



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN

PROGRAMA DE POSGRADO

Factores determinantes en la demanda de vehículos eléctricos en Costa Rica

**Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado
como requisito para optar al grado de**

MAGISTER SCIENTIAE

en Economía, Desarrollo y Cambio Climático

Diana Rivera Soto

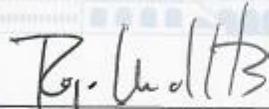
Turrialba, Costa Rica

2019

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero de la estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA, DESARROLLO
Y CAMBIO CLIMÁTICO**

FIRMANTES:



Róger Madrigal, Ph.D.
Director de tesis



Francisco Alplzar, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Juan Robalino, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Isabel A. Gutiérrez-Montes, Ph.D.
Decana Escuela de Posgrado



Diana Carolina Rívera Soto
Candidata

Dedicatoria

A mi madre Elsa Soto Montero por mandarme a estudiar.

A mi padre Luis Rivera Morales por ser mi inspiración para lograr las metas.

A Luis Carlos Vargas Bolívar por impulsarme a cursar la maestría y aportar su conocimiento para que esta tesis fuera aún mejor.

A mis hermanos porque fueron mis compañeros de batalla.

Agradecimientos

A la Asociación Costarricense de Movilidad Eléctrica por permitirme desarrollar la investigación.

A mi tutor Roger Madrigal por su amistad, guía, persistencia y conocimientos puestos en esta tesis.

A los profesores Francisco Alpízar y Juan Robalino por su disposición de ayuda y consejos brindados.

A mis compañeros y amigos del CATIE por hacer de esta una experiencia maravillosa.

Contenido

1.	Introducción y síntesis de investigación.....	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación.....	1
1.3	Importancia	1
1.4	Objetivos de la investigación	2
1.4.1	Objetivo general:.....	2
1.4.2	Objetivos específicos:	2
1.5	Resumen de los resultados	2
2.	Factores determinantes en la demanda de vehículos eléctricos en Costa Rica	4
2.1	Introducción	5
2.2	Contexto país.....	6
2.3	Revisión de literatura	8
2.4	Metodología	11
2.5	Resultados	17
2.6	Discusión.....	26
2.7	Conclusiones	29
2.8	Referencias	31

Índice de cuadros

Tabla 1. Resumen de revisión literaria sobre preferencias relacionadas con los vehículos eléctricos	9
Tabla 2. Estructura general de la encuesta aplicada	11
Tabla 3. Variables del análisis de sensibilidad del ACB	16
Tabla 4. Resumen de la percepción de ventajas de los vehículos eléctricos	17
Tabla 5. Resumen de la percepción de los encuestados ante afirmaciones relacionadas con la compra y tenencia de vehículos eléctricos.....	18
Tabla 6. Condiciones socioeconómicas de los encuestados	19
Tabla 7. Frecuencia de aceptación de los montos sugeridos en la encuesta.....	20
Tabla 8. Variables que intervienen en el modelo paramétrico tipo PROBIT	21
Tabla 9. Estadística y coeficientes calculados por el modelo PROBIT.....	21
Tabla 10. Cálculo resumen del ACB para la adquisición y uso de un vehículo eléctrico vs uno convencional (escenario con fondos propios).....	23
Tabla 11. Resumen de los resultados de la rentabilidad financiera de adquirir y usar un VE en Costa Rica.....	24
Tabla 12. Resultados del análisis de sensibilidad sobre la viabilidad de adquirir un automóvil eléctrico en Costa Rica	25
Tabla 13. Comparación de precios entre modelos de vehículos eléctricos que se ofertan en Costa Rica y sus homólogos de combustión interna.....	26

Índice de figuras

Figura 1. Pregunta utilizada para la evaluar Disponibilidad a Pagar.....	20
Figura 2. Función de supervivencia a la aceptación del monto sugerido para el cálculo del promedio de la DAP por un VE.....	20

Lista de abreviaturas

ACB	Análisis Costo Beneficio
ARESEP	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz
DAP	Disponibilidad a Pagar
DSE	Dirección Sectorial de Energía
GAM	Gran Área Metropolitana
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INDC	Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional
INS	Instituto Nacional de Seguros
IPCC	Panel Intergubernamental en Cambio Climático
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transporte
MVC	Método de Valoración Contingente
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
RITEVE	Revisión Técnica Vehicular
TBP	Tasa Básica Pasiva
TIR	Tasa Interna de Retorno
VAN	Valor Actual Neto
VCI	Vehículo de Combustión Interna
VE	Vehículo Eléctrico
VH	Vehículo Híbrido
VHE	Vehículo Híbrido Enchufable

1. Introducción y síntesis de investigación

Esta sección consiste en un preámbulo que resume los antecedentes, justificación, importancia, objetivos y resultados del artículo Factores Determinantes en la Demanda de Vehículos Eléctricos en Costa Rica; el cual está ubicado en la segunda parte de este documento.

1.1 Antecedentes

El sector transporte es el responsable del 44% de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por Costa Rica (Chacón et al. 2012). Dado su peso e importancia, ha sido definido como uno de los más críticos para la mitigación según los compromisos ambientales de Costa Rica ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

Además de dichos compromisos ambientales y la urgente necesidad de mejorar la calidad del aire por su impacto en la salud de los costarricenses, en 2018 se firmó la Ley 9518 de Incentivos y Promoción del Transporte Eléctrico y en 2019 se lanzó el Plan de Descarbonización 2018-2050 que contiene 3 ejes con metas específicas dirigidas a electrificar y reducir emisiones en el sector transporte.

1.2 Justificación

La razón para determinar los factores que afectan la demanda de Vehículos Eléctricos (VE) en Costa Rica es que el mercado de estos en el país es incipiente, por ejemplo, en el 2018 los automóviles eléctricos representaron el 0,6% del total de automóviles importados (RITEVE 2018). Luego, la Ley 9518 es reciente y resulta difícil medir el impacto de los incentivos económicos otorgados en la demanda. Finalmente, en Costa Rica existen pocas investigaciones que generen conocimiento sobre las preferencias de los costarricenses en relación con los VE y la rentabilidad de estos.

1.3 Importancia

La identificación de las preferencias que influyen en la demanda de VE en Costa Rica y la Disponibilidad a Pagar (DAP) tiene como fin crear información que sea insumo para la generación de políticas orientadas a fomentar el transporte eléctrico y a catalizar un aumento en la demanda que facilite el alcance de las metas del Plan de Descarbonización y los compromisos internacionales impuestos en la Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (INDC por sus siglas en inglés) de recortar las emisiones en un 25% al 2030.

También, el análisis de la rentabilidad de adquirir un VE en comparación con un Vehículo de Combustión Interna (VCI) tiene como propósito crear conocimiento nuevo, apoyar la decisión de compra de potenciales consumidores y medir el posible impacto de los incentivos económicos de la Ley 9518 y otras variables en la rentabilidad de los VE.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general:

Identificar los principales factores que determinan la demanda de VE en Costa Rica.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Identificar las preferencias que afectan la demanda de VE en Costa Rica.
- Estimar la rentabilidad financiera privada de adquirir un VE en Costa Rica.

1.5 Resumen de los resultados

Un 70% de los dueños de VCI encuestados tiene interés en comprar un VE. Los dueños de VCI y de VE consideran que la principal ventaja de los VE es proteger el medio ambiente y el incentivo más importante es la exoneración de impuestos a la compra. Adicionalmente, la mayoría de los dueños de VCI consideran que el precio de los VE es alto y que reemplazar las baterías es costoso, mientras que en el caso de los dueños de VE destaca que hay poca disponibilidad de estaciones de carga y de talleres especializados.

Cuando se caracteriza a los encuestados, no parece haber diferencias significativas en la cantidad de kilómetros que viajan los dueños de VE respecto a los de VCI. Resalta que los dueños de VE gastan menos en energía, el 43,68% de ellos reporta gastos inferiores a 10.000 colones al mes mientras que en este mismo rubro se encuentra solamente el 9,36% de los dueños de VCI.

En cuanto a las características socioeconómicas, no parece haber diferencias en la edad promedio ni en el género de los encuestados. Se encuentra que los dueños de VE viven mayoritariamente en el Gran Área Metropolitana (GAM) y tienen un nivel de educación formal más alto y reciben ingresos mensuales en el hogar superiores.

El 77% de los dueños de VCI encuestados manifestó estar dispuesto a comprar un VE si costara lo mismo que un VCI. Además, el 55% está dispuesto a comprar un VE, aun cuando ello represente un precio mayor al de un VCI equivalente. El promedio de disponibilidad de pago adicional por un VE es ₡4.151.436,63 (\$7.000) a partir del análisis no paramétrico y ₡4.983.679 (\$8.306) bajo el análisis paramétrico.

A partir del estudio econométrico, se concluye que las variables monto, financiamiento, parqueos, parquímetros, marchamo (derecho de circulación), impuestos e ingresos son significativas estadísticamente y tienen correlación con la DAP. Como era de esperar, aumentos en el monto sugerido disminuyen la probabilidad de tener DAP, y la existencia de los incentivos derivados de la Ley 9518 y mayores ingresos en el hogar aumentan la probabilidad. La poca

significancia de las variables género y edad refleja que tienen poca relación con la DAP de las personas por un VE.

En lo que se refiere a viabilidad financiera, se concluye que -bajo los supuestos- es rentable la decisión de comprar el VE en comparación con el VCI similar. Lo anterior, debido a los costos evitados en marcha (impuesto a la propiedad), energía, mantenimiento y seguro, e ingreso por valor de reventa; pese a que el precio de compra inicial de un VE es mayor a los VCI. Y dicha conclusión general no varía si la compra se realiza con fondos propios o a través de un préstamo.

Finalmente, casi todos los análisis de sensibilidad realizados resultan favorables para el VE analizado, en mayor medida conducir 20.000 km al año, usar la tarifa horaria nocturna del Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL); siendo el esquema más positivo cuando el VE cuesta lo mismo que uno de combustión interna. El único hecho en el que no resulta rentable el VE es la inexistencia de los incentivos económicos que brinda la Ley 9518, esto debido principalmente al alto precio inicial del vehículo.

2. Factores determinantes en la demanda de vehículos eléctricos en Costa Rica

Diana Rivera-Soto

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). diana.rivera@catie.ac.cr

Resumen

En este estudio se identifican cuáles factores son determinantes en la demanda de vehículos eléctricos en Costa Rica por medio de una encuesta a dueños de vehículos con esta tecnología, a dueños de vehículos de combustión interna y a interesados en comprar un vehículo en el 2019. Se encuentra que los dueños de vehículos eléctricos encuestados en su mayoría viven en la Gran Área Metropolitana (GAM), tienen un nivel de educación más alto y perciben ingresos en el hogar superiores a los dueños de vehículos de combustión interna. Además, se consulta la disponibilidad a pagar por medio del método de valoración contingente, dando como resultado que un 55,41% de los dueños de vehículo de combustión interna encuestados está dispuesto a comprar un carro eléctrico, e incluso pagar un precio adicional promedio de ₡4.151.436,63 (\$7.000) por encima de lo que pagaría por uno similar no eléctrico. Dicha disponibilidad a pagar está positiva y significativamente relacionada con los incentivos de compra ofrecidos por el gobierno y los ingresos de los compradores. También, en esta investigación se estima la rentabilidad financiera privada de adquirir un vehículo eléctrico a través de un Análisis Costo Beneficio (CBA). Se determina que, bajo los supuestos del estudio, la compra del vehículo eléctrico es financieramente rentable si se toman en cuenta los ahorros generados al compararlo con un vehículo similar de combustión. Además, se llega a la conclusión de que la rentabilidad de los vehículos eléctricos aumenta entre más kilómetros se recorran y que, los beneficios estipulados en la Ley 9518 de Promoción e Incentivos al Transporte Eléctrico son importantes para sustentar la rentabilidad de este.

Palabras claves: vehículos eléctricos, demanda, preferencias, disponibilidad a pagar, valoración contingente, análisis costo beneficio, rentabilidad financiera.

Abstract

This study identifies which factors are determinants in the demand for electric vehicles in Costa Rica by through a survey vehicle owner of vehicles with this technology, owners of internal combustion vehicles and those interested in buying a vehicle in 2019. It is found that the owners of electric vehicles surveyed mostly live in the Greater Metropolitan Area (GMA), have a higher level of education and earn higher household income than the owners of internal combustion vehicles. In addition, the willingness to pay by means of the contingent valuation method is consulted, resulting that 55.41% of internal combustion vehicle owners surveyed are willing to buy an electric car, and even pay an additional average price of ₡ 4.151.436,63 (\$7.000) above of that of a similar non-electric one. This willingness to pay is significantly and positively correlated with the governmental incentives for buying EV and the income of the potential

buyers. Also, this research estimates the private financial return of acquiring an electric vehicle through a Cost Benefit Analysis (ABC). It is determined that, under the assumptions of the study, the purchase of the electric vehicle is financially profitable if the savings generated when compared with the similar combustion vehicle are considered. In addition, this profitability increases as more kilometers are traveled and given the existence of the benefits stipulated in Law 9518 of Promotion and Incentives to Electric Transport.

Keywords: electric vehicles, demand, preferences, willingness to pay, contingent valuation, cost-benefit analysis, financial profitability.

2.1 Introducción

Se dice que el futuro de la movilidad es eléctrico. A nivel internacional, durante 2018 se vendieron 2 millones de Vehículos Eléctricos (VE) y se espera que en 2040 el 57% de todas las ventas de vehículos de pasajeros sean de esta tecnología (Bloomberg 2019). El aumento y la oferta de más modelos de VE se debe principalmente a la baja en los precios de las baterías y a que las regulaciones de emisiones para automotores son cada vez más estrictas.

Los VE son menos contaminantes que los Vehículos de Combustión Interna (VCI) equivalentes durante su vida útil y producen casi la mitad de las emisiones que un VCI eficiente (Bloomberg 2019). A su vez, el Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) recomienda en el reporte sobre los Impactos del Calentamiento Global de 1,5° C, la electrificación como una medida poderosa para descarbonizar los vehículos de corta distancia y el sector ferroviario (Rogelj y Vilariño 2018).

También, la Declaración de París sobre Electro-Movilidad y Cambio Climático indica que es necesario que al menos el 20% de todos los vehículos de carretera sean eléctricos en 2030 para limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2° C (UNFCCC 2015). De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, esto significa que para 2030 unos 140 millones vehículos ligeros de pasajeros sean eléctricos (IEA 2016).

En Costa Rica, la transformación de la flota a VE es parte importante del Plan de Descarbonización, siendo el sector transporte uno de los cruciales para facilitar el alcance de las metas internacionales de cambio climático (Gobierno de Costa Rica 2019). Pese a lo anterior, en el país no existe información suficiente sobre si los VE cuentan con la aceptación de los consumidores y si son rentables a lo largo de su vida en comparación con un VCI.

Los estudios sobre VE en Costa Rica son escasos. Hasta ahora se cuenta con un reporte escrito por Utgård (2017) enfocado en datos técnicos relacionados con la autonomía, carga y emisiones de los VE. El autor también reflexiona sobre la preferencia que tendrían los ciudadanos por los VE, a partir de las citas que hace sobre una investigación noruega y una

consulta ciudadana en la que participaron 78 costarricenses, los cuales indican que preferirían un VE en igualdad de condiciones.

En lo referente al tema financiero, Utgård (2017) describe el diferencial de precios entre un VE y un VCI, y muestra que por cada 15.000 km, el VE genera un ahorro en energía de entre 950 y 1.150 dólares. También, existe una tesis escrita por Araya (2018) que determina el impacto de la introducción de VE en las redes eléctricas de distribución costarricense e incluye un estudio de viabilidad económica hecho en 2016 previo a la creación de los incentivos de la Ley 9518. Entre los hallazgos más relevantes, Araya (2018) obtuvo que en ninguno de los 20 años de la posesión del VE que él supone, este resulta una alternativa más conveniente para el consumidor.

A diferencia de las investigaciones anteriores, el presente estudio se enfoca en identificar las preferencias que determinan la demanda de VE mediante una metodología que incluye la recolección de 392 encuestas. Asimismo, se concentra en determinar la rentabilidad financiera de comprar un VE en Costa Rica, incluyendo los incentivos de la legislación actual y una mayor cantidad de variables relacionadas a la compra y uso de los vehículos.

El propósito de identificar las preferencias que influyen en la demanda de VE es generar información nueva y generada en Costa Rica, que facilite la creación de políticas orientadas a fomentar el transporte eléctrico y a catalizar un aumento en su demanda que facilite el alcance de los compromisos ambientales internacionales.

Adicionalmente, el objetivo de estimar la rentabilidad privada de adquirir un VE en Costa Rica y el posible impacto de los incentivos económicos promovidos por el gobierno central es socializar la información y apoyar la toma de decisiones de compra de potenciales consumidores, los cuales podrían hoy no contar con suficientes elementos de juicio para saber si los vehículos eléctricos son una opción rentable.

2.2 Contexto país

Los compromisos de Costa Rica ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático son reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en 25% al 2030 y 44% al 2050. En la Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional (INDC por sus siglas en inglés) se definió el sector transporte como uno de los más críticos para la mitigación de emisiones y que la mayoría de las medidas para reducir dicha contaminación involucran un mayor uso del transporte eléctrico, tanto público como privado (MINAE 2015).

En este sentido, una de las cuatro opciones de mitigación propuestas por Costa Rica es la sustitución de combustibles en el sector transporte. Para el caso del transporte público se mencionan cambios tanto en la composición de la flotilla hacia cero emisiones, como en el esquema de funcionamiento (por ejemplo, la sectorización), y la inclusión del tren eléctrico

interurbano. En cuanto al transporte privado no se brindan medidas específicas para lograrlo, aunque la transformación de la flotilla vehicular hacia VE es una de las opciones más promisorias.

La importancia del sector transporte, tanto público como privado, radica en que Costa Rica cuenta con una flotilla vehicular de 1.429.928 unidades aproximadamente (MOPT 2017), las cuales consumen el 67% de los hidrocarburos que se importan al país (MINAE 2018). También, el sector transporte es el responsable del 44% de las emisiones generadas con 4.9 millones de toneladas de dióxido de carbono, concentrándose principalmente en los automóviles con un 41% del total. (Chacón et al. 2012)

Para atacar esta problemática, en el Informe del Estado del Ambiente del MINAE, se establece que el país debe efectuar esfuerzos colectivos para la reducción de emisiones producto de la combustión de hidrocarburos y que se debe incentivar la importación de VE o VH y aprovechar el potencial de generación eléctrica a partir de recursos renovables (MINAE 2018).

La matriz eléctrica nacional del 2018 estuvo compuesta en un 98.6% por fuentes renovables (73.4% de energía hidráulica, 8.5% geotérmica, 15.8% eólica, 0.6% biomasa y un 0.09% solar) y un 1.4% por energía térmica (CENCE 2019). Esta matriz limpia convierte a Costa Rica en un sitio privilegiado para el desarrollo de la movilidad eléctrica, sobre otros países cuya generación está compuesta principalmente por combustibles fósiles.

Otro aspecto positivo para la electro movilidad es el índice de cobertura eléctrica nacional. Este índice se entiende como el acceso de la población al servicio eléctrico y en 2017 alcanzó el 99.4% (ICE 2017). En lo que se refiere a capacidad para suplir la demanda de electricidad producto de un aumento en la cantidad de VE, según el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) actualmente se pueden alimentar 35.000 de ellos (Otey 2017). Además, hay un potencial identificado de generación de 11.434 megavatios (ICE 2017).

Paralelo a la preocupación ambiental, existe la necesidad de mejorar la calidad del aire por salud. Según datos de la OMS (2016), el 92% de la población mundial vive en lugares donde los niveles de calidad del aire exceden los límites fijados y unos 3 millones de muertes al año están relacionadas con la exposición a la contaminación de aire de exteriores y entre las principales fuentes de contaminación figuran los modos ineficientes de transporte.

En el caso de Costa Rica, el nivel de partículas PM10 y sobre todo de PM2,5 en sitios como Heredia, Cartago, Alajuela, Uruca, Santa Ana y Catedral superan los límites de la OMS (MINAE y PNUD 2015). De acuerdo con la UNA et al. (2015), las partículas provienen entre otros de la quema de combustibles fósiles y en los humanos pueden causar o agravar enfermedades cardiovasculares y pulmonares, afectar el sistema nervioso central, sistema reproductivo y provocar cáncer. Este hecho nos enfoca una vez más en la necesidad de mejorar la calidad del aire y en la relevancia de reducir la contaminación a través del transporte eléctrico.

En 2018, se firmó la Ley 9518 de Incentivos y Promoción del Transporte Eléctrico y su respectivo Reglamento 41092 para fortalecer las políticas para incentivar el uso de transporte eléctrico dentro del sector público y en la ciudadanía, y cumplir con los convenios internacionales en materia ambiental. Esta es la primera ley de esa naturaleza en América Latina, y con este paso el país se colocó a la vanguardia.

La Ley 9518 creó la exoneración del impuesto general sobre las ventas, selectivo de consumo y al valor aduanero del vehículo; la exoneración gradual del impuesto a la propiedad; la exención del pago de parquímetros; el uso de parqueos preferenciales en estacionamientos; la no restricción vehicular de circulación en el área metropolitana; entre otros. Asimismo, se facultó a las entidades bancarias a implementar líneas de financiamiento al transporte eléctrico que incluyan facilidades en sus plazos, tasas de interés, garantías y trámites (Asamblea Legislativa 2018).

Finalmente, en febrero de 2019 se lanzó el Plan de Descarbonización 2018-2050. El país se propuso ser emisiones netas cero al 2050 y se definieron 3 ejes específicos para electrificar y reducir emisiones en el sector transporte. El Eje 2 que está relacionado con vehículos ligeros definió que al 2035 un 25% de esta flota será eléctrica, al 2050 un 100% de las ventas de vehículos nuevos y un 60% de la flota será de cero emisiones (Gobierno de Costa Rica 2019).

2.3 Revisión de literatura

En la presente investigación se revisaron más de 30 artículos científicos, principalmente focalizados en Europa, sobre demanda de VE (Tabla 1). Los estudios emplearon encuestas a adultos, dueños de vehículos en general con licencia de conducir, grupos de conductores según el tipo de energía del vehículo y otros. Los métodos más utilizados para estimar la demanda fueron los experimentos de elección y la valoración contingente.

Según el resumen de la Tabla 1, los estudios que exploran preferencias sobre VE concluyeron que, generalmente los más interesados en VE son personas de mediana edad, con alto nivel de educación e ingresos, con más de un vehículo en el hogar, que manifiestan preocupación por el medio ambiente, y que consideran que los incentivos económicos relacionados con la compra son fundamentales. También, los resultados muestran que las personas tenían incertidumbre sobre la batería y la infraestructura de carga.

En el caso de investigaciones en Costa Rica, Utgård (2017) escribió un reporte que muestra la evolución de la autonomía de los VE, la garantía aproximada de las baterías de litio y algunos factores que afectan la electrificación del transporte. Además, el autor hizo un breve análisis financiero donde estima que el ahorro en el gasto de energía por conducir 15.000 km en un VE, se encuentra en el rango de \$950 y \$1150, representando esto un ahorro de 75% con respecto a un VCI si se usa la tarifa residencial sencilla y un 91% en la tarifa residencial nocturna.

En lo que respecta a preferencias, Utgård (2017) describe que, según una encuesta elaborada en Noruega a 3000 propietarios de VE, un 88% de ellos compraría un VE otra vez sin dudarlo. Utgård (2017) también se refirió a una consulta ciudadana sobre clima y energía en la que participaron 78 costarricenses. En dicha consulta, se agregó una pregunta para conocer si preferirían un VE en igualdad de condiciones y el 87% de las personas respondió afirmativamente.

También en Costa Rica, Araya (2018) realizó una tesis para determinar el impacto de la introducción de VE en la red de distribución eléctrica costarricense. Araya (2018) incluyó en su trabajo un análisis sobre la viabilidad económica de adquirir y usar un VE versus un VCI mediante la metodología Costo Total de Posesión (TCO, por sus siglas en inglés).

En su estudio, Araya (2018) compara el TCO de un VE Nissan Leaf y un VCI Nissan Versa, para una posesión de 20 años, un kilometraje anual de 20.000 km, entre otros supuestos. El TCO, según el autor, consiste en enumerar los distintos rubros relacionados con la adquisición, operación y mantenimiento de un VE, cuantificarlos mediante un flujo de caja, expresar los gastos en valor presente, realizar el mismo análisis con un VCI y comparar cuál de las alternativas representa el costo total más alto.

Entre los hallazgos más relevantes, Araya (2018) obtuvo que en ninguno de los 20 años de la posesión del VE que él supone, este resulta una alternativa más conveniente para el consumidor. El autor, además hizo un análisis de sensibilidad para medir el impacto en los resultados del TCO, a raíz de cambios en las distintas variables. Araya (2018) encontró que una reducción hipotética en el precio del VE de \$10.000 (por ejemplo, porque se crea una exoneración que reduce los impuestos de los VE) es una de las opciones más costo efectivas ya que se genera una rentabilidad a los 13 años de posesión.

Otro de los resultados del análisis de sensibilidad es que el VE es rentable en el cuarto año de posesión si las personas conducen más de 40.000 km al año. Lo anterior debido a que, mientras mayor sea la distancia recorrida, el VE genera ahorros superiores en combustible (Araya 2018).

Tabla 1. Resumen de revisión literaria sobre preferencias relacionadas con los vehículos eléctricos

Título	Resultados
Estimación de demanda de automóviles de uso eléctrico (Calfee 1985).	Este estudio predice que los VE de rendimiento modesto, probablemente no tengan un mercado significativo, incluso si el precio de la gasolina aumentara. Se espera que los VE sean el segundo medio de transporte para las familias de clase media y clase media alta.

Evaluar las preferencias del consumidor de vehículos de combustible limpio (Ewing y Sarigöllü 2000).	Aunque los consumidores tienen una disposición positiva hacia los vehículos de combustible limpio, no estaban dispuestos a sacrificar los niveles de rendimiento, aceleración y recarga del vehículo convencional.
Demanda potencial de vehículos de combustible alternativo (Dagsvik et al. 2002).	Los vehículos de combustible alternativo parecen ser una opción competitiva en comparación con los vehículos de gasolina. En promedio los hombres están más reservados a los VE y existe una considerable incertidumbre sobre la batería y la infraestructura de carga.
Emociones como determinantes de la intención de uso del automóvil eléctrico (Moons y De Pelsmacker 2012).	Las emociones y la actitud hacia el automóvil eléctrico son los predictores más fuertes de la intención de uso de un VE. Las mujeres están más inclinadas a usar el VE que los hombres.
Intención de comprar un VE enchufable: una encuesta de impresiones tempranas en grandes ciudades de EE.UU (Carley et al. 2013).	Los consumidores más interesados en VE son personas altamente educadas, anteriores propietarios de Vehículos Híbridos (VH), ambientalmente sensibles y preocupados por la dependencia del petróleo extranjero. El precio del VE es una barrera importante en su adopción.
Preferencias del consumidor para vehículos de combustible alternativo un análisis de elección discreta (Hackbarth y Madlener 2013)	Los Vehículos Híbridos Enchufables (VHE) son mucho menos propensos a ser rechazados que los VE. Especialmente los consumidores más jóvenes, altamente educados y conscientes del medio ambiente, y con acceso a un estacionamiento con un enchufe son más propensos a comprar vehículos alternativos.
¿Cómo perciben los consumidores los VE? (Peters y Dütschke 2014).	Los primeros usuarios de VE en Alemania tienen a ser hombres de mediana edad, con varios vehículos en el hogar y con una mayor DAP. Las ventajas ambientales y los incentivos financieros son los factores más importantes para la muestra consultada.
Análisis de una encuesta de consumidores sobre VHE (Krupa et al. 2014).	Los más preocupados por el consumo de energía y de GEI tienen más probabilidades de considerar la compra de un VHE. Incluso los más inclinados por un VHE no estaban dispuestos a pagar mucho más por un VE. Las preocupaciones sobre el VE son las financieras y las relacionadas con la batería.
Aprendiendo de usuarios de VE y VH (Figenbaum y Kolbenstvedt 2016).	Los compradores de VE y VH están motivados por los ahorros, el medio ambiente e incentivos como la exoneración del peaje. Los propietarios de VE son más jóvenes, tienen más hijos y viajan distancias más largas para ir trabajar. La mayoría de los VE se convierten en vehículos adicionales en los hogares.

Eficacia de los incentivos de política en la aceptación de VE en China: un análisis de elección discreta (Wang et al. 2017).	La probabilidad de aceptación de los VE aumenta si se proporcionan incentivos. La no restricción de compra y de conducción en China son los que tienen los efectos positivos más significativos. La carga eléctrica con descuento o gratuita también tiene una gran contribución.
Incentivos para promover la adopción del VE de batería en Noruega (Bjerkan et al. 2016).	Las exenciones al impuesto a la compra (precio inicial) son el incentivo más poderoso. Las condiciones socioeconómicas prominentes de los dueños de VE son hombres, personas con edad entre 36-55 años, con título universitario, alto ingreso y que viven en la capital.
Demanda por un coche de combustible limpio en noruega (Ramjerdi y Lars s.f.).	Es más probable que se elija un automóvil de combustible limpio como el segundo automóvil del hogar. Los ingresos del hogar y el costo del automóvil son los factores más importantes en la decisión de compra del vehículo.

2.4 Metodología

Para conocer los factores que afectan la demanda de VE en Costa Rica, se preparó una encuesta de preferencias siguiendo el Método de Valoración Contingente (MVC). El MVC utiliza preguntas para obtener las preferencias de las personas por bienes al descubrir cuánto estarían dispuestas a pagar por mejoras específicas en ellos (Mitchell, R; Carson 1989). Además, la encuesta se inspiró de los estudios reportados en la Tabla 1 y sigue la estructura de la Tabla 2.

La encuesta fue sometida a una prueba piloto para validar el cuestionario y los montos de pago sugeridos en la sección de DAP. El formato de las preguntas en general fue cerrado y en el caso de la sección de DAP fue dicotómico y se presentó una breve descripción sobre las características del VCI (bien base) y del VE (bien hipotético), seguido de la pregunta DAP. Los cuestionarios fueron distribuidos al azar para construir una curva probabilística de voluntad de pago.

Tabla 2. Estructura general de la encuesta aplicada

Sección	Subtemas: dueños de VCI	Subtemas: dueños de VE
Patrones de consumo	Cantidad de vehículos Tipo de vehículo Vehículo nuevo o usado Preferencias en la compra del vehículo Km diarios recorridos Gasto en energía o combustible Km recorridos en viaje más largo Tipo de energía que usa el vehículo	Cantidad de vehículos Tipo de vehículo Vehículo nuevo o usado Preferencias en la compra del vehículo Km diarios recorridos Gasto en energía o combustible Km recorridos en viaje más largo Tipo de energía que usa el vehículo Ahorro mensual en combustible Ahorro anual en mantenimiento

		Periodicidad de carga del vehículo Sitios donde carga el vehículo
Preferencias	Cuáles aspectos del VE le gustan y aumentan el interés en uno Manifestar acuerdo o desacuerdo a afirmaciones sobre el VE relacionadas con la autonomía, carga, precio, etc. Incentivos que aumentan interés en VE Grado de interés por un VE, en una escala de 1 a 5	Ventajas del VE Manifestar acuerdo o desacuerdo a afirmaciones sobre el VE relacionadas con la autonomía, carga, precio, etc. Incentivos que aumentaron interés en VE Interés en comprar un VCI otra vez Inseguridad de realizar viajes extensos Sitios donde le gustaría que se colocaran cargadores Interés en comprar VE otra vez
Disponibilidad a pagar	Interés en un VE al mismo costo de VCI DAP al monto a pagar Motivos para no pagar	No aplica
Comportamiento ambiental	Recicla Conduce solo o acompañado Comparte el carro para ir al trabajo o no (carpooling)	Recicla Conduce solo o acompañado Comparte el carro para ir al trabajo o no (carpooling)
Preguntas socioeconómicas	Género Edad Propiedad de la vivienda Vive en GAM o no Educación Ingresos	Género Edad Propiedad de la vivienda Vive en GAM o no Educación Ingresos

La encuesta de preferencia declarada se aplicó a dos poblaciones: dueños de VE y dueños de VCI o interesados en comprar un vehículo en el 2019. Se estima que en el país hay un aproximado de 485 propietarios de carros eléctricos privados, pero no existe una base de datos pública. Dado lo anterior, las encuestas se realizaron a miembros de la Asociación Costarricense de Movilidad Eléctrica (ASOMOVE) quien tiene poco más de 100 dueños de VE asociados. Además, se usó el grupo Movilidad Eléctrica en Costa Rica en el que participan también usuarios que no están asociados.

Las encuestas se hicieron a través de un formulario en línea por correo electrónico, mensajes y redes sociales a una muestra de 87 dueños de VE, que equivale a un 20% de los propietarios del país. Esta muestra representa un 95% de confianza y 9.5% de error; calculado según la ecuación (1) planteada por Scheaffer, RL; Mendenhall, W; Otto (1990).

El no tener acceso a la población total de dueños de VE y el elevado costo de intentar conseguirlo conllevó a realizar un muestreo no probabilístico por conveniencia. Dado lo

anterior, los resultados de la investigación no se consideran representativos para el 100% de los propietarios y por ende se evita hacer generalizaciones a lo largo del documento.

$$n = \frac{(N * \sigma^2)}{(N-1) * \frac{\beta^2}{4} + \sigma^2} \quad (1)$$

En Costa Rica hay una flotilla vehicular aproximada de 1.429.928 (MOPT 2017). Para conocer las preferencias sobre los VE de la población de dueños de VCI e interesados en comprar un vehículo en el 2019, se contrató a la empresa Analítica, para que realizara una encuesta a nivel nacional, vía telefónica, a números celulares de todas las compañías telefónicas, que fueron generados de forma aleatoria.

Con base en la ecuación (1) se encuestaron al azar a 305 personas, con 95% de confianza y 5.62% de error. En este caso también, el no tener acceso a la población total de dueños de VCI conllevó a utilizar esta estrategia de muestreo que, si bien es probabilística, excluye a personas sin celular. No obstante; considerando que el nivel de penetración de la telefonía celular en Costa Rica es de 179%, resulta poco probable que se excluya a alguien por esta condición (SUTEL 2018). Además de lo anterior, la estrategia utilizada podría incluir a propietarios de vehículos que no necesariamente son potenciales demandantes de VE.

En total se contactó a 564 personas, de las cuales 259 personas no cumplían con los requisitos de ser dueño de VCI o estar interesado en comprar uno en el 2019. A ellos se les consultó la razón y manifestaron como motivos no tener presupuesto para la compra de un vehículo o no necesitarlo.

Una vez aplicadas las encuestas a los dueños de VE y dueños de VCI, se procedió a realizar un análisis descriptivo de cada una de las variables de interés, haciendo una comparación entre las características de ambas poblaciones para entender sus similitudes y diferencias.

Para la sección de DAP se emplea el MVC y se realizan dos análisis, uno no paramétrico y otro paramétrico. En el análisis no paramétrico se asume que la DAP es una variable aleatoria con una distribución acumulada de probabilidad F_{DP} , donde la probabilidad de respuestas negativas al monto sugerido está dada por:

$$Prob (No monto j) = Prob [dp_i < m_j] = 1 - F_{DP} (m_j) \quad (2)$$

Por lo tanto, la probabilidad de que un individuo tenga una voluntad de pago mayor al monto sugerido $Prob (Sí monto j) = Prob [dp_i > m_j]$ y por ende afirmativa está dada por la función de supervivencia:

$$E [DP] = \int_0^A [1 - F_{DP}]_{dDP} \quad (3)$$

Donde:

Prob = Probabilidad

m_j = monto j propuesto de pago

Seguidamente, se completan los puntos faltantes en la función de supervivencia por medio de una interpolación lineal siguiendo la ecuación (4), dando como resultado el promedio de la voluntad de pago.

$$E[DP] = \sum_{j=1}^J P_{j+1} * (m_{j+1} - m_j) + \frac{(m_{j+1}-m_j)(P_j-P_{j+1})}{2} \quad (4)$$

Donde:

m_j = monto propuesto de pago en escenario j

P_j = proporción de respuestas afirmativas al m_j

J= número total de montos sugeridos

El análisis paramétrico está basado en el cálculo de los parámetros de la función de utilidad que percibe el individuo por el cambio entre un VCI y un VE, cuya función se expresa según la ecuación (5). Y dado que se está frente a un esquema de respuesta binaria y se supone que los ε_j se distribuyen bajo una función de distribución normal se utiliza el modelo PROBIT.

$$v_{ij} = \alpha_i \Delta z_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (5)$$

Donde:

α = es el vector de los coeficientes de las variables independientes

z_{ij} = una matriz traspuesta de las variables explicativas

ε_{ij} = agrupa las preferencias del individuo no observadas

En el caso del análisis paramétrico y no paramétrico, se calcula el promedio como la manera correcta de estimar la voluntad de pago, el valor que resume las preferencias y el cambio en el bienestar de los encuestados. El análisis no paramétrico además refleja la mediana que es el valor para el cual el 50% de la muestra tiene disposición a pagar.

Para estimar la rentabilidad financiera privada de adquirir un VE se emplea un ACB. Según Boardman (2017) el ACB es un método de evaluación de proyectos que cuantifica en términos monetarios el valor neto de estos y tiene como fin determinar la conveniencia de ejecutarlos, evaluando el cambio en el bienestar luego de compararlo con la situación actual u otra alternativa. Las características más importantes del ACB son identificar, medir, valorar y comparar los beneficios y costos.

A partir de la revisión de literatura y de los incentivos dados por la Ley 9518 a los VE, se identificaron cuáles elementos representan beneficios y costos relacionados con la compra y tenencia de un VE y un VCI. En este sentido, se consideraron como ingresos los costos evitados por pago de marchamo (impuesto a la propiedad), energía, mantenimiento, seguro, intereses bancarios y valor de reventa, y como costo el diferencial de precio de compra de los vehículos.

Luego, se asignó un valor monetario a dichos ingresos y costos, y se compararon en un flujo para un periodo de 10 años. Finalmente, se emplearon como criterios de selección para concluir

sobre la deseabilidad financiera de la compra de un VE el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Todo lo anterior, bajo dos escenarios: compra con fondos propios y necesidad de financiamiento.

El VAN es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial de poseer un VE, mediante una tasa de descuento (ecuación 7), para así saber si generará ganancias o pérdidas (Baca 2001). La TIR es la tasa de descuento que hace el VAN cero, es decir que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. TIR mayores que la tasa de descuento indican que debe aceptarse la inversión y que es rentable (Baca 2001).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} \quad (7)$$

Donde:

F_t son los flujos de ingreso neto en cada periodo

I_0 es la inversión inicial

n es el número de años

k es la tasa de descuento

Los supuestos utilizados en el análisis financiero se detallan a continuación:

- Selección del automóvil eléctrico Hyundai Ioniq, por ser el modelo eléctrico más vendido en Costa Rica y el automóvil de combustión interna Hyundai Elantra porque comparte importantes similitudes en diseño y características con el primero.
- Un kilometraje de 14.773 km, promedio anual recorrido por los automóviles en Costa Rica. (RITEVE 2018)
- Una tasa de descuento real (tasa básica pasiva – inflación) equivalente a un 4,23% (BCCR 2019).
- Un alcance temporal de 10 años.
- Un diferencial de precio de 3.879.0000, producto de la sustracción entre el precio del Hyundai Ioniq (\$33.965) y del Hyundai Elantra (\$27.500) (Montero y Navarro 2019).
- El diferencial a pagar por concepto de impuesto a la propiedad, principal componente del derecho de circulación o marchamo (Poder Ejecutivo 2018).
- Una tarifa residencial sencilla de 107,18 colones, correspondiente al promedio interanual del bloque 201-300 kWh de la CNFL, con base en las tarifas publicadas entre junio de 2018 y mayo de 2019 (ARESEP 2019). La decisión anterior se debe a que el 85% de los propietarios de VE se concentra en el GAM, la CNFL es la segunda empresa con más abonados y es la única que cuenta con el esquema de tarifa horaria. La determinación del bloque se fundamenta en que según estadísticas de la entidad el consumo promedio mensual es de 237 kWh (CNFL 2019).

- Un precio de la gasolina Plus 91 de 631,55 colones que corresponde al promedio interanual con base en las tarifas publicadas entre junio de 2018 y mayo de 2019 (RECOPE 2019).
- Un rendimiento del Hyundai Ioniq de 8.57 km/kWh y del Elantra de 15,32 km/l aproximadamente (Montero y Navarro 2019).
- Un costo de mantenimiento de \$115 para el Hyundai Ioniq y \$330 para el Hyundai Elantra cada 10.000 km, según cifras brindadas en una entrevista por Grupo Q.
- Las condiciones crediticias cotizadas en enero de 2019 al Banco Nacional, en colones, preferenciales para vehículos eco amigables y las regulares para vehículos de combustión.
- Un costo de seguro determinado a partir de un promedio de cotizaciones solicitadas a empresas aseguradoras.
- Un valor de reventa ajustado mediante la tabla de depreciación de la Lista de Valores de Vehículos, suponiendo además que ambos se deprecian en la misma proporción. (Poder Ejecutivo 2018)
- Un tipo de cambio de 600 colones.
- Precios constantes.

Además del estudio de la situación base, se hace un análisis de sensibilidad para evaluar el comportamiento ante cambios en algunas variables clave, así como identificar bajo cuáles situaciones es más o menos rentable el VE. Las variaciones realizadas y la razón de su escogencia se mencionan en la Tabla 3.

Tabla 3. Variables del análisis de sensibilidad del ACB

Variable	Justificación
Kilometraje promedio anual de 10.000 y 20.000 km	Medir cambios en la rentabilidad ante diferentes intensidades de manejo.
Un aumento en el precio de la gasolina del 5% Una disminución en el precio de la gasolina del 5%	Medir cambio en la rentabilidad ante eventuales cambios de precio por comportamiento del mercado o por política tendientes a aumentar o disminuir la tarifa de la gasolina.
Uso de la electricidad bajo el esquema de tarifa horaria nocturna	Medir la rentabilidad ante el esquema de tarifa horaria, cuyo costo por kWh durante las noches es menor, que es cuando se cargan generalmente los VE.

Ser abonado del ICE	Medir la rentabilidad bajo la tarifa eléctrica del ICE, la compañía con más abonados en el país.
Un aumento de la tarifa eléctrica del 10% Una disminución de la tarifa eléctrica del 10%	Medir el cambio en la rentabilidad ante eventuales cambios de precio de la electricidad por comportamiento de mercado o por políticas tendientes a aumentar o disminuir su precio.
El precio del vehículo eléctrico si no tuviera los incentivos de la Ley 9518	Medir el cambio en la rentabilidad si no se hubieran generado los incentivos de la Ley 9518 o se eliminaran.
El mismo precio del vehículo eléctrico y de combustión	Medir el cambio en la rentabilidad si el VE y el VCI costara lo mismo, para reflejar el impacto de la paridad de precios ya sea por mercado o por política.
Un aumento o disminución del 10% en el precio del vehículo eléctrico y de combustión	Medir el cambio en la rentabilidad del VE, ante fluctuaciones en el precio de este y del VCI.
Si ambos vehículos fueran usados (Nissan Leaf y Versa 2015).	Medir la rentabilidad de los VE usados, ya que una porción importante de los VE que hay en el país tienen esta característica.

2.5 Resultados

Los resultados de las preferencias que afectan la demanda de VE son los siguientes. Como se observa en la Tabla 4, los dueños de VCI y de VE encuestados consideran que la principal ventaja de los VE es proteger el medio ambiente y el incentivo más importante es la exoneración de impuestos a la compra.

Tabla 4. Resumen de la percepción de ventajas de los vehículos eléctricos

Población 1 Dueños de VE			Población 2 Dueños de VCI	
Principal ventaja	Proteger el ambiente	51%	Proteger el ambiente	58%
Segunda ventaja	Ahorrar en combustible	38%	Ahorrar en combustible	37%
Principal incentivo	Exoneración de impuestos	46%	Exoneración de impuestos	67%
Segundo incentivo	No restricción vehicular	45%	Disminución del marchamo	61%

Si bien el 70% de los dueños de VCI encuestados están interesados en la compra de VE, un 70% del total considera que el precio de los VE es alto, un 71% que reemplazar las baterías es costoso, y un 74% que hay poca disponibilidad de estaciones y de talleres. En lo que respecta a dueños de VE un 60% y un 63% de los encuestados considera que hay pocas estaciones de carga y talleres para mantenimiento respectivamente (Tabla 5). Destaca que el 41% de los dueños de VCI está de acuerdo en que los VE tienen baja potencia y aceleración y el 38% en que la vida útil de la batería es corta, mientras que los dueños de VE encuestados están en casi total desacuerdo con esas afirmaciones.

Tabla 5. Resumen de la percepción de los encuestados ante afirmaciones relacionadas con la compra y tenencia de vehículos eléctricos

	Población 1 Dueños de VE (Respuestas afirmativas)	Población2 Dueños de VCI (Respuestas afirmativas)
El precio de los VE es alto	54%	70%
Los VE tienen baja potencia y aceleración	2%	41%
La vida útil de la batería es corta	5%	38%
Hay poca disponibilidad de estaciones de carga	60%	74%
Reemplazar las baterías es costoso*	52%	71%
Hay poca disponibilidad de talleres	63%	74%
La cantidad de km que puede recorrer con una carga es baja	23%	47%
El tiempo que tarda recargar las baterías es alto	40%	59%

*20% de los dueños de VE manifestó no saber la respuesta

Por otro lado, ¿cuáles son los patrones de consumo y características de la población de dueños de VE y de VCI? Los resultados muestran que no parece haber diferencias significativas entre la cantidad de kilómetros que manejan ambos grupos. El gasto en energía es significativamente menor para los dueños de VE encuestados, el 43,68% de ellos reporta gastos inferiores a 10.000 colones al mes mientras que en este mismo rubro se encuentra solamente un 9,36% de los dueños de VCI. Destaca que el 90% de los dueños de VE cargan su auto en casa y un 58.62% manifiesta haber sentido inseguridad de realizar viajes largos debido a la disponibilidad de estaciones de carga.

Si se analizan las características socioeconómicas de los dueños de VE y de VCI se concluye de acuerdo con la Tabla 6, que no parecen existir grandes diferencias en la edad promedio ni en el género entre las dos poblaciones encuestadas. No obstante, los dueños de VE encuestados

viven mayoritariamente en la GAM, tienen un nivel de educación formal más alto y tienden a percibir ingresos en el hogar superiores.

Tabla 6. Condiciones socioeconómicas de los encuestados

	Población 1 Dueños de VE	Población2 Dueños de VCI
Número de individuos	87	305
Género		
-Hombre	66,67%	64,26%
Edad promedio	42 años	39 años
Tenencia de la vivienda		
-Alquilada	14,94%	24,59%
-Propia pagando a plazos	50,57%	9,84%
-Propia totalmente pagada	32,18%	63,28%
Lugar de habitación		
-GAM	85,06%	58,03%
Educación		
-Primaria incompleta	-	3,61%
-Primaria completa	-	19,02%
-Secundaria incompleta	2,30%	22,95%
-Secundaria completa	1,15%	21,31%
-Técnico medio	-	0,66%
-Universitaria incompleta	16,09%	15,08%
-Universitaria completa	79,31%	16,39%
Salario		
-Menos de 500.000	1,15%	19,02%
-Entre 500.000 y 750.000	4,60%	34,10%
-Entre 750.000 y 1.000.000	8,05%	13,44%
-Entre de 1.000.000 y 1.500.000	13,79%	10,82%
-Entre 1.500.000 y 2.000.000	17,24%	4,59%
-Más de 2.000.000	42,53%	5,90%

Hasta ahora se sabe sobre las características de los encuestados, que hay interés por los VE, pero no cuánto estarían dispuestos a pagar por ellos. Según los resultados, el 77% de los dueños de VCI manifestó estar dispuesto a comprar un VE si costara lo mismo que un VCI y el 55% del total está dispuesto a comprar un VE, aun cuando ello represente un precio mayor al de un VCI equivalente.

En la figura 1 se presenta la pregunta utilizada para consultar a las personas por su disponibilidad de pagar montos adicionales específicos por un VE sobre VCI con similares características. Como se observa, se hizo un esfuerzo por explicar las principales características de los dos vehículos, el precio base que debía tomar en cuenta para responder y un recordatorio para que los encuestados consideraran el presupuesto real del que disponen.

La proporción de personas dispuestas a pagar montos específicos adicionales por un VE cambia según la cifra sugerida. Existe una tendencia a que, a montos adicionales mayores, el grado de aceptación es menor. Por ejemplo, según la Tabla 7, el 63% de las personas estaban

dispuestas a pagar 1 millón de colones adicionales por un VE, pero solo 37% estaba dispuesto a pagar 7 millones más.

Figura 1. Pregunta utilizada para la evaluar Disponibilidad a Pagar

Suponga que usted tiene que elegir entre dos automóviles tipo sedán, similares en características como diseño, tamaño, etc. Uno de los automóviles es eléctrico y puede generarle ahorros netos anuales de ₡750.000 aproximadamente. El otro es de gasolina y tiene un costo de 13 millones aproximadamente. ¿Estaría dispuesto a pagar _____ de colones adicionales por el automóvil eléctrico? No olvide tener en cuenta el presupuesto real del que dispone. *

- Sí
- No
- No sé / prefiero no contestar

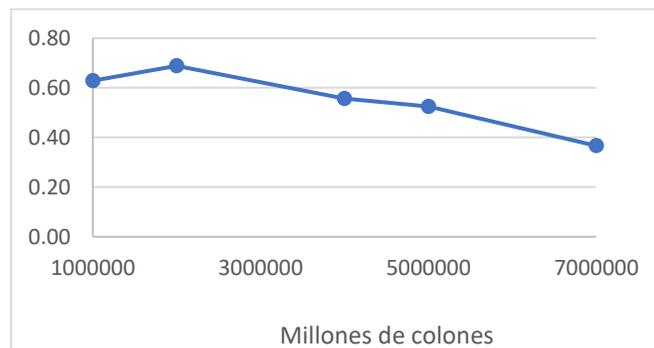
1.000.000
2.000.000
4.000.000
5.000.000
7.000.000

Tabla 7. Frecuencia de aceptación de los montos sugeridos en la encuesta

Montos sugeridos (colones)	1.000.000	2.000.000	4.000.000	5.000.000	7.000.000
# de personas (sí)	39 (63%)	42 (69%)	34 (56%)	32 (52%)	22 (37%)
Total, entrevistados	62	61	61	61	60

El promedio de disponibilidad de pago adicional por un VE a partir del análisis no paramétrico es ₡4.151.436,63 (\$7.000). Dicha cifra se calculó utilizando los resultados de la Tabla 7 y la función de supervivencia de la Figura 2 donde se grafican las respuestas positivas a la pregunta de disponibilidad a pagar, así como aplicando una interpolación lineal según la ecuación 4 explicada en la sección de metodología.

Figura 2. Función de supervivencia a la aceptación del monto sugerido para el cálculo del promedio de la DAP por un VE



Bajo el análisis paramétrico, explicado en la ecuación 5 también de la sección metodológica, los resultados arrojaron que la disponibilidad promedio a pagar -adicional- de las personas por un vehículo eléctrico, de características similares a un VCI, es ₡4.983.679 (\$8.306). Este valor se encuentra en un intervalo entre ₡3.736.893 y ₡6.230.465 con un 95% de confianza.

Otro de los resultados de esta investigación es que se determinaron las variables que explican la DAP de los encuestados por un VE por medio del modelo de la ecuación (6) y las variables de la Tabla 8.

$$DAP = B_0 + \beta_1(\text{monto}) + \beta_2(\text{financiamiento}) + \beta_3(\text{parqueos}) + \beta_4(\text{parquímetros}) + \beta_5(\text{marchamo}) + \beta_6(\text{impuestos}) + \beta_7(\text{ingreso}) + \beta_8(\text{género}) + \beta_9(\text{edad}) + \varepsilon_i \quad (6)$$

Tabla 8. Variables que intervienen en el modelo paramétrico tipo PROBIT

Variable	Tipo	Descripción
DAP	Dicotómica	Sí / No estaría dispuesto a pagar
Monto	Dicotómica	Monto adicional sugerido a pagar por un VE
Financiamiento	Dicotómica	Incentivo de condiciones crediticias preferenciales
Parqueos	Dicotómica	Incentivo de uso de parqueos preferenciales
Parquímetros	Dicotómica	Exoneración del pago de parquímetros
Marchamo	Dicotómica	Disminución del pago de marchamo por 5 años
Impuestos	Dicotómica	Exoneración de impuestos a la importación del VE
Ingreso	Categórica	Ingreso mensual que recibe el hogar (colones)
Género	Dicotómica	Femenino o masculino
Edad	Continua	Edad del encuestado

Se concluye que las variables monto, financiamiento, parqueos, parquímetros, marchamo, impuestos e ingresos son significativas estadísticamente para explicar si los encuestados están dispuestos o no pagar por un VE; no así el género y la edad (Tabla 9).

Tabla 9. Estadística y coeficientes calculados por el modelo PROBIT

Variables	Marginal Coeficientes
Monto	-5.82e-08***
Financiamiento	0.249878**
Parqueos	0.2793254**
Parquímetros	0.2319955**
Marchamo	0.1884086**
Impuestos	0.2043048**
Ingresos	0.0269473*
Género	0.0339365
Edad	-0.000781

Notas: Observaciones 305; *significativo al 10% y **significativo al 5%; ***significativo al 0,1%; Prob > chi2= 0.0001; Log likelihood= -191.9303; Pseudo R2= 0.0824

Como era de esperar, se obtuvo un signo negativo para el β del monto, ya que entre más alto sea el monto de pago extra sugerido al entrevistado, son menores las respuestas positivas recibidas. Las variables restantes relacionadas con los incentivos derivadas de la Ley 9518, reflejan que su existencia aumenta la DAP de los encuestados. La variable ingreso es significativa al 10% y su signo positivo muestra que entre más alto es el ingreso mensual del hogar del encuestado, mayor es su DAP. Adicionalmente, las variables género y edad no están relacionadas con la DAP por un VE.

Finalmente, los valores de los coeficientes de la Tabla 9 se pueden interpretar como el cambio marginal en la probabilidad de obtener un sí en la pregunta de disponibilidad pago debido a la presencia de una variable independiente o el incremento marginal en la misma. Por ejemplo, la existencia de condiciones de financiamiento preferenciales para los VE aumenta probabilidad de tener disponibilidad positiva a pagar en 24%.

Para responder al segundo objetivo tendiente a determinar la rentabilidad financiera de los VE, se hizo una revisión de literatura y de los incentivos dados por la Ley 9518 a los VE para identificar cuáles elementos representan beneficios y costos relacionados con la compra y tenencia de un VE y un VCI.

Se consideraron como ingresos los costos evitados por pago de marchamo (impuesto a la propiedad), energía, mantenimiento, seguro, intereses bancarios y valor de reventa, y como costo el diferencial de precio de compra de los vehículos. Se asignó un valor monetario a dichos ingresos y costos, y se compararon expresándolos en un flujo para un periodo de 10 años como se observa en la Tabla 10.

Se concluye con base en los resultados de la Tabla 10 y 11 que -bajo los supuestos-, es rentable la decisión de compra de un VE en comparación a un VCI similar debido a los costos evitados en gastos de marchamo (impuesto a la propiedad), energía, mantenimiento y seguro, y al ingreso de valor de reventa pese a que el precio de compra inicial de un VE es mayor a los del VCI. Y dicha conclusión general no varía si la compra se realiza con fondos propios o a través de un préstamo.

Tabla 10. Cálculo resumen del ACB para la adquisición y uso de un vehículo eléctrico vs uno convencional (escenario con fondos propios).

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TR
INGRESOS (costos evitados)												4,23%
Costo evitado por derecho de circulación		411.930	259.537	129.673	19.824	-72.269	-148.635	-137.101	-126.462	-116.649	-107.597	
Costo evitado por energía		424.195	424.195	424.195	424.195	424.195	424.195	424.195	424.195	424.195	424.195	
Costo evitado por mantenimiento		180.600	180.600	180.600	180.600	180.600	180.600	180.600	180.600	180.600	180.600	
Costo evitado por descuento en seguro		-46.761	-46.761	-46.761	-46.761	-46.761	-46.761	-46.761	-46.761	-46.761	-46.761	
Diferencial valor de reventa												1.774.557
Total, ingresos		969.964	817.571	687.707	577.858	485.765	409.399	420.933	431.572	441.386	2.224.995	
COSTOS												
Diferencial de precio de compra del VE eléctrico vs el VCI	3.879.000											
Beneficio neto	-3.879.000	969.964	817.571	687.707	577.858	485.765	409.399	420.933	431.572	441.386	2.224.995	

VAN	2.014.351
TIR (%)	13,35

Nota: cifras dadas en colones costarricenses para el año 2019

Como se observa en la Tabla 10, el costo evitado por derecho de circulación es positivo al inicio del periodo y negativo a partir del quinto año. Lo anterior se debe a que los VE tienen una exoneración gradual del pago del impuesto a la propiedad, por un plazo de cinco años; es decir qué; en el año seis pagan en la misma proporción que un vehículo convencional. No obstante, como el VE tiene un valor fiscal mayor, el monto a cancelar es superior (Asamblea Legislativa 2018).

Por concepto de gastos monetarios en energía se comparó el consumo de gasolina y electricidad, obteniéndose un flujo positivo o ahorro, ya que el VE es más eficiente que el VCI y por tanto hay un mayor aprovechamiento de la energía. En lo que respecta a mantenimiento también se obtuvieron cifras positivas porque al tener el VE muchas menos piezas que un VCI y no requerir cambios de aceite, el costo es menor.

El rubro de seguro es negativo en todo el periodo ya que a pesar de que los VE gozan de un descuento en la prima del 15%, al tener un valor mayor, pagan más. Para el año 10 se calculó el valor de reventa del VE y el VCI suponiendo además que ambos se deprecian en la misma proporción, y el resultado fue positivo para el VE porque al tener un precio más alto, consecuentemente su valor de reventa también lo es. El diferencial de precio de -3.879.0000 surge de restar el precio del Hyundai Ioniq y del Hyundai Elantra, al tener el VE un precio mayor, dicha diferencia es negativa.

Si analizamos el escenario en que se cuenta con recursos propios para hacer la inversión inicial, adquirir el VE en comparación con el VCI es rentable ya que luego de traer a valor presente los beneficios y costos de 10 años, se genera una ganancia de ₡2.014.350 según el VAN. La TIR indica que la tasa de interés máxima a endeudarse para comprar el VE no debería ser mayor a 13,35%. Lo anterior, quiere decir que, desde la perspectiva financiera y bajo las condiciones supuestas, es una buena decisión adquirir el VE sobre el VCI, pues el VE generará ganancias y devolverá la inversión realizada.

Tabla 11. Resultados de la rentabilidad financiera de adquirir y usar un VE en Costa Rica

Escenario en que se compra el vehículo con recursos propios		Escenario en que se compra el vehículo con financiamiento	
VAN (colones)	TIR (%)	VAN (colones)	TIR (%)
2.014.350,94	13,35	1.686.408,63	29,73

La Tabla 12 demuestra que, en casi todos los análisis de sensibilidad estudiados, el VE es rentable. En mayor medida resultará rentable conducir 20.000 km al año, usar la tarifa horaria nocturna del CNFL; siendo el esquema más positivo cuando el VE cuesta lo mismo que uno de combustión interna. El único hecho en el que no resulta rentable el VE es la inexistencia de los incentivos económicos que brinda la Ley 9518, esto debido principalmente al alto precio inicial del vehículo.

Tabla 12. Resultados del análisis de sensibilidad sobre la viabilidad de adquirir un automóvil eléctrico, con recursos propios, en Costa Rica

Análisis Costo Beneficio		VAN (colones)
Situación base	Situación bajo las condiciones más representativas para un consumidor costarricense, mencionadas en la sección metodológica	¢2.014.350,94
Cambio en kilometraje	Conducir 10.000 km en total (aproximadamente 5000 km menos que en la situación base)	¢915.348,18
	Conducir 20.000 km en total (aproximadamente 5000 km más que en la situación base)	¢3.217.889,07
Cambio en costo de combustible	Aumento de 5% en el precio de la gasolina	¢2.258.511,88
	Disminución de 5% en el precio de la gasolina	¢1.770.209,33
Cambio en costos de electricidad	Aumento de 10% en el precio de la electricidad	¢1.866.222,08
	Disminución de 10% en el precio de la electricidad	¢2.162.479,80
	Usar tarifa horaria (nocturna) de la CNFL	¢3.136.442,94
	Usar tarifa regular ICE	¢1.392.978,16
Cambios en precio de compra del VE	Mismo precio del Ioniq y Elantra	¢5.847.988,57
	Precio sin incentivos Ley 9518	- ¢873.926,49
	Disminución de 10% en precio del Hyundai Ioniq	¢3.436.187,12
	Disminución de 10% en precio del Hyundai Elantra	¢863.151,33
	Aumento de 10% en precio del Hyundai Ioniq	¢592.514,76
	Aumento de 10% en precio del Hyundai Elantra	¢3.165.550,56
	Disminución de 10% en precio del Hyundai Ioniq y Hyundai Elantra	¢2.284.987,51
	Aumento de 10% en precio del Hyundai Ioniq y Hyundai Elantra	¢1.743.714,38
Comparación de la rentabilidad de un VE usado versus un VCI usado	VE usado Nissan Leaf versus VCI usado Nissan Versa, modelos 2015	¢38.394,05

2.6 Discusión

Los resultados de esta investigación demuestran que el monto (variable proxy del precio), los incentivos y el ingreso fueron determinantes en la disponibilidad a pagar de las personas encuestadas por el VE.

En lo que respecta a precio y según los resultados, el 77% de los dueños de VCI encuestados estaría dispuestos a comprar un VE si costara lo mismo que uno convencional de condiciones similares. El que los VE valgan lo mismo que un VCI es ideal para que haya una mayor demanda, por lo que mientras ocurre esa transición, se debería considerar mantener los incentivos de la Ley 9518.

Lo anterior, es coincidente con el estudio de Carley et al. (2013), en el que concluye que el precio del VE es una barrera importante para la adopción de estos y con el de Krupa et al. (2014) que indica que las preocupaciones más recurrentes sobre el VE son las financieras.

Es importante destacar que un 57% de los encuestados tienen disposición a comprar un VE, aun cuando ello represente un precio mayor al de un VCI equivalente. En promedio la DAP adicional es de \$7.000. Como se muestra en la Tabla 13, esta cifra es generalmente menor al diferencial de precio real de los VE nuevos ofertados en el mercado costarricense. Además, hay que considerar que los encuestados tenían como base un VCI de 13 millones de colones (\$21.500) y bajo este escenario ninguno de los siguientes VE sería asequible para ellos.

Tabla 13. Comparación de precios entre modelos de vehículos eléctricos nuevos que se ofertan en Costa Rica y sus equivalentes más cercanos de combustión interna.

Vehículo eléctrico	Precio del vehículo eléctrico	Vehículo de combustión similar	Precio del vehículo de combustión	Diferencial de precios
Hyundai Ioniq	\$33.965	Hyundai Elantra	\$27.500	\$6.465
BMW i3	\$49.900	BMW Serie 1	\$41.900	\$8.000
BYD e5	\$39.000	BYD F3	\$13.950	\$25.050
BYD S1	\$39.200	BYD S3	\$30.950	\$8.250
Nissan Leaf	\$42.500	Nissan Versa	\$19.500	\$23.000
Audi e Tron	\$89.950	Audi Q7	\$102.500	-\$12.550

Fuentes: (Montero y Navarro 2019), (Red Motors 2019), (Fonseca et al. 2019), (Barrantes 2019) y (Solano 2019).

Como se mencionó anteriormente, la existencia de los incentivos derivados de la Ley 9518 aumenta la DAP por un VE. Esto es concordante con otras investigaciones como la de Bjerkan et al. (2016) que concluyó que las exenciones al impuesto a la compra son el incentivo más poderoso. También, Wang et al. (2017) encontró que la probabilidad de aceptación de los VE aumenta si se proporcionan estímulos.

En lo que se refiere a condiciones socioeconómicas, hay estudios que concluyen que la variable género y edad explican la demanda de VE. Por ejemplo, según Moons y De Pelsmacker (2012), las mujeres están más inclinadas a usar el VE que los hombres y de acuerdo con Dagsvik et al. (2002) en promedio los hombres están más reservados a los VE.

En cuanto a edad, Hackbarth y Madlener (2013) dicen que especialmente los consumidores jóvenes son más propensos a comprar vehículos alternativos. Sin embargo, los resultados de la presente investigación demuestran que las variables género y edad no son significantes para la muestra, es decir, que están poco relacionadas con la DAP por un VE.

Lo que sí está relacionado con la demanda de VE son los ingresos del hogar. La relación es positiva, lo que quiere decir que, a mayor ingreso, también mayor es la DAP por un VE. Según los resultados, parece que los ingresos del hogar de los dueños de VE son considerablemente superiores al de los dueños de VCI. Lo anterior concuerda con Ramjerdi y Lars (s.f.), quienes concluyeron que los ingresos del hogar y el costo del automóvil son los factores más importantes en la decisión de comprar uno.

Existen otros factores que son cruciales para que los VE sean una opción para los consumidores, entre ellos la información. Los encuestados tienen conocimiento básico de los VE y los perciben como una buena medida para proteger el ambiente y ahorrar en energía. Sin embargo, parecen haber mitos que hacen necesario fortalecer campañas alrededor de los VE. Por ejemplo, a diferencia de los dueños de VCI, el 98% de los dueños de VE está en desacuerdo en que estos tienen baja potencia y aceleración, y el 95% en que la vida útil de la batería es corta.

Por otro lado, los VE tienen menos piezas y son mucho más simples, pero requieren de mantenimiento. Los dueños de VE y de VCI consideran que hay pocos talleres, muestra de la necesidad de oferta de capacitación técnica en VE. La movilidad eléctrica plantea un desafío para los técnicos mecánicos pues requiere que se cuente con conocimientos en electrónica y equipos más especializados. En este aspecto el INA es el obligado por ley a crear canales para la formación para el mantenimiento y reparación de VE.

El 64% de los encuestados dueños de VCI reporta que conduce menos de 30 km en un día normal, cifra cercana al promedio de 40 kilómetros que recorrieron los vehículos en Costa Rica (RITEVE 2018). Sin embargo, existe una preocupación por parte de los dueños de VE y VCI, quienes manifiestan estar de acuerdo en que existe poca disponibilidad de estaciones de carga en el país.

De acuerdo con la Ley 9518, la construcción y puesta en funcionamiento de los centros de recarga corresponde a las distribuidoras de electricidad y solo ellas podrán vender energía. Hay suficiente normativa sobre la obligación de las empresas de electricidad para colocar estaciones

de carga rápida e incluso hay una tarifa establecida por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP).

No obstante, no hay claridad sobre si empresas privadas pueden cobrar por el alquiler del cargador o alguna otra alternativa para recuperar la inversión hecha en el dispositivo y el consumo en electricidad. Lo anterior, representa poco o nulo estímulo para que haya un crecimiento en la instalación de cargadores por parte de sitios convenientes como hoteles, restaurantes, comercios, etc.

Otro punto por discutir es la rentabilidad financiera de los VE en comparación con los convencionales, si se toman solo los resultados de la variable energética, los ahorros generados por el VE ascienden al 70% si se usa la tarifa eléctrica tradicional y al 92% si se usa la horaria. Lo anterior, refuerza lo expuesto por Utgård (2017), quien estima un ahorro del 75 y 91% respectivamente. En este punto destaca no solo lo benévolo que son los VE en cuanto a gasto de energía, sino la importancia de contar con tarifas horarias para aumentar la rentabilidad de los VE y disminuir el consumo de electricidad en horas de alta demanda.

Araya (2018) hizo un estudio de viabilidad económica en el que concluyó que el VE nunca es una alternativa menos costosa que un VCI similar, mientras que la presente investigación demuestra que, bajo las condiciones expuestas, el VE es rentable. Los resultados que hemos encontrado son válidos bajo supuestos clave como el precio de mercado del VE, el cual incluye las exoneraciones de la Ley 9518.

Existen diferencias significativas entre este estudio y el de Araya (2018), por ejemplo la metodología utilizada, el periodo inter temporal, la tasa de descuento, entre otras. No obstante, lo que principalmente afectó los resultados es que para esta investigación se usó como proyecto la tenencia del Hyundai Ioniq (modelo eléctrico más vendido en el país) que tiene un precio menor y más cercano a su equivalente de combustión. Araya (2018) en cambio utilizó el VE Nissan Leaf que en el momento de su estudio tenía un costo mucho mayor que su similar de gasolina (\$19.200 más aproximadamente).

Otra de las diferencias sustanciales es que Araya (2018) hizo su investigación en el año 2016, cuando no existían las exoneraciones al ISC, IVA e Impuesto al Valor Aduanero; además no habían descuentos en seguro y la información sobre costos de mantenimiento de un VE era escasa. Lo anterior quiere decir que, la rentabilidad del VE y por ende su demanda, está íntimamente relacionada a los incentivos, que han abaratado el precio de los VE. De hecho, el análisis de sensibilidad demuestra que el único escenario en que no resulta rentable el VE es la inexistencia de dichos estímulos.

El costo de las baterías de litio ha bajado significativamente, según Bloomberg (2019) se espera que para mediados de la década del 2020, los VE y VCI alcancen una paridad de precio. A pesar de ello, surge la interrogante de si las exoneraciones, que tienen vigencia hasta el año

2023, serán suficientes o es necesario ampliar los beneficios por más tiempo hasta que las personas perciban el VE como una opción competitiva.

En este sentido, los diputados Thompson y Valladares (2019) presentaron el Proyecto de Ley 21.465, el cual propone entre otras cosas, una exoneración gradual de impuestos por 13 años más y a VE independientemente de su precio. Los legisladores justifican el Proyecto indicando que no hay un repunte significativo en la totalidad de VE en comparación a la flotilla vehicular y por el alto precio, principalmente en transporte colectivo.

¿Por qué si el VE utilizado en esta investigación es rentable en más de dos millones de colones, los consumidores no están comprando vehículos de esta tecnología en grandes cantidades? Las razones son posiblemente porque las personas no conocen mucho sobre los VE y su rentabilidad; perciben que hay poca disponibilidad de estaciones de carga y talleres, y que reemplazar las baterías es costoso (como se vio en las respuestas de los encuestados); o porque no tienen suficiente poder adquisitivo para pagar el precio de los modelos disponibles en el mercado.

Finalmente y para resumir esta sección, se destaca que una reducción en los precios de los VE, ampliar el periodo de vigencia de los incentivos, campañas de comunicación que divulguen los beneficios de los VE y su rentabilidad, mayor disponibilidad de estaciones de carga y talleres, mayor oferta de modelos y tipos de VE, y que existan tarifas eléctricas diferenciadas son elementos determinantes para que los consumidores prefieran los VE sobre los VCI y por ende haya una sustitución de la flota vehicular a eléctrica.

2.7 Conclusiones

Se concluye que el 70% de los dueños de VCI encuestados tienen interés en los VE y que consideran que sus principales ventajas son proteger el medio ambiente y generar ahorros en combustible. Sin embargo, parece haber diferencias de información entre los dueños de VCI y VE, lo que hace necesario fortalecer campañas alrededor de los VE de manera que se derriben los mitos que continúan presentes.

Se obtuvo también que los dueños de VE y de VCI encuestados perciben que hay poca disponibilidad de estaciones de carga y de talleres especializados. En este sentido, cobra relevancia la necesidad de que las empresas de electricidad instalen los centros de recarga requeridos, los comercios tengan estímulos para que se desarrolle una red de carga privada y que el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) cree canales para la formación en mantenimiento y reparación de VE.

En otro punto, el 77% de los dueños de VCI encuestados manifestó estar dispuesto a comprar un vehículo eléctrico, similar a uno convencional, bajo el supuesto de que ambos costaran el mismo precio. Incluso, el 55% del total de encuestados está dispuesto a comprar un VE, aun cuando ello represente \$7.000 más en su precio final venta en comparación a uno de combustión interna de características similares (e.g. tipo de tracción, año, apariencia general).

Lo anterior, confirma que las personas perciben un aumento en el bienestar por la compra del VE, y en consecuencia tienen un DAP mayor por estos. No obstante, como se demostró en la sección de discusiones, \$7.000 es una cifra generalmente menor al diferencial de precio real de los VE nuevos ofertados en el mercado costarricense, lo que los convierte en una opción difícilmente asequible.

A partir del análisis econométrico se concluyó que las variables monto, financiamiento, parqueos, parquímetros, marchamo (impuesto a la propiedad), impuestos e ingresos tienen una relación estadísticamente significativa con la DAP; contrario a lo que sucede con las variables género y edad. En lo que respecta a condiciones socioeconómicas los resultados demuestran que los dueños de VE encuestados viven mayoritariamente en el GAM, tienen un nivel de educación formal más alto y perciben ingresos en el hogar superiores a la población de dueños de VCI.

En lo que se refiere a rentabilidad financiera, los resultados arrojan que, bajo los supuestos, y en la mayoría de los escenarios del análisis de sensibilidad, adquirir el VE es rentable en comparación con la compra del VCI. En especial se destaca que la tenencia de un vehículo eléctrico es particularmente rentable para aquellos que usan esta modalidad de transporte intensivamente y que tienen acceso a la tarifa horaria de la CNFL. Además, el análisis de sensibilidad realizado arrojó que el único supuesto en el que no resulta rentable el vehículo eléctrico estudiado es la inexistencia de los incentivos económicos que brinda la Ley 9518.

En resumen, se encontró que las personas encuestadas valoran los vehículos eléctricos por características como la protección del medio ambiente y los ahorros en combustible, e incluso estarían dispuestos a pagar más por un VE que por uno de combustión equivalente. También, luego del análisis financiero hecho con precios de mercado, y bajo los supuestos de la investigación, se determinó que los vehículos eléctricos pueden ser rentables aun cuando actualmente son más costosos que los de combustión.

Finalmente, los resultados de esta investigación pueden ser un insumo crucial para crear políticas públicas en Costa Rica y Latinoamérica que fomenten el transporte eléctrico colectivo y privado. Entre las políticas recomendadas está crear campañas de comunicación sobre los atributos de vehículo eléctrico, crear y mantener las exoneraciones de impuestos, brindar condiciones crediticias preferenciales para la compra, aumentar la oferta técnica en mantenimiento y reparación, que las empresas de electricidad implementen tarifas horarias y cumplan en tiempo con la instalación de cargadores que exige la legislación, y dar estímulos al sector privado para que se desarrolle una red carga principalmente en lugares convenientes y turísticos fuera del gran área metropolitana.

2.8 Referencias

- Araya Fonseca, G. 2018. Introducción de Vehículos Eléctricos de uso particular en Costa Rica: costo total de posesión e impacto en la red eléctrica de distribución. s.l., Universidad de Costa Rica (UCR). 1–129 p. 1–129 p. p.
- Asamblea Legislativa. 2018. Incentivos y promoción para el transporte eléctrico (en línea). s.l., s.e. 13 p. Disponible en http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=85810&nValor3=111104&strTipM=TC
- Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP). 2019. Tarifas eléctricas 2013 a 2019. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en https://aresep.go.cr/images/Cuadro_E-8_Tarifas_electricas_final.xlsx
- Baca, G. 2001. Evaluación de Proyectos. (en línea). Cuarta edi ed. s.l., McGRAW-HILL. 404 p. Disponible en <http://www.eumed.net/jirr/pdf/19.pdf>
- Banco Central de Costa Rica (BCCR). 2019. Principales indicadores. (En línea, sitio web). Consultado 4 jun. 2019. Disponible en <https://www.bccr.fi.cr/SitePages/default.aspx>
- Barrantes, J. 2019. Citización Vehículos Nissan. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <https://www.nissancr.com/>
- Bjerkan, KY; Nørbech, TE; Nordtømme, ME. 2016. Incentives for promoting Battery Electric Vehicle (BEV) adoption in Norway. (en línea). Transportation Research Part D: Transport and Environment 43:169–180. Disponible en <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1361920915002126>
- Bloomberg. 2019. Electric Vehicle Outlook 2019. (en línea). s.l., s.e. 8 p. Disponible en <https://bnef.turtl.co/story/evo2019>
- _____. 2019. Litium-Ion Battery Manufacturing Emissions. s.l., s.e. 23 p.
- Boardman, A. 2017. Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice. Kindle ed. s.l., Cambridge University Press. s.p.
- Calfee, J. 1985. Estimating the demand for electric automobiles using fully disaggregated probabilistic choice analysis. (en línea). Transportation Research Part B: Methodological 19(4):287–301. Disponible en <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0191261585900372>
- Carley, S; Rachel, K; Bradley, L; John, G. 2013. Intent to purchase a plug-in electric vehicle: A survey of early impressions in large US cites. (en línea). Transportation Research 18:39–45. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920912001095>
- Centro Nacional de Control de Energía. 2019. Informe Anual 2018 Generación y Demanda. (en línea). s.l., s.e. 1–29 p. Disponible en <https://apps.grupoice.com/CenceWeb/resources/aplicacion/img/tipos/pdf.png>
- Chacón, A; Jiménez, G; Montenegro, J; Sasa, J; Blanco, K. 2012. Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono en Costa Rica 2012. (en línea). s.l., s.e. 70 p. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/natc/crinir2.pdf>

- Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL). 2019. Estadísticas. (En línea, sitio web). Consultado 24 jun. 2019. Disponible en <https://www.cnfl.go.cr/sobre-cnfl-p/estadisticas#consumo-promedio-por-sectores>
- Dagsvik, J; Wennemo, T; Wetterwald, D; Aaberge, R. 2002. Potential demand for alternative fuel vehicles. (en línea). *Transportation Research Part B: Methodological* 36(4):361–384. Disponible en <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0965856401000131>
- Ewing, G; Sarigöllü, E. 2000. Assessing Consumer Preferences for Clean-Fuel Vehicles: A Discrete Choice Experiment. (en línea). *Journal of Public Policy & Marketing* 19(1):106–118. Disponible en <http://journals.ama.org/doi/abs/10.1509/jppm.19.1.106.16946>
- Figenbaum, E; Kolbenstvedt, M. 2016. Learning from Norwegian Battery Electric and Plug-in Hybrid Vehicle users. (en línea). Oslo, Norway, s.e. 1–124 p. Disponible en <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=43161>
- Fonseca, M; Gutiérrez, M; Sibaja, S. 2019. Cotización vehículos BYD. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <https://www.bydautocr.com>
- Gobierno de Costa Rica. 2019. Plan de Descarbonización. (en línea). s.l., s.e. 11 p. Disponible en <https://www.minae.go.cr/images/pdf/Plan-de-Descarbonizacion-1.pdf>
- Hackbarth, A; Madlener, R. 2013. Consumer preferences for alternative fuel vehicles: A discrete choice analysis. (en línea). *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 25:5–17. Disponible en <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S136192091300103X>
- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). 2017. Índice de cobertura eléctrica 2017. (en línea). San José, Costa Rica, s.e. 53 p. Disponible en <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/10261169-f251-465d-9b95-0b17c7baa49e/cobertura2015.pdf?MOD=AJPERES&CVID=19qpthp>
- _____. 2017. Plan de Expansión de la Generación Eléctrica. (en línea). s.l., s.e. 153 p. Disponible en <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/beb21101-9c67-4acf-964e-c7a00f682040/PEG+2016-2035.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IPcDy1N>
- International Energy Agency (IEA). 2016. Global EV Outlook 2016. (en línea). s.l., s.e. 51 p. Consultado 31 jul. 2019. Disponible en https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global_EV_Outlook_2016.pdf
- Krupa, J; Rizzo, D; Eppstein, M; Brad, D; Gaalema, D; Lakkaraju, K; Warrender, C. 2014. Analysis of a consumer survey on plug-in hybrid electric vehicles. (en línea). *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 64:14–31. Disponible en <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0965856414000500>
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR). 2015. Contribución prevista y determinada a nivel nacional de Costa Rica. (en línea). s.l., s.e. 19 p. Disponible en http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Costa_Rica_First/INDC_Costa_Rica_Version_2_0_final_ES.pdf
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2015. Plan Nacional de Energía 2015-2030. (en línea). San José, Costa Rica, s.e. 150 p. Disponible en <https://minae.go.cr/recursos/2015/pdf/VII-PNE.pdf>

- Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT). 2017. Anuario Estadístico del Sector Transporte e Infraestructura 2016. (en línea). San José, Costa Rica, s.e. 51 p. Disponible en <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/411>
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). 2018. Informe del Estado del Ambiente Costa Rica 2017. San José, Costa Rica, s.e. 58 p.
- Mitchell, R; Carson, R. 1989. Using surveys to value public goods: the contingent valuation method. 3 edición ed. Washington DC, US., s.e. 441 p.
- Montero, N; Navarro, J. 2019. Cotización vehículos Hyundai. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <https://www.hyundaicr.com/index.php>
- Moons, I; De Pelsmacker, P. 2012. Emotions as determinants of electric car usage intention. (en línea). *Journal of Marketing Management* 28(3–4):195–237. Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0267257X.2012.659007>
- Otey, J. 2017. Costa Rica puede abastecer energía a 35 mil vehículos eléctricos. (en línea). Crhoy.com, s.l.; s.p. Disponible en <https://www.crhoy.com/nacionales/costa-rica-puede-alimentar-35-mil-vehiculos-electricos/>
- Peters, A; Dütschke, E. 2014. How do Consumers Perceive Electric Vehicles? A Comparison of German Consumer Groups. (en línea). *Journal of Environmental Policy & Planning* 16(3):359–377. Disponible en <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1523908X.2013.879037>
- Poder Ejecutivo. 2018. Actualización de la lista de valores de vehículos, aeronaves y embarcaciones, así como los montos de valor y tasa mínima (en línea). s.l., s.e. 121 p. Disponible en https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2018/10/31/ALCA190A_31_10_2018.pdf
- Ramjerdi, F; Lars, T. s.f. Demand for Clean Fuel Car in Norway. (en línea). :1–20. Disponible en <http://www.lth.se/fileadmin/tft/dok/KFBkonf/1ramjerdirand.PDF>
- RECOPE. 2019. Precios Históricos. (En línea, sitio web). Consultado 24 jun. 2019. Disponible en <https://www.recope.go.cr/productos/precios-nacionales/historicos/>
- Red Motors. 2019. Cotización Vehículos BMW. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <https://www.bmw.co.cr>
- RITEVE. 2018. Anuario Revisión Técnica Vehicular 2018. (en línea). s.l., s.e. 1–72 p. Disponible en <https://www.rtv.co.cr/wp-content/uploads/AnuarioRiteve2018.pdf>
- Rogelj, J. DSKJSFPFVGCHHKSEKLM; Vilariño, RS and MV. 2018. Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development. (en línea). s.l., s.e. 82 p. Disponible en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_Chapter2_Low_Res.pdf
- Scheaffer, RL; Mendenhall, W; Otto, L. 1990. Elementary survey sampling. The Duxbury advanced series in statistics and decision sciences. Massachusetts, US, PWS-KENT Publishing Company. 390 p.
- Solano, O. 2019. Cotización Vehículos Audi. (en línea). s.l., s.e. s.p. Disponible en <https://www.audi.co.cr/>

Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL). 2018. Estadísticas del Sector de Telecomunicaciones 2017. (en línea). s.l., s.e. 224 p. Disponible en https://sutel.go.cr/sites/default/files/sutel_informe-estadisticas_2017_esp_0.pdf

Thompson, R; Valladares, P. 2019. Ley de Incentivos al Transporte Verde (Reforma al Capítulo III de la Ley de Incentivos y Promoción al Transporte Eléctrico N.º 9518. (en línea). s.l., s.e. 7 p. Disponible en http://www.asamblea.go.cr/Centro_de_informacion/Consultas_SIL/SitePages/ConsultaProyectos.aspx

United Nations Climate Change (UNFCCC). 2015. Paris Declaration on Electro-Mobility and Climate Change & Call to Action. (en línea). s.l., s.e. s.p. Consultado 31 jul. 2019. Disponible en <https://unfccc.int/media/521376/paris-electro-mobility-declaration.pdf>

Universidad Nacional (UNA) Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE); Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT); Salud, M de; Municipalidad de San José. 2015. Informe de Calidad del Aire Área Metropolitana de Costa Rica 2013-2015. (en línea). s.l., s.e. 74 p. Disponible en <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/noticias/noticias-2016/938-vi-informe-de-calidad-del-aire-de-la-gam-2013-2015>

Utgård, B. 2017. Esencialmente eléctrica : Cómo puede abanderar Costa Rica la movilidad eléctrica. s.l., s.e. 60 p.

Wang, N; Tang, L; Pan, H. 2017. Effectiveness of policy incentives on electric vehicle acceptance in China: A discrete choice analysis. (en línea). Transportation Research Part A: Policy and Practice 105:210–218. Disponible en <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0965856417303099>

Anexos

Anexo 1. Patrones de consumo de los encuestados

	Población 1 Dueños de VE	Población 2 Dueños de VCI
Cantidad de vehículos		
1	48,28%	64,16%
2	48,28%	26,62%
3	1,15%	6,14%
4	1,15%	1,37%
5	1,15%	1,71%
Tipo de vehículo		
Automóvil	95,40%	44,68%
Motocicleta	2,30%	27,23%
Todo terreno 4x4	1,15%	18,30%
Pick up 4x4		9,36%
Camión		0,43%
No indica	1,15%	
Clase de vehículo		
Nuevo	49,43%	28,94%
Usado	50,57%	71,06%
Kilómetros que conduce		
Menos de 10 km	5,75%	30,21%
Entre 11 y 30 km	35,63%	33,62%
Entre 31 y 50 km	36,78%	14,47%
Entre 51 y 70 km	13,79%	6,81%
Entre 71 y 100 km	2,30%	8,09%
Más de 100 km	5,75%	5,53%
Gasto en energía		
Menos de 10.000 colones	43,68%	9,36%
Entre 11.000 y 30.000 colones	49,43%	42,13%
Entre 31.000 y 50.000 colones	3,45%	24,68%
Entre 51.000 y 80.000 colones		12,34%
Más de 80.000 colones	1,15%	9,79%
No indica	2,30%	1,70%
Km de ida en viaje más largo		
Menos de 100 km	57,47%	53,62%
Entre 101 y 200 km	25,29%	25,96%
Entre 201 y 300 km	11,49%	9,36%
Más de 300 km	5,75%	7,23%
No indica		3,83%

Anexo 2. Cálculo de la DAP en el método paramétrico

. probit dap monto

Iteration 0: log likelihood = **-209.16009**
 Iteration 1: log likelihood = **-201.84279**
 Iteration 2: log likelihood = **-201.83944**
 Iteration 3: log likelihood = **-201.83944**

Probit regression

Number of obs = **305**
 LR chi2(1) = **14.64**
 Prob > chi2 = **0.0001**
 Pseudo R2 = **0.0350**

Log likelihood = **-201.83944**

dap	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
montodap	-1.31e-07	3.45e-08	-3.79	0.000	-1.98e-07	-6.32e-08
_cons	.6521743	.151015	4.32	0.000	.3561904	.9481583

. nlcom (vpprobit: -_b[_cons]/_b[monto])

vpprobit: **-_b[_cons]/_b[monto]**

dap	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
vpprobit	4983679	636127.1	7.83	0.000	3736893	6230465

Anexo 3. Estadística y coeficientes calculados con el modelo PROBIT

```
. probit dap montodap beneffinan benefparqueos benefparquim benefmarchamo benefimpue
> stos genero edad ingrmensualhogar
```

	log likelihood =					
Iteration 0:	-209.16009					
Iteration 1:	-191.95974					
Iteration 2:	-191.9303					
Iteration 3:	-191.9303					
benefparqu~s	.8039604	.2880835	2.79	0.005	.2393271	1.368594
benefparquim	.6367362	.2442228	2.61	0.009	.1580682	1.115404
benefmarch~o	.4796287	.1891356	2.54	0.011	.1089298	.8503277
benefimpue~s	.5192946	.1878231	2.76	0.006	.1511681	.8874212
genero	.0861964	.1572817	0.55	0.584	-.2220701	.3944629
edad	-.0020018	.0054475	-0.37	0.713	-.0126788	.0086752
ingrmensua~r	.07062	.039464	1.79	0.074	-.0067281	.147968
_cons	-.4835643	.4737701	-1.02	0.307	-1.412137	.4450081


```
. mfx compute
```

Marginal effects after probit
y = Pr(dap) (predict)
= .56453208

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% C.I.]	x
montodap	-5.82e-08	.00000	-4.15	0.000	-8.6e-08	-3.1e-08	3.8e+06	
benef~n*	.249878	.07488	3.34	0.001	.10312	.396636	.160656	
benefp~s*	.2793254	.08171	3.42	0.001	.119177	.439474	.098361	
benefp~m*	.2319955	.07906	2.93	0.003	.077046	.386945	.140984	
benefm~o*	.1884086	.07335	2.57	0.010	.044643	.332174	.609836	
benefi~s*	.2043048	.07275	2.81	0.005	.061721	.346888	.668852	
genero	.0339365	.06192	0.55	0.584	-.087428	.155301	1.64262	
edad	-.0007881	.00214	-0.37	0.713	-.004992	.003416	38.8164	
ingrme~r	.0278039	.01553	1.79	0.073	-.002641	.058249	3.14098	

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

Anexo 4. Cuestionario utilizado en las encuestas

Factores determinantes en la demanda de vehículos eléctricos en Costa Rica

Esta encuesta es parte de una investigación científica de la Universidad CATIE, con la cual queremos conocer mejor las preferencias de los costarricenses sobre la compra y utilización de vehículos de uso personal, ya sean estos de gasolina, diésel o eléctricos.

La encuesta es anónima, confidencial, y voluntaria y su propósito NO es venderle algún producto. La encuesta puede tardar aproximadamente 10 minutos. Agradecemos su participación.

Parte A. Pregunta sobre cantidad de vehículos

A1. ¿Cuántos vehículos tiene para su uso personal? Cualquier tipo de vehículo convencional o eléctrico (automóvil, motocicleta, pick up, etc.) *

- 0
- 1
- 2
- Otro:

Parte B. Preguntas sobre interés de compra

B1. ¿Tiene usted interés en comprar un vehículo en el 2019, ya sea nuevo o usado? Cualquier tipo de vehículo convencional o eléctrico (automóvil, motocicleta, pick up, etc.) *

- Sí, uno nuevo
- Sí, uno usado
- No

B2. ¿Por cuál razón no le interesa comprar un vehículo? Elija la opción más importante *

- No tengo dinero para mantener el vehículo
- No necesito un vehículo
- No sé / prefiero no contestar
- No tengo dinero para la compra del vehículo
- Prefiero usar el transporte público
- Otro:

Parte C. Preguntas sobre el vehículo actual

C1. ¿Qué clase de vehículo es el que utiliza principalmente, es decir, el vehículo que usa la mayoría del tiempo? *

- Automóvil
- Todo terreno 4X4

- Pick up 4x4
- Motocicleta
- No sé / prefiero no contestar
- Otro:

C2. Cuando usted compró el vehículo que utiliza principalmente, este era: *

- Nuevo
- Usado

C3. Cuando adquirió el vehículo que utiliza principalmente ¿cuáles de los siguientes factores influyó más en su elección? Elija las 2 opciones más importantes *

- Status que refleja el vehículo
- Tipo de energía o combustible que usa el vehículo
- No sé / prefiero no contestar
- Precio
- Tamaño del vehículo
- Bajos costos de mantenimiento
- Reputación del fabricante
- Bajo consumo de combustible
- Apariencia o diseño del vehículo
- Otro:

C4. ¿Cuántos kilómetros conduce en un día normal? *

- Menos de 10 km
- Entre 11 y 30 km
- Entre 31 y 50 km
- Entre 51 y 70 km
- No sé / prefiero no contestar
- Entre 71 y 100 km
- Más de 100 km

C5. ¿Cuánto gasta en energía o combustible para su vehículo MENSUALMENTE? *

- Menos de 10.000 colones
- Entre 11.000 y 30.000 colones
- Entre 31.000 y 50.000 colones
- Entre 51.000 y 80.000 colones
- Más de 80.000 colones
- No sé / prefiero no contestar

C6. Considerando el uso de su vehículo en el mes anterior, ¿aproximadamente cuántos kilómetros recorrió en su viaje más largo? Considerar únicamente los kilómetros de ida *

- Menos de 100 km

- Entre 101 y 200 km
- Entre 201 y 300 km
- Más de 300 km
- No sé / prefiero no contestar

C7. ¿Qué tipo de energía usa el vehículo que usted utiliza principalmente? *

- Gasolina
- Diesel
- Electricidad 100%
- Híbrido
- No sé / prefiero no contestar
- Otro:

Parte D. Preguntas sobre interés en vehículos eléctricos

En esta sección se le brindará información sobre vehículos eléctricos y se le consultará sobre su interés en ellos.

Un vehículo eléctrico tiene motor de electricidad, se deben recargar sus baterías periódicamente, no contamina y no hace ruido. Los modelos eléctricos disponibles en Costa Rica pueden recorrer 250 km con una carga completa, luego de eso debe recargarse en casa o en sitios predefinidos.

En el país existen beneficios para la compra y uso de vehículos eléctricos como la exoneración de impuestos, disminución en el pago de marchamo, no restricción vehicular, entre otros. También, el precio de un automóvil eléctrico NUEVO en Costa Rica ronda los 20 millones de colones mientras que uno de gasolina casi idéntico, tiene un costo aproximado de 13 millones. Por otro lado, un vehículo eléctrico USADO ronda los 11 millones mientras que uno de gasolina cuesta cerca de 8 millones de colones.

Según el comportamiento promedio de un costarricense, los vehículos eléctricos generan un ahorro neto de 500.000 colones anuales en combustible, además dado que tienen menos piezas, generan ahorros netos de 250.000 colones anuales en mantenimiento.

D1. ¿Cuál de los siguientes aspectos le gusta más de un vehículo eléctrico y aumenta su interés de comprar uno? Elija la opción más importante. (SOLO UNA) *

- No sé / prefiero no contestar
- No tener restricción vehicular
- Disminución del ruido
- Proteger al medio ambiente
- Exoneración de impuestos
- Ahorro en costos de mantenimiento
- Estar a la vanguardia en la tecnología
- Ahorro en combustible
- Otro:

D2. Además del factor anterior, ¿cuál es el otro que más le gusta de un vehículo eléctrico y aumenta su interés de comprar uno? Elija la segunda opción más importante. (SOLO UNA) *

- Exoneración de impuestos
- Ahorro en combustible
- Disminución del ruido
- Ahorro en costos de mantenimiento
- Estar a la vanguardia en la tecnología
- No sé / prefiero no contestar
- Proteger al medio ambiente
- No tener restricción vehicular
- Otro:

3. Para esta pregunta no existen respuestas correctas o incorrectas, solo queremos conocer su opinión. Para cada una las siguientes frases sobre los vehículos eléctricos indique si está de acuerdo o en desacuerdo. Le iré diciendo una a una las opciones, después de cada una indicar si está de acuerdo o en desacuerdo. *

	Estoy de acuerdo	Estoy en desacuerdo	No sé / prefiero no contestar
Los vehículos eléctricos tienen baja potencia y aceleración			
La vida útil de las baterías es corta			
El precio de los vehículos eléctricos es alto			
Hay poca disponibilidad de estaciones de carga			
El tiempo que tarda recargar las baterías es alto			
Reemplazar las baterías es costoso			
Hay poca disponibilidad de talleres mecánicos			
La cantidad de kilómetros que puedo recorrer con una carga es baja			

D4. A continuación le leeré los beneficios para la compra y uso de vehículos eléctricos que da la Ley 9518, indique cuáles de estos aumentan más su interés de comprar uno. Elija las 2 opciones más importantes. *

- Facilidades de crédito y financiamiento
- Uso de parqueos preferenciales
- Exoneración del pago de parquímetros
- No sé / prefiero no contestar
- Ninguno
- Disminución en el pago de marchamo
- Exoneración de impuestos
- No restricción vehicular

D5. ¿Cuál es su grado de interés en comprar un vehículo eléctrico? 1 es ningún interés y 5 el nivel de interés más alto. *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- No sé / prefiero no contestar

D6. ¿Qué tipo de vehículo tenía en mente cuando respondió la pregunta anterior? *

- Automóvil
- Todo terreno 4x4
- Pick up 4x4
- Motocicleta
- No sé / prefiero no contestar
- Otro:

Parte E. Disponibilidad a pagar

E1. Estaría dispuesto a comprar un vehículo eléctrico si costara lo mismo que uno de gasolina o diésel convencional? *

- Sí
- No
- No sé / prefiero no contestar

E2. LEA CON CALMA ESTA PREGUNTA: Suponga que usted tiene que elegir entre dos automóviles tipo sedán, similares en características como diseño, tamaño, etc. Uno de los automóviles es eléctrico y puede generarle ahorros netos anuales de ₡750.000 aproximadamente. El otro es de gasolina y tiene un costo de 13 MILLONES aproximadamente. ¿Estaría dispuesto a pagar _____ DE COLONES ADICIONALES por el automóvil eléctrico? No olvide tener en cuenta el PRESUPUESTO REAL DEL QUE DISPONE. *

- Sí
- No
- No sé / prefiero no contestar

1.000.000
2.000.000
4.000.000
5.000.000
7.000.000

E3. ¿Qué marca de vehículo tenía en mente cuando respondió positivamente la pregunta anterior? *

- Toyota
- Hyundai
- Nissan
- Honda
- Mitsubishi
- No sé / prefiero no contestar
- Otro:

E4. ¿Qué marca de vehículo tenía en mente cuando respondió negativamente la pregunta anterior? *

- Toyota
- Hyundai
- Nissan
- Honda
- Mitsubishi
- No sé / prefiero no contestar
- Otro:

E5. ¿Por qué no estaría dispuesto a pagar la cantidad adicional por un vehículo eléctrico? Elija las 2 opciones más importantes *

- Porque se sale de mi presupuesto
- Por el tiempo que tarda recargar la batería
- Porque no me gustan los modelos disponibles en el mercado
- Porque me preocupa el mantenimiento y la disponibilidad de talleres
- Porque me preocupa la vida útil y el costo de reemplazo de la batería
- Por ninguna razón
- Porque me preocupa la potencia del vehículo
- Por la disponibilidad de estaciones de recarga
- Por los kilómetros que puedo recorrer con una recarga completa
- No sé / prefiero no contestar
- Otro:

Parte F. Preguntas sobre experiencia con vehículos eléctricos

En esta sección se le consulta sobre su experiencia como usuario de vehículos eléctricos.

F1. ¿Para usted cuál es la mayor ventaja de tener un vehículo eléctrico? Elija la más importante. *

- Exoneración de impuestos
- Disminución del ruido
- No tener restricción vehicular
- Protección del medio ambiente
- Estar a la vanguardia en la tecnología
- Ahorro en mantenimiento
- Ahorro en combustible
- Otro:

F2. ¿Para usted cuál es la segunda ventaja más importante de tener un vehículo eléctrico? Elija la segunda más importante. *

- Ahorro en mantenimiento
- No sé / prefiero no contestar
- Estar a la vanguardia en la tecnología
- No tener restricción vehicular
- Disminución del ruido
- Ahorro en combustible
- Exoneración de impuestos
- Protección del medio ambiente
- Otro:

F3. Para cada una las siguientes frases sobre los vehículos eléctricos por favor indique con base en su experiencia si está de acuerdo o en desacuerdo: *

	Estoy de acuerdo	Estoy en desacuerdo	No sé / prefiero no contestar
Los vehículos eléctricos tienen baja potencia y aceleración			
La vida útil de las baterías es corta			
El precio de los vehículos eléctricos es alto			
Hay poca disponibilidad de estaciones de carga			
El tiempo que tarda recargar las baterías es alto			
Reemplazar las baterías es costoso			
Hay poca disponibilidad de talleres mecánicos			

La cantidad de kilómetros que puedo recorrer con una carga es baja			
No hay desventajas			

F4. ¿Cuáles de los siguientes incentivos fueron más importantes para usted al comprar su vehículo eléctrico? Elija las 2 opciones más importantes. *

- Disminución del pago de marchamo
- Facilidades de crédito y financiamiento
- Exoneración del pago de parquímetros
- No sé / prefiero no contestar
- Ninguno / no aplica
- Uso de parqueos preferenciales
- Exoneración de impuestos
- No restricción vehicular

F5. ¿Tuvo usted vehículo de gasolina o diésel antes de tener uno eléctrico? *

- Sí
- No

F6. ¿Cuánto ahorra MENSUALMENTE en combustible por el uso de su vehículo eléctrico si lo compara con lo que gastaba en un vehículo de combustión convencional? *

PONER LA CIFRA DE LA SIGUIENTE MANERA: 10000

28. F7. ¿Cuánto ahorra ANUALMENTE en mantenimiento por el uso de su vehículo eléctrico si lo compara con lo que gastaba en un vehículo de combustión convencional? *

PONER LA CIFRA DE LA SIGUIENTE MANERA: 100000

F8. ¿Compraría un vehículo convencional de gasolina/diésel otra vez? *

- Sí
- No
- No sé / prefiero no contestar

F9. ¿Cada cuánto carga su vehículo eléctrico? *

- Todos los días
- Cada 2 días
- 2 veces por semana
- 1 vez por semana
- No sé / prefiero no contestar

- Otro:

F10. ¿Dónde carga su vehículo eléctrico principalmente? Elija máximo 2 lugares. *

- En casa
- En estaciones de carga en centros comerciales
- En estaciones de carga propiedad de empresas de electricidad
- No sé / prefiero no contestar
- Otro:

F11. ¿Se ha sentido inseguro de realizar viajes extensos debido a la disponibilidad de estaciones de carga? *

- Sí
- No
- No sé / prefiero no contestar

F12. ¿Adónde le gustaría mayormente que se colocaran puntos de recarga? Elija máximo 2 lugares. *

- Centros comerciales
- Hoteles
- Carretera
- Centros de trabajo
- Restaurantes
- Otro:

F13. ¿Compraría un vehículo eléctrico otra vez? *

- Sí
- No
- No sé / prefiero no contestar

Parte G. Preguntas sobre comportamiento ambiental

G1. ¿Recicla basura regularmente? *

- Sí
- No
- No sé / prefiero no contestar

G2. ¿Cuándo conduce su vehículo mayormente lo hace solo o acompañado? *

- Solo
- Acompañado
- No sé / prefiero no contestar

G3. ¿Hace usted carpooling? Carpooling se refiere a compartir el vehículo con otras personas para ir al trabajo, por ejemplo. *

- Sí
- No
- No sé / prefiero no contestar

Parte H. Preguntas socioeconómicas

H1. Sola para confirmar, ¿usted es hombre o mujer? *

- Mujer
- Hombre
- Prefiero no contestar
- Otro:

H2. ¿Cuál es su edad? *

H3. ¿Cuál es el estado de la propiedad de su vivienda? *

- Propia totalmente pagada
- Propia pagando a plazos
- Alquilada
- No sé / prefiero no contestar
- Otro:

H4. ¿Vive usted en la gran área metropolitana? *

- Sí
- No
- No sé / prefiero no contestar

H5. ¿Cuál es su nivel de educación más alto? *

- Primaria incompleta
- Primaria completa
- Secundaria incompleta
- Secundaria completa
- Universitaria incompleta
- Universitaria completa
- Ninguno
- No sé / prefiero no contestar
- Otro:

H6. ¿Cuál es el rango de ingreso mensual de su hogar? Esta respuesta es opcional. *

- Menos de 500.000
- Entre 500.000 y 750.000
- Entre 750.000 y 1.000.000
- Entre de 1.000.000 y 1.500.000
- Entre 1.500.000 y 2.000.000

- Más de 2.000.000
- No sé / prefiero no contestar

H7. Indique el nombre del encuestador *
