, porque, las políticas de incentivos son insuficientes puesto que no se introdujo ningún tipo de subsidio a la demanda o la oferta de vehículos eléctricos. Además, los servicios conexos tales como las estaciones de carga, las empresas importadoras de repuestos, las empresas aseguradoras, que son necesarios para la dinámica del mercado de vehículos, carecen de estímulos económicos dentro de la Ley de Incentivos.

Adicional a lo anterior, el alto precio de los vehículos y la pobre infraestructura tecnológica también son impedimentos a soslayar para que se pueda cumplir la meta de los 600,000 vehículos eléctricos al año 2030. Además, la baja duración de las baterías es una barrera para que más personas compren vehículos eléctricos, mas, en el territorio colombiano, ya que las ciudades



capitales no solo quedan relativamente alejadas unas de otras, sino que en los recorridos es difícil encontrar puntos de recarga.

Finalmente, una vez simulada las ventas de dos escenarios, se concluye que, la meta que fijó el gobierno nacional al año 2030 de tener en las carreteras colombianas 600.000 vehículos eléctricos, no se cumplirá ni siquiera para el escenario optimista. La experiencia de otros países indica que, para lograrse grandes transformaciones sociales, es necesario de un entorno político que posibilite cambios en los aspectos sociales y económicos de una nación, y para el caso colombiano, a través de una simple Ley, sería muy complicado impulsar el mercado de vehículos eléctricos.

5. Referencias

- Andemos. (s.f). *Cifras y Estadísticas*. Recuperado el 20 de enero de 2021, de Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (Andemos): <https://www.andemos.org/index.php/cifras-y-estadisticas-version-2/>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). *Transporte urbano y pobreza: Efectos de los sistemas de Transporte Rápido de Autobuses Apoyados por el BID sobre la Movilidad y el Acceso en Cali y Lima*. New York. Recuperado el 3 de marzo de 2021, de <https://publications.iadb.org/es/publicacion/17134/transporte-urbano-y-pobreza-efectos-de-los-sistemas-de-transporte-rapido-de>
- Godet, M., & Durance, P. (2009). *La Prospectiva Estratégica para las Empresas y los Territorios*. (K. G. Cortina, Trad.) París: Laboratoire d'Innovation de Prospective Stratégique et d'Organisation. Recuperado el 5 de marzo de 2021, de <https://administracion.uexternado.edu.co/matdi/clap/la%20prospectiva%20estrategica.pdf>
- Medina, J., Becerra, S., & Castaño, P. (2014). *Prospectiva y Política Pública para el cambio estructural en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL. Recuperado el 9 de abril de 2020, de https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/37057/S2014125_es.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica*. Bogotá. Recuperado el 13 de abril de 2021, de <https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Estrategia-Nacional-de-Movilidad-Elctrica-en-me-minambiente.pdf>
- Phadnis, S. (2012). *Influencing managerial cognition and decisions using scenarios for long-range planning*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology. Recuperado el 15 de Febrero de 2021, de <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/78483>
- Ramos, R. (2015). *Cobros por congestión como alternativa al "pico y placa" en las ciudades colombiana: Caso Medellín*. Barranquilla: Universidad del Norte. Recuperado el 27 de Marzo de 2021, de <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/9206#page=1>
- Torreblanca, F. (2015). *Análisis PEST: factores políticos, económicos, sociales y tecnológicos*. Recuperado el 28 de enero de 2021, de <https://franciscotorreblanca.es/analisis-pest/>

Sobre los autores

- **Estefanya Marín Tabares:** Estudiante de Ingeniería Industrial, Institución Universitaria Pascual Bravo. Correo e.marin407@pascualbravo.edu.co



- **Carlos Andrés Rodríguez Toro:** Estudiante de Ingeniería Industrial, Institución Universitaria Pascual Bravo. Correo c.rodriguez64@pascualbravo.edu.co
- **Diego Andrés Correa Londoño:** Estudiante de Ingeniería Mecánica, Institución Universitaria Pascual Bravo. Correo diego.correa376@pascualbravo.edu.co
- **Saúl Emilio Rivero Mejía:** Docente ocasional, Institución Universitaria Pascual Bravo. Correo saul.rivero@pascualbravo.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

