

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**PROPUESTA DE UN MODELO FINANCIERO PARA LA
RENOVACIÓN DE LA FLOTA VEHICULAR A MODELOS
ELÉCTRICOS EN LA SEDE CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA**

Trabajo final de graduación sometido a la consideración de la
Comisión del Programa de Estudios del Posgrado en Administración y
Dirección de Empresas para optar al grado y título de Maestría
Profesional en Administración y Dirección de Empresas, con énfasis
en Finanzas

ARLEEN GABRIELA CASTILLO JIMÉNEZ

CARLOS ANDRÉS GONZÁLEZ CÓRDOBA

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica
2020

DEDICATORIA

A abuelito, quien siempre tuvo una buena historia que contar y hoy desde el cielo
cuida a todos sus Sevillas.

Arleen Gabriela Castillo Jiménez

A mi familia, que siempre me han apoyado.

Carlos Andrés González Córdoba

AGRADECIMIENTOS

Quiero extender mi agradecimiento primeramente a **Dios**, por ayudarme una vez más a cumplir una meta y cerrar un ciclo; a **Adrián**, porque su ayuda siempre ha sido incondicional; a **mis compañeros y amigos** de la maestría, quienes me ayudaron cuando fue necesario; a **don Javier S. y a don Orlando S.**, por su ayuda; a **Andrés**, por la paciencia de querer realizar este trabajo en conjunto conmigo; a doña **Olga Córdoba** por ayudarnos con la lectura de todo el trabajo; a **los profesores Jorge Vargas y Alexander Sandoval**, por su apoyo en la parte académica para lograr culminar este trabajo; y a la **Universidad de Costa Rica**, especialmente al **Área de Servicios Generales**, por brindarnos tanta información como fue posible para la realización de este trabajo.

¡GRACIAS!

Arleen Gabriela Castillo Jiménez

En primer lugar, a **Dios**, por permitirme llegar a este punto de mi vida y darme la oportunidad de seguir preparándome; a **mi familia**, por todo el apoyo que me ha brindado durante esta etapa; a **Arleen**, mi compañera de proyecto, por su apoyo y constancia durante esta investigación; a **mis compañeros de maestría**, con quienes compartí este periodo de aprendizaje; a **nuestro asesor, Alexander Sandoval**, por la guía durante este estudio; al **profesor Jorge Vargas**, por su apoyo; y a la **Universidad de Costa Rica**, por permitirnos realizar esta investigación, especialmente al **Ing. Jeffrey Dimarco y al Ing. Emerson Castillo**, por toda la ayuda brindada.

¡GRACIAS!

Carlos Andrés González Córdoba

“Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios del **Posgrado en Administración y Dirección de Empresas** de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de **Maestría Profesional en Administración y Dirección de Empresas, con énfasis en Finanzas.**”

GUSTAVO
ADOLFO BADO
ZUÑIGA (FIRMA)

Firmado digitalmente por
GUSTAVO ADOLFO BADO
ZUÑIGA (FIRMA)
Fecha: 2020.11.11 16:15:34
-06'00'

MBA, Gustavo Bado Zúñiga

Representante del Decano del Sistema de Estudios de Posgrado

JORGE ALEJANDRO
VARGAS SALAZAR
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
JORGE ALEJANDRO
VARGAS SALAZAR (FIRMA)
Fecha: 2020.11.05 11:07:51
-06'00'

MBA, Jorge Alejandro Vargas Salazar

Profesor Tutor

Alexander
Sandoval Loria

Firmado digitalmente por
Alexander Sandoval Loria
Fecha: 2020.11.01 22:31:08
-06'00'

MBA, Alexander Sandoval Loria

Asesor Académico

ROSIBEL
GONZALEZ
CORDERO (FIRMA)

Firmado digitalmente
por ROSIBEL GONZALEZ
CORDERO (FIRMA)
Fecha: 2020.11.06
13:21:06 -06'00'

MBA, Rosibel González Cordero

Asesor de la Empresa.

RIDIGUER ARTAVIA
BARBOZA

Firmado digitalmente por
RIDIGUER ARTAVIA BARBOZA
Fecha: 2020.11.11 16:57:37
-06'00'

MSc, Rídiguer Artavia Barboza

Director del Programa en Administración y Dirección de Empresas.

ARLEEN GABRIELA
CASTILLO
JIMENEZ (FIRMA)

Firmado digitalmente por
ARLEEN GABRIELA
CASTILLO JIMENEZ (FIRMA)
Fecha: 2020.10.28 11:14:47
-06'00'

Arleen Gabriela Castillo Jiménez
Sustentante

CARLOS ANDRES
GONZALEZ
CORDOBA (FIRMA)

Firmado digitalmente por
CARLOS ANDRES GONZALEZ
CORDOBA (FIRMA)
Fecha: 2020.10.28 11:29:52
-06'00'

Carlos Andrés González Córdoba
Sustentante

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
HOJA DE APROBACION	IV
TABLA DE CONTENIDOS	V VI VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
LISTA DE TABLAS Y ANEXOS	X XI
LISTA DE FIGURAS	XII XIII
LISTA DE ABREVIATURAS	XIV XV
JUSTIFICACIÓN	XVI XVII
PROBLEMA	XVIII XIX
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	XX
Objetivo general	XX
Objetivos específicos	XX
ALCANCES Y LIMITACIONES	XXI
Alcances	XXI
Limitaciones	XXII
1. CAPÍTULO I. Desarrollo teórico fundamental e importancia de la descarbonización	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Panorama energético de Costa Rica	4
1.3 Emisiones de gases efecto invernadero en Costa Rica	6
1.4 Plan de descarbonización para Costa Rica	11
1.5 Tipos de vehículos eléctricos	15
1.6 Tipos de estaciones de carga	16

1.7 Políticas para la reducción de emisiones de gases efecto invernadero.	17
1.8 Perspectivas teóricas	18
1.9 Metodología de la investigación	22
1.9.1 Descripción del contexto del sitio	22
1.9.2 Organismo	22
1.9.3 Cuadro de variables	22
1.9.4 Técnicas para la realización de la investigación	23
2. CAPÍTULO II. Descripción de la empresa	25
2.1 Historia y generalidades sobre la Universidad	25
2.2 Funciones y conformación de la Universidad	30
2.3 Fin social de la Universidad de Costa Rica	35
2.3.1 Programa de Educación	36
2.3.2 Programa de Gestión de Riesgo	36
2.3.3 Programa de Discapacidad	37
2.3.4 Programas de Comunicación	38
2.3.5 Programas de Acción Social	38
2.3.6 Programas de Salud	39
2.4 Inventario de vehículos dentro de la Universidad	40
2.5 Legislación para la Universidad de Costa Rica	43
2.5.1 Legislación para el Sistema de Remate o Desecho de Vehículos.	49
3. CAPÍTULO III. Panorama vehicular en la Universidad de Costa Rica	54
3.1 Gestión vehicular interna en la sede Rodrigo Facio	54
3.2 Presupuestos en la Universidad de Costa Rica	62
3.3 Vehículos eléctricos en la Universidad de Costa Rica.	67
3.3.1 Ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos	67
3.3.1.1 Costo de propiedad	70
3.3.1.2 Costo de adquisición	70
3.3.1.3 Funcionalidad	71
3.4 Análisis de autonomías de los vehículos eléctricos en Costa Rica	71
4. CAPÍTULO IV. Modelo financiero del proyecto	77
4.1 Plan de vehículos por renovar en la Universidad de Costa Rica	77
4.2 Análisis de estaciones de carga para la Universidad de Costa Rica	79
4.3 Costos asociados a la compra de vehículos	82
4.3.1 Garantía de los vehículos	82
4.3.1.1 Garantía de los vehículos de gasolina	82

4.3.1.2 Garantía de los vehículos eléctricos _____	83
4.3.2 Marchamos de los vehículos _____	83
4.3.2.1 Marchamos de los vehículos de gasolina _____	83
4.3.2.2 Marchamos de los vehículos eléctricos _____	84
4.3.3 Mantenimiento de los vehículos _____	85
4.3.3.1 Costo por mantenimiento de vehículo de gasolina _____	85
4.3.3.2 Costo por mantenimiento de vehículo eléctrico _____	87
4.3.4 Consumo por tipo de vehículo _____	89
4.3.4.1 Costo por consumo de gasolina _____	89
4.3.4.2 Costo por consumo de electricidad _____	90
4.3.5 Baterías de vehículos _____	91
4.3.5.1 Baterías de vehículos de gasolina _____	91
4.3.5.2 Baterías de vehículos eléctricos _____	92
4.4 Inflación _____	94
4.5 Depreciaciones _____	95
4.6 Flujo de caja del proyecto _____	95
4.6.1. Flujo de caja para compra de vehículos de gasolina _____	96
4.6.2. Flujo de caja para compra de vehículos modelo eléctrico _____	99
4.7 Beneficios de comprar vehículos eléctricos _____	106
4.7.1. Beneficio financiero de comprar vehículos eléctricos _____	106
4.7.2. Beneficio ecológico de comprar vehículos eléctricos _____	108
4.8 Cuadro resumen de ventajas y desventajas de los vehículos. _____	110
5. CAPÍTULO V. Conclusiones y recomendaciones _____	112
5.1 Conclusiones _____	112
5.2 Recomendaciones _____	115
REFERENCIAS _____	117
ANEXOS _____	125

RESUMEN

La Universidad de Costa Rica, reconocida institución a nivel latinoamericano que se encuentra en el puesto 844 del *ranking* mundial de universidades, siempre ha procurado mantenerse como la mejor universidad de Costa Rica, actualizando su infraestructura, para ofrecerle a su estudiantado una educación de calidad con tecnología de punta.

Esta investigación —que forma parte del proyecto de graduación de la Maestría Profesional en Administración y Dirección de Empresas, con énfasis en Finanzas— presenta una propuesta de un modelo financiero que tome en cuenta todas las variables de un proyecto de inversión, para que la Universidad de Costa Rica, en su sede central, tenga una base para determinar el costo de cambiar su flotilla vehicular a una de tecnología eléctrica.

Con el avance de la tecnología y la intención de disminuir las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, así como en seguimiento de la línea país en temas de ambiente, especialmente el Plan Nacional de Descarbonización, el objetivo de este trabajo es generar un modelo financiero con el cual la institución se pueda guiar para la toma de decisiones con respecto a la migración a la tecnología eléctrica en el ámbito del transporte terrestre, teniendo en cuenta la inversión requerida y los costos asociados para cada caso, comparando dos posibles escenarios: el primero de ellos, la compra de vehículos de combustible fósil; y el segundo, la migración a tecnologías limpias, en este caso, vehículos eléctricos.

A nivel académico, este proyecto nace de la importancia que generan los estudios técnicos y financieros para la evaluación de los proyectos en general, logrando analizar todas las variables, con el fin de determinar la viabilidad de estos. Para la Universidad de Costa Rica, esta investigación es un pequeño aporte que contribuye a la implementación de un proyecto institucional que forma parte de la legislación, con el compromiso país de descarbonizar Costa Rica.

Arleen Gabriela Castillo Jiménez

Carlos Andrés González Córdoba

ABSTRACT

The *Universidad de Costa Rica*, recognized institution at the Latin American level is listed at 844 on the university's world ranking, has always strived to remain as the best university in Costa Rica, updating its infrastructure to offer students a quality education with cutting edge technology.

This investigation – framed within the graduation project for the Professional Master degree in Business Administration and Management, emphasis in Finances – offers a financial model proposal which takes into account all variables for an investment project, so that Universidad de Costa Rica, main campus, has a criterion to determine costs to change its vehicular fleet to an electrical one.

With technological advancement and the intention to decrease carbon dioxide emissions into the atmosphere, as well as following the country's guidelines in regards to environmental topics, especially the National Plan for Decarbonization, this project's objective is to generate a financial model with which the institution may be guided to decision making concerning migration to electrical technology in regards to the land transportation area, taking into account the required investment and the associated costs for each case, comparing two possible scenarios, the first one: the purchase of fossil fuel vehicles; and the second, the migration to clean technologies, in this case, electrical vehicles.

At the academic level, this project arises from the importance that technical and financial studies create for the assessment of general projects, achieving all variables analysis, to determine their feasibility. For the *Universidad de Costa Rica*, this research is a small contribution to the implementation of an institutional project within a legislation framework, with the commitment to decarbonize Costa Rica.

Arleen Gabriela Castillo Jiménez

Carlos Andrés González Córdoba

LISTA DE TABLAS Y ANEXOS

TABLA N.º 1.1. TIPOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. _____	16
TABLA N.º 1.2. CUADRO DE VARIABLES DEL PROYECTO. _____	23
TABLA N.º 2.1. RECTORES DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. _____	27
TABLA N.º 2.2. CIFRAS DE VEHÍCULOS ACTIVOS REGISTRADOS PARA LA UCR. _____	40
TABLA N.º 2.3. CIFRAS DE VEHÍCULOS ACTIVOS REGISTRADOS PARA LA SEDE RODRIGO FACIO. _____	42
TABLA N.º 3.1. FLOTA VEHICULAR DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. _____	54
TABLA N.º 3.2. CONSUMO DE COMBUSTIBLE SEDE RODRIGO FACIO PARA EL AÑO 2018 Y 2019. _____	57
TABLA N.º 3.3. COMPARACIÓN DE MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS GOLF, VOLKSWAGEN. _____	69
TABLA N.º 3.4. COMPARACIÓN DE COSTO DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO Y UN VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN. _____	71
TABLA N.º 3.5. LISTA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN COSTA RICA A MARZO DEL 2020. _____	75
TABLA N.º 4.1. VEHÍCULOS DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA POR SER RENOVADOS. _____	78
TABLA N.º 4.2. COSTO DE ADQUISICIÓN DE LOS VEHÍCULOS PROPUESTOS. _____	78
TABLA N.º 4.3. GARANTÍA DE LOS VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN PROPUESTOS. _____	83
TABLA N.º 4.4. GARANTÍA DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. _____	83
TABLA N.º 4.5. COSTO ANUAL DE MARCHAMOS PARA VEHÍCULOS DE GASOLINA. _____	84
TABLA N.º 4.6. COSTO ANUAL DE MARCHAMOS PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. _____	84
TABLA N.º 4.7. COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO HYUNDAI GRAND I10 SEDÁN. _____	85
TABLA N.º 4.8. COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO SUZUKI S CROSS. _____	86
TABLA N.º 4.9. COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO HONDA GL150. _____	87
TABLA N.º 4.10. COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. _____	89
TABLA N.º 4.11. COSTO ANUAL DE CONSUMO DE GASOLINA PARA LOS VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN. _____	90
TABLA N.º 4.12. COSTO ANUAL DE CONSUMO DE ELECTRICIDAD PARA LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. _____	90
TABLA N.º 4.13. AHORROS PROYECTADOS DE ACUERDO CON EL CONSUMO DE GASOLINA Y ELECTRICIDAD. _____	91
TABLA N.º 4.14. GARANTÍA Y COSTO DE LAS BATERÍAS PARA LOS VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN. _____	92
TABLA N.º 4.15. GARANTÍA Y COSTO DE LAS BATERÍAS PARA LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. _____	92
TABLA N.º 4.16. FLUJO DE CAJA. COMPRA DE VEHÍCULOS DE GASOLINA SEGÚN EL ESCENARIO 3. _____	97
TABLA N.º 4.17. FLUJO DE CAJA. COMPRA DE VEHÍCULOS DE ELÉCTRICOS SEGÚN ESCENARIO 3 Y SEDÁN HYUNDAI IONIQ ELECTRIC. _____	100
TABLA N.º 4.18. FLUJO DE CAJA. COMPRA DE VEHÍCULOS DE ELÉCTRICOS SEGÚN ESCENARIO 3 Y SEDÁN NISSAN LEAF. _____	104
TABLA N.º 4.19. EMISIONES DE GEI PROYECTADAS PARA LOS VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN. _____	109
TABLA N.º 4.20. EMISIONES DE GEI PROYECTADAS PARA LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS. _____	109
ANEXO N.º 1. PRESUPUESTO PARA LA PARTIDA DE EQUIPO DE TRANSPORTE 5010200. _____	125
ANEXO N.º 2. PRESUPUESTO PARA LA PARTIDA DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES 2010100. _____	125

ANEXO N.º 3. PRESUPUESTO PARA LA PARTIDA DE REPUESTOS 20402.	126
ANEXO N.º 4. COMPRAS DE VEHÍCULOS INSTITUCIONALES PARA LA UCR.	127
ANEXO N.º 5. VARIACIÓN DE PRECIOS DE LA GASOLINA SUPER.	130
ANEXO N.º 6. FLUJO DE CAJA. COMPRA DE VEHÍCULOS DE GASOLINA SEGÚN ESCENARIO 1.	131
ANEXO N.º 7. FLUJO DE CAJA. COMPRA DE VEHÍCULOS DE GASOLINA SEGÚN ESCENARIO 2.	132
ANEXO N.º 8. FLUJO DE CAJA. COMPRA DE VEHÍCULOS DE GASOLINA SEGÚN ESCENARIO 3.	133
ANEXO N.º 9. FLUJO DE CAJA. COMPRA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN ESCENARIO 1 Y SEDÁN HYUNDAI IONIQ ELECTRIC.	134
ANEXO N.º 10. FLUJO DE CAJA. COMPRA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN ESCENARIO 1 Y SEDÁN NISSAN LEAF.	135
ANEXO N.º 11. FLUJO DE CAJA. COMPRA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN ESCENARIO 2 Y SEDÁN HYUNDAI IONIQ ELECTRIC.	136
ANEXO N.º 12. FLUJO DE CAJA. COMPRA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN ESCENARIO 2 Y SEDÁN NISSAN LEAF.	137
ANEXO N.º 13. FLUJO DE CAJA. COMPRA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN ESCENARIO 3 Y SEDÁN HYUNDAI IONIQ ELECTRIC.	138
ANEXO N.º 14. FLUJO DE CAJA. COMPRA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS SEGÚN ESCENARIO 3 Y SEDÁN NISSAN LEAF.	139
ANEXO N.º 15. RESUMEN DE FLUJOS DE CAJA ANALIZADOS.	140

LISTA DE FIGURAS

<i>FIGURA N.º 1.1.</i> EMISIONES PER CÁPITA EN DIFERENTES REGIONES Y PAÍSES GRANDES. _____	2
<i>FIGURA N.º 1.2.</i> COSTA RICA: ESTRUCTURA DE LA MATRIZ DE GENERACIÓN ELÉCTRICA DEL 2014. _____	4
<i>FIGURA N.º 1.3.</i> COSTA RICA: EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA POR FUENTE 1989-2014. _____	5
<i>FIGURA N.º 1.4.</i> ESTRUCTURA DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA POR FUENTE EN EL MUNDO Y EN COSTA RICA, 2012. _____	5
<i>FIGURA N.º 1.5.</i> PORCENTAJE DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RENOVABLE PARA COSTA RICA Y OTROS PAÍSES, 2014. _____	6
<i>FIGURA N.º 1.6.</i> EMISIÓN DE GASES CON EFECTO INVERNADERO COMO CO ² EQUIVALENTE PARA EL AÑO 2012. FUENTE: CHACÓN <i>ET AL.</i> , 2015. _____	6
<i>FIGURA N.º 1.7.</i> EMISIÓN DE GEI EXPRESADOS COMO CO ₂ EN EL SECTOR TRANSPORTE. _____	8
<i>FIGURA N.º 1.8.</i> VEHÍCULOS POR CADA MIL HABITANTES, SEGÚN PAÍS. _____	9
<i>FIGURA N.º 1.9.</i> EMISIONES TOTALES DE CO ² Y DEL SECTOR TRANSPORTE. _____	10
<i>FIGURA N.º 1.10.</i> EMISIONES DE CO ² POR HABITANTE, 2014. _____	11
<i>FIGURA N.º 1.11.</i> BARRILES DE PETRÓLEO IMPORTADOS ANUALMENTE EN COSTA RICA. _____	14
<i>FIGURA N.º 1.12.</i> ETAPAS TEMPORALES DE PLAN DE DESCARBONIZACIÓN. _____	15
<i>FIGURA N.º 1.13.</i> TIPOS DE ESTACIONES DE CARGA. _____	17
<i>FIGURA N.º 1.14.</i> INCENTIVOS AL TRANSPORTE ELÉCTRICO EN AMÉRICA LATINA. _____	18
<i>FIGURA N.º 1.15.</i> METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO. _____	24
<i>FIGURA N.º 2.1.</i> UCR EN CIFRAS. _____	26
<i>FIGURA N.º 2.2.</i> SEDE RODRIGO FACIO, UCR. _____	29
<i>FIGURA N.º 2.3.</i> CIFRAS DE INFRAESTRUCTURA. _____	29
<i>FIGURA N.º 2.4.</i> ORGANIZACIÓN ACADÉMICA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. _____	30
<i>FIGURA N.º 2.5.</i> ÁREAS DE ATENCIÓN DE LOS PROGRAMAS INSTITUCIONALES DE LA UCR. _____	36
<i>FIGURA N.º 2.6.</i> DISTRIBUCIÓN DE LA FLOTA ACTIVA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. _____	41
<i>FIGURA N.º 2.7.</i> DISTRIBUCIÓN DE LA FLOTA ACTIVA DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. _____	42
<i>FIGURA N.º 2.8.</i> PORCENTAJES DE EXONERACIÓN DE ACUERDO CON EL VALOR CIF DEL VEHÍCULO. _____	44
<i>FIGURA N.º 3.1.</i> DISTRIBUCIÓN DE LA FLOTA POR UNIDAD EN LA SEDE RODRIGO FACIO. _____	55
<i>FIGURA N.º 3.2.</i> CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LA SEDE RODRIGO FACIO PARA EL AÑO 2018. _____	57
<i>FIGURA N.º 3.3.</i> CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LA SEDE RODRIGO FACIO PARA EL AÑO 2019. _____	58
<i>FIGURA N.º 3.4.</i> GRÁFICO DE EMISIONES DE TRANSPORTE DE LA SEDE RODRIGO FACIO 2018. _____	59
<i>FIGURA N.º 3.5.</i> GRÁFICO DE EMISIONES DE TRANSPORTE DE LA SEDE RODRIGO FACIO 2019. _____	59
<i>FIGURA N.º 3.6.</i> GRÁFICO DE UNIDADES DE MAYOR EMISIÓN. _____	60
<i>FIGURA N.º 3.7.</i> GRÁFICO DE EMISIONES EN LITROS EN EL SERVICIO DE TRANSPORTE INTERNO. _____	61
<i>FIGURA N.º 3.8.</i> GRÁFICO DE EMISIONES EN TONELADAS EN EL SERVICIO DE TRANSPORTE INTERNO. _____	61

FIGURA N.º 3.9. PRESUPUESTOS PARA LA PARTIDA DE EQUIPO DE TRANSPORTES EN LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN DATOS DE LA OFICINA DE PLANIFICACIÓN UNIVERSITARIA (UCR, 2020c).	64
FIGURA N.º 3.10. PRESUPUESTOS PARA LA PARTIDA DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES EN LA UCR.	64
FIGURA N.º 3.11. PRESUPUESTOS PARA LA PARTIDA DE REPUESTOS EN LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.	66
FIGURA N.º 3.12. LICITACIONES PARA LA COMPRA DE EQUIPOS DE TRANSPORTE POR MEDIO DEL SICOP. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN DATOS DE UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, 2020D.	66
FIGURA N.º 3.13. COSTE DE LA CONDUCCIÓN CON GASOLINA Y ELECTRICIDAD EN VEHÍCULOS COMPACTOS POR CADA 100 KM.	70
FIGURA N.º 3.14. AUTONOMÍA PROMEDIO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS DISPONIBLES EN COSTA RICA.	72
FIGURA N.º 3.15. PRECIO PROMEDIO DE LOS MODELOS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS DISPONIBLES EN COSTA RICA.	72
FIGURA N.º 3.16. PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE LAS PRUEBAS NEDC Y WLTP.	74
FIGURA N.º 4.1. TIPOS DE ESTACIONES DE CARGA.	80
FIGURA N.º 4.2. COSTO PROMEDIO DE LA GASOLINA SUPER.	89
FIGURA N.º 4.3. EVOLUCIÓN DEL PRECIO DE LAS BATERÍAS DE LITIO.	93
FIGURA N.º 4.4. PROYECCIÓN DE INFLACIÓN.	94
FIGURA N.º 4.5. BENEFICIOS DE COMPRAR UN VEHÍCULO ELÉCTRICO.	110

LISTA DE ABREVIATURAS

ASOMOVE: Asociación Costarricense de Movilidad Eléctrica.

BCCR: Banco Central de Costa Rica.

CB: Costo beneficio.

CBA: Costo beneficio anual.

CO²: Dióxido de carbono.

EPA: Environmental Protection Agency.

EPERLab: Laboratorio de Investigación en Potencia y Energía de la Universidad de Costa Rica.

GEI: Gases de efecto invernadero.

Gg: Giga toneladas.

ID: Índice de deseabilidad.

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censo.

IPC: Índice de precios al consumidor.

IPCC: Panel Intergubernamental para el Cambio Climático.

IVAi: Impuesto de valor agregado incluido.

kW: Kilowatt.

kWh: Kilowatt hora.

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía.

MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

NEDC: New European Driving Cycle.

OPLAU: Oficina de Planificación Universitaria.

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

RECOPE: Refinadora Costarricense de Petróleo.

RFID: Radio Frequency Identification.

SCIJ: Sistema Costarricense de Información Jurídica.

SICOP: Sistema de Compras Públicas.

TIR: Tasa interna de retorno.

UCR: Universidad de Costa Rica.

V: Voltios.

VAN: Valor actual neto.

VANA: Valor actual neto anualizado.

VE: Vehículo eléctrico.

VG: Vehículo de gasolina.

WLTP: World Harmonized Light-duty Vehicle Test Procedure.

JUSTIFICACIÓN

En concordancia con lo establecido en la legislación nacional y en seguimiento al Programa de Descarbonización planteado por el gobierno de Carlos Alvarado Quesada, así como a las políticas ambientales universitarias, es necesario contar con un plan presupuestario a un plazo de 10 a 15 años, en el que se analice la inversión, gastos asociados y tiempos de retorno, entre otros, para la sustitución de la flotilla vehicular de combustión a una flotilla vehicular eléctrica, con el fin de evaluar la viabilidad de migrar el 10 % de la flotilla actual a vehículos eléctricos acorde a lo que la legislación en Costa Rica especifica.

La Ley 9518 sobre Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico, en su artículo 18, establece que

se autoriza a las instituciones de la Administración Pública, empresas públicas y municipalidades para que promuevan la compra y la utilización de vehículos eléctricos que cumplan las especificaciones técnicas requeridas por la Administración Pública; dicha condición podrá comprobarse por medio de certificaciones ambientales y otro mecanismo válido establecido vía reglamento.

De igual manera, en el artículo 19 de la misma ley se señala que

la Administración Pública, las empresas públicas y las municipalidades realizarán la inversión necesaria para aquellas obras de infraestructura dirigidas al fortalecimiento y la promoción del transporte eléctrico, tales como centros de recarga, carriles exclusivos, parqueos preferenciales para vehículos eléctricos, redes ferroviarias y otros.

El Laboratorio de Investigación en Potencia y Energía de la Escuela de Ingeniería Eléctrica (EPERLab) de la Universidad de Costa Rica realizó, en marzo del 2019,

como parte de su marco investigativo, una indagación que concluyó en una propuesta para la Universidad sobre de transición de una flotilla vehicular basada en combustibles fósiles a una flotilla de vehículos eléctricos, la cual resume de manera sustancial que la Universidad posee 473 vehículos (a nivel de sedes y recintos) con alternativa híbridas o eléctricas. Además, expresa que “a diferencia de otras sustituciones tecnológicas, la sustitución de la flotilla vehicular se hace tomando en cuenta un criterio económico, ambiental y técnico” (Fuentes y Quirós, 2019, p. 2).

No obstante, el estudio en mención no especifica de manera detallada la propuesta para la transición de flotillas, con todas las variables que un análisis financiero requiere, y únicamente se basa en una comparativa sobre 11 posibles vehículos con potencial para ser sustituidos por eléctricos.

Por ende, es necesario contar con este estudio que facilite la toma de decisiones, con miras a migrar hacia tecnologías limpias, por lo cual este trabajo de investigación pretende aportarle a la Universidad de Costa Rica, un modelo financiero que permita realizar un análisis para estimar cuánto le va a costar la renovación de un porcentaje de su flotilla vehicular y que a su vez coadyuve al plan de implementación nacional en pro de descarbonizar el país.

Se pretende que el principal beneficiado, en caso de ser utilizada esta investigación, sea la Universidad de Costa Rica, la cual obtendría el beneficio directo del modelo financiero para estimar un presupuesto de ejecución del proyecto. Además, el país va a obtener un aprovechamiento, cuando la institución implemente el proyecto en pro del cumplimiento de la legislación que tiene como fin ayudar al medio ambiente. Por lo tanto, este proyecto contribuiría con la Universidad de Costa Rica a dar el primer paso, el cual se basa en estimar costos asociados, proyecciones de rentabilidades y retornos de inversión, además de tener la oportunidad de obtener un presupuesto que le facilite la toma de decisiones en el momento de renovar de la flota vehicular por parte de la Universidad.

PROBLEMA

En Costa Rica, a lo largo de los años la situación del transporte se ha convertido en una problemática nacional, debido a asuntos cuestionables como la calidad de la infraestructura vial y el tipo de vehículos que el mercado ofrece para la venta. Esto ha generado serios problemas ambientales, especialmente con el aumento de los gases de efecto invernadero; y problemas de movilidad urbana, como congestión vial, malas prácticas viales y deficiencias en los sistemas de transportes público, entre otros.

Estos problemas le generan al país diversos costos; de acuerdo con el Informe Estado de la Nación (Programa Estado de la Nación, 2018), capítulo 6, “Transporte y Movilidad: Retos en Favor del Desarrollo Humano”, “se estima que las externalidades negativas del transporte tienen un costo cercano a 3.146 millones de dólares anuales” (p. 227). Además, este mismo informe señala que “en el 2015 la contribución del transporte a la huella de carbono nacional fue de 4827.5 gigagramos de dióxido de carbono” (p. 242). En porcentajes del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), expuestos en su Plan Nacional de Energía 2015-2030, esto representa un 54 % de la huella a nivel país, del cual un 41 % es proveniente del parque automotor privado.

No obstante, los esfuerzos del Gobierno ante esta situación han ido sumando acciones, empezando por Ley 9518 sobre Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2018) y su reglamento; y, más reciente, el Plan de Descarbonización del Gobierno de Costa Rica (2019), para el periodo 2018-2050, con sus diferentes ejes.

La realidad universitaria no dista mucho de la realidad país, ya que la Universidad de Costa Rica, solo en su sede central, cuenta con un parque automotor de aproximadamente 541 vehículos (incluidos autobuses, motocicletas, vehículos, camiones y equipos agrícolas), los cuales, en su totalidad, son de combustión

(gasolina o diésel) y son los principales contribuyentes de las emisiones de gases efecto invernadero por parte de la institución.

Como parte de iniciativas entre diferentes órganos institucionales de Costa Rica, se han adquirido vehículos híbridos y eléctricos, con el fin de realizar estudios y determinar su posible uso en las actividades institucionales. La Universidad de Costa Rica se ha unido a esta iniciativa adquiriendo 3 vehículos eléctricos y 9 híbridos, los cuales se han utilizado como modelos de prueba y como primer acercamiento a la inclusión del transporte eléctrico dentro de sus instalaciones, con miras a fortalecer la innovación tecnológica dentro de la institución; sin embargo, a pesar de esta iniciativa, aún no se maneja un plan a largo plazo para descarbonizar la flota y por ende no se tienen las estimaciones financieras propias de un proyecto de este tipo.

Además de lo anterior, por regulaciones legislativas, la Universidad de Costa Rica debe ser parte de la incorporación al Plan Nacional de Descarbonización (Gobierno de Costa Rica, 2019), en donde por ley se establece que todas instituciones públicas deben trasladar, en un periodo de 10 a 15 años, el 10 % de su sistema vehicular de combustión a un sistema vehicular eléctrico.

En síntesis, el problema planteado para esta investigación se basa en cómo migrar el 10 % del parque vehicular que maneja la Universidad de Costa Rica en su sede central, a modelos 100 % eléctricos, mediante una propuesta financiera que evalúe un modelo financiero y que a su vez brinde información técnica, que coadyuve a la universidad a la incorporación de su flota vehicular al plan de descarbonización.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

1. Establecer una propuesta de un modelo financiero para la renovación de la flota vehicular a modelos eléctricos en la sede central de la Universidad de Costa Rica.

Objetivos específicos

1. Desarrollar el contexto teórico relacionado con la implementación de automóviles eléctricos, con el fin de fundamentar los conceptos que sustentan la aplicabilidad del modelo financiero en la propuesta para la Universidad de Costa Rica.
2. Analizar a la Universidad de Costa Rica como institución de enseñanza superior pública, así como su fin social, su conformación administrativa y financiera, y demás detalles que ayuden a visualizar la forma de implementar el modelo dentro de la Universidad de Costa Rica.
3. Determinar la forma en que la Universidad de Costa Rica trabaja su proceso actual de adquisición, mantenimiento y renovación de la flota vehicular, para obtener datos que reflejen la realidad universitaria.
4. Establecer la propuesta de cambio de la flota vehicular mediante la elaboración del modelo financiero que refleje la inversión asociada al proyecto.
5. Establecer las conclusiones y recomendaciones asociadas a la investigación, con el fin de que la Universidad de Costa Rica tenga una base para la toma de decisiones sobre la viabilidad del proyecto.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances

La Universidad de Costa Rica está presente en lo largo del país mediante distintas sedes y recintos, cada uno de ellos con presupuesto propio para la ejecución de sus funciones y actividades. Sin embargo, el presente trabajo se enfocará únicamente en la sede central, ubicada en San Pedro, San José. Esta sede cuenta con la mayor densidad poblacional, infraestructura y flotilla vehicular; y, además, abarca tres zonas o fincas: Campus Rodrigo Facio, Ciudad de la Investigación e Instalaciones Deportivas, en cada una de las cuales se encuentran oficinas y unidades, tanto académicas como administrativas, que tienen asignados uno o varios vehículos, los cuales entran dentro del alcance del proyecto.

Por otra parte, esta investigación se enfoca únicamente en presentar un proyecto de evaluación de análisis financiero para renovar la flotilla vehicular de la Universidad de Costa Rica en su sede central, por lo cual quedan por fuera del alcance de esta investigación todos los aspectos legales que tenga que atender la institución en cuanto a adquisición de activos. Sin embargo, a la hora de realizar el análisis financiero, sí se toma en cuenta el hecho de que la Universidad de Costa Rica, por ser un ente público, está exenta de impuestos.

Además, la renovación vehicular propuesta en este trabajo final de investigación asistida se enfoca únicamente en el segmento de automóviles tipo sedán y motocicletas, que son los que a nivel comercial el mercado ofrece con versión de modelo eléctrico.

Cabe mencionar que, como parte de la investigación, se cuenta con información institucional, suministrada por la Universidad de Costa Rica, a través de la Oficina de Servicios Generales; y que, además, se establece como supuesto que dicha información es real y reciente, para aplicarla al análisis financiero en que se fundamenta esta investigación. Asimismo, se establece que la propuesta financiera tomará como referencia el entorno económico actual del año, para el estudio como

tal y se utilizarán datos financieros de los activos de la Universidad de los últimos tres años como periodo.

Limitaciones

A continuación, se enumeran las limitaciones que se tuvieron para este proyecto:

1. Esta investigación se limita a crear un flujo de caja para la renovación de los vehículos a sistema eléctrico, que incluya todas las variables importantes que deban ser consideradas en dicho flujo.
2. El modelo financiero, producto final de este trabajo de investigación asistida, se limita a la renovación del 10 % de la flota vehicular de la sede central de la Universidad de Costa Rica.
3. Este trabajo final de investigación asistida tuvo como limitante la obtención de información comercial, como datos de costos reales y de mantenimiento de vehículos eléctricos por parte de las franquicias de ventas de automóviles del país.
4. Este trabajo, además, tiene como limitación la obtención de la información real del costo del marchamo de los vehículos, tanto de combustión como eléctricos, por lo cual se establecerá un promedio de acuerdo con la información que se encuentre de los noticieros de años anteriores.
5. En esta investigación se asume que los vehículos que van a ser sustituidos se trasladarán a las sedes regionales para darles fin a su ciclo de vida.
6. A pesar de poseer acceso a toda la información de la Universidad de Costa Rica necesaria para llevar a cabo esta investigación, una limitación es la prontitud con que se obtiene la información, ya que, al ser una institución del Estado, debe pasar por varias autorizaciones de distintas personas para que llegue propiamente a manos de los investigadores.



Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Arleen Gabriela Castillo Jiménez, con cédula de identidad 1-1338-0065, en mi condición de autor del TFG titulado Propuesta de un Modelo Financiero para la Renovación de la Flota Vehicular a Modelos Eléctricos en la Sede Central de la Universidad de Costa Rica.

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Arleen Gabriela Castillo Jiménez

Número de Carné: B79740 Número de cédula: 1-1338-0065

Correo Electrónico: agcj.22@gmail.com

Fecha: 28/10/2020 Número de teléfono: 8866-4596

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): MBA, Jorge A. Vargas Salazar.

ARLEEN
GABRIELA
CASTILLO
JIMENEZ (FIRMA)

Firmado digitalmente
por ARLEEN GABRIELA
CASTILLO JIMENEZ
(FIRMA)
Fecha: 2020.10.28
10:59:18 -06'00'

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.



Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Carlos Andrés González Córdoba, con cédula de identidad 1-1437-0690, en mi condición de autor del TFG titulado Propuesta de un Modelo Financiero para la Renovación de la Flota Vehicular a Modelos Eléctricos en la Sede Central de la Universidad de Costa Rica.

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Carlos Andrés González Córdoba

Número de Carné: B79734 Número de cédula: 1-1437-0690

Correo Electrónico: gcordoba.andres@gmail.com

Fecha: 28/10/2020 Número de teléfono: 8896-2833

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): MBA, Jorge A. Vargas Salazar.

CARLOS
ANDRES
GONZALEZ
CORDOBA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por CARLOS ANDRES
GONZALEZ
CORDOBA (FIRMA)
Fecha: 2020.10.28
11:27:08 -06'00'

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

1. CAPÍTULO I. Desarrollo teórico fundamental e importancia de la descarbonización

1.1 Antecedentes

El mundo está cada vez más cerca del punto crítico en que no podrá manejar las emisiones de dióxido de carbono y otros compuestos químicos que se emiten constantemente a la atmósfera. Estudios del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) revelan que las emisiones adicionales permisibles que pueden ingresar a la atmósfera sin exceder el umbral de los 2 grados Celsius son de unos 2,900.00 gigatoneladas de CO². Una vez que se exceda esta cantidad, sería necesaria una descarbonización total de la economía mundial, lo cual traería consecuencias para millones de personas alrededor del mundo. De acuerdo con estos estudios, si se continua con los actuales patrones de consumo, este escenario se volvería una realidad para el año 2040 (Vergara, Fenhann y Schletz, 2016).

Para América Latina y el Caribe, las consecuencias del aumento en la temperatura del planeta serían considerables, al estar la mayoría de estos países en vías de desarrollo, con patrones de consumo basados en combustibles fósiles. Según Vergara *et al.* (2016), “un calentamiento de esta magnitud inducirá cambios importantes en gran parte debido a su considerable pero intrínsecamente frágil capital natural y a su infraestructura vulnerable” (p. 02).

De acuerdo con estos autores, las consecuencias económicas asociadas a algunos de estos efectos serían aproximadamente de unos 100 mil millones de dólares para el año 2050 (Vergara *et al.*, 2016). Por lo que, uno de los primeros pasos y esfuerzos debe estar orientado a la descarbonización de la generación de energía a nivel mundial, buscando opciones procedentes de fuentes renovables. En América Latina y el Caribe, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son muy bajas comparadas con otros países a nivel mundial. Cómo se puede observar en la figura N.º 1.1 sobre emisiones per cápita en diferentes regiones y países grandes, la contribución de CO² por parte de América Latina y el Caribe para el 2012 fue de 4.6

gigatoneladas, muy por debajo de países como China, Asia y Estados Unidos (Vergara *et al.*, 2016).

Aunque en los países de América Latina y el Caribe la generación de energía se basa en fuentes renovables (un 48 % para el año 2014), aún se tiene una gran brecha en el uso de la energía para el transporte, así como en la implementación de sistemas intermodales eficientes.

De acuerdo con Kreuzer y Wilmsmeier (2014), desde los años 1990, la región de América Latina y el Caribe ha estado en período de crecimiento económico, lo cual ha generado un aumento en la demanda de movilidad y ha alterado sus patrones. Lamentablemente, la movilidad depende, hasta el momento, del consumo de combustibles fósiles.

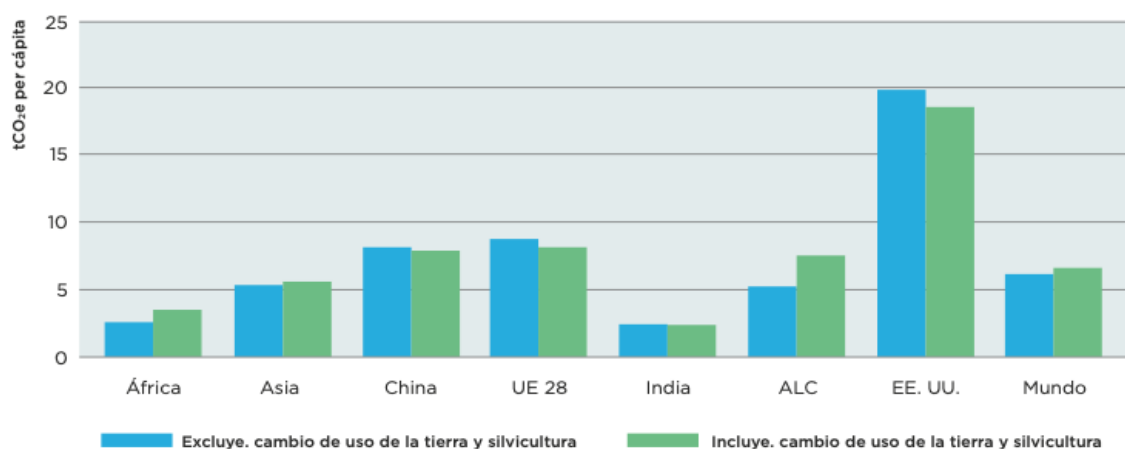


Figura N.º 1.1. Emisiones per cápita en diferentes regiones y países grandes.
Fuente: Vergara *et al.*, 2016.

A nivel mundial, la movilidad de personas y bienes representa aproximadamente el 20 % de la energía primaria consumida en el mundo, y de igual manera es la responsable del 40 % de las emisiones de dióxido de carbono (relacionado con la energía). La principal fuente de combustible en el sector de transporte es el petróleo.

Según Kreuzer y Wilmsmeier (2014), las principales razones por las cuales aún predomina el uso de este combustible fósil en el mundo son:

1. Alta densidad energética.

2. Competitividad en precio en comparación con otras alternativas.
3. La dependencia en las tecnologías e infraestructura de transporte heredadas y las dificultades que presenta su sustitución a gran escala.

Dado que la movilidad es una de las actividades cotidianas más importantes a nivel mundial, y una de las que consumen más energía (combustibles fósiles) y, por lo tanto, una fuente considerable de emisiones de GEI, es necesario revisar, identificar y proponer opciones de mejora, así como cambiar los patrones de consumo de energía migrando a tecnologías menos contaminantes, sin dejar de lado los aspectos financieros que pueden verse afectados por este cambio de cultura.

Es en este punto donde los países latinoamericanos deben resaltar sus ventajas competitivas frente a otras naciones, y una de ellas es la alta generación de energía a partir de fuentes renovables. De acuerdo con López y Galarza (2016), “Latinoamérica tiene una de las matrices de generación eléctrica con menores emisiones de CO², debido a la alta participación de generación hidroeléctrica y a un creciente desarrollo de las energías renovables no convencionales” (p. 27).

Según estos autores, comparativamente, América Latina es de las regiones del mundo con el más alto porcentaje de capacidad instalada de fuentes renovables, (para el 2012 representó un 58 %). Paraguay, Costa Rica y Brasil son los principales actores en el uso fuentes hidroeléctricas en la región, con el 100%, 90% y 80%, respectivamente, en el tema de capacidad instalada de la región.

Ante este panorama, y bajo la premisa de que la generación de energía dependerá de fuentes renovables, atacar el tema del transporte —específicamente la movilidad— es de suma importancia. Migrar a un sistema de transporte eléctrico es cada vez más factible, a través del uso vehículos eléctricos (buses, motocicletas y buses).

De acuerdo con López y Galarza (2016), el despliegue de la movilidad eléctrica en América Latina podría significar una disminución de las emisiones de dióxido de carbono equivalente de 1.4 gigatoneladas, así como un ahorro cercano a 85 mil millones de dólares para el periodo del 2016 al 2050.

1.2 Panorama energético de Costa Rica

De acuerdo con el Plan Nacional de Energía 2015-2030, y como se puede observar en figura N.º 1.2, la matriz energética de Costa Rica está compuesta principalmente por energía hidroeléctrica, geotérmica, térmica, eólica y solar (Herrera *et al.*, 2015).

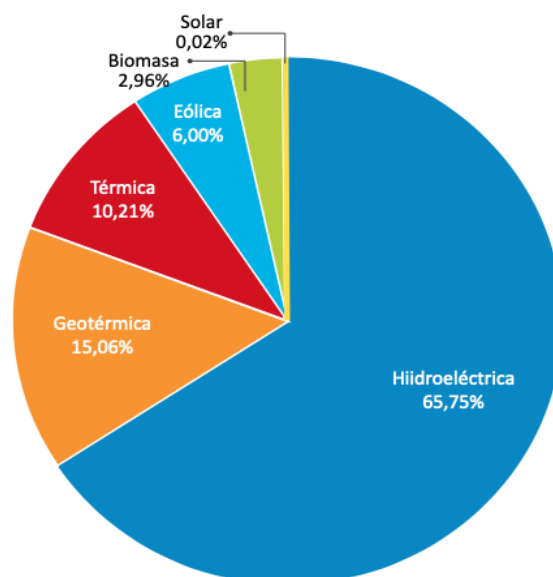


Figura N.º 1.2. Costa Rica: Estructura de la matriz de generación eléctrica del 2014.
Fuente: Herrera *et al.*, 2015.

Por otra parte, y como se muestra en la figura N.º 1.3, desde el año 1989, la principal fuente de generación eléctrica han sido las plantas hidroeléctricas, y la quema de combustibles para la generación eléctrica ha estado presente desde esos años. Sin embargo, y como se ve en la figura N.º 1.3, cada vez son más las fuentes de energía renovables que han ido aportando a la creciente demanda de energía eléctrica del país, desplazando a los combustibles fósiles (térmica).

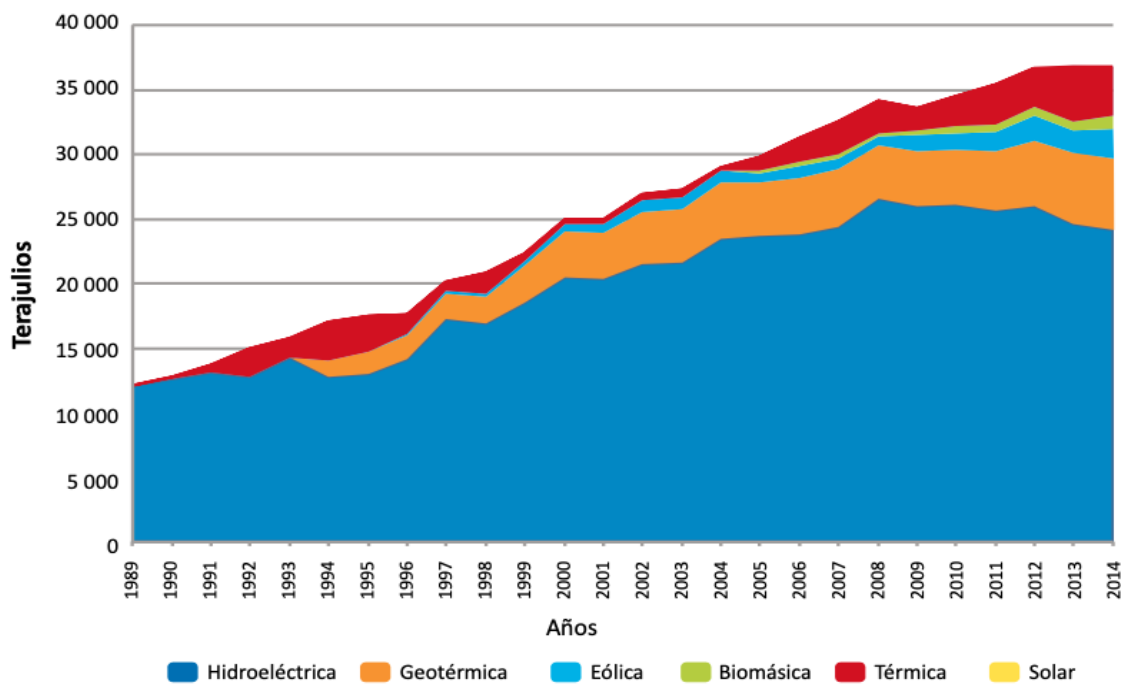


Figura N.º 1.3. Costa Rica: evolución de la generación eléctrica por fuente 1989-2014.
Fuente: Herrera *et al.*, 2015.

Si se compara la matriz energética del país con la de otras naciones, se puede observar que en Costa Rica prevalecen las fuentes renovables (92 %), mientras que en otros países estas fuentes son apenas del 21 %, como se muestra en la figura N.º 1.4.

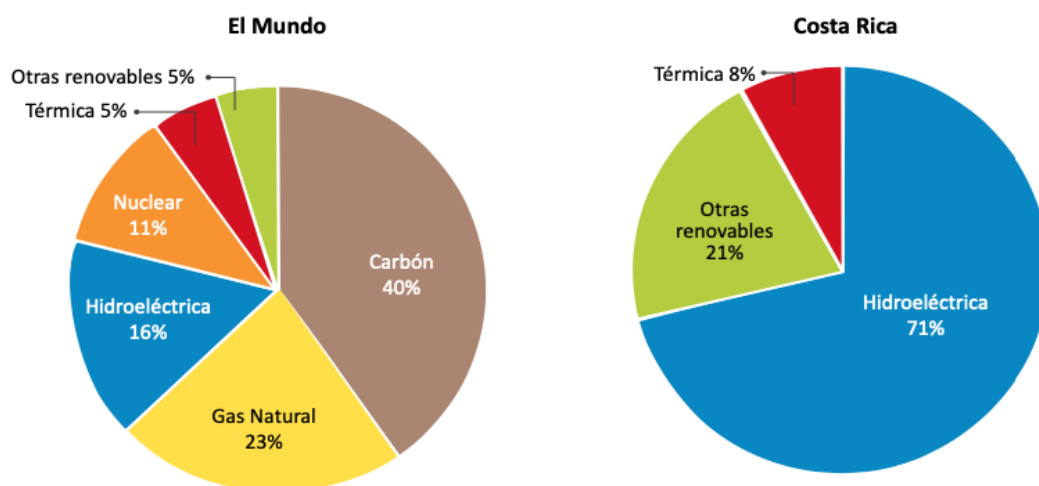


Figura N.º 1.4. Estructura de la generación eléctrica por fuente en el mundo y en Costa Rica, 2012.

Fuente: Herrera *et al.*, 2015.

En el mundo, Costa Rica es superado únicamente por Noruega, mientras que, en la región de América Latina y el Caribe, el país es líder en la generación de energía eléctrica mediante el uso de estas fuentes, tal como lo muestra la figura N.º 1.5.

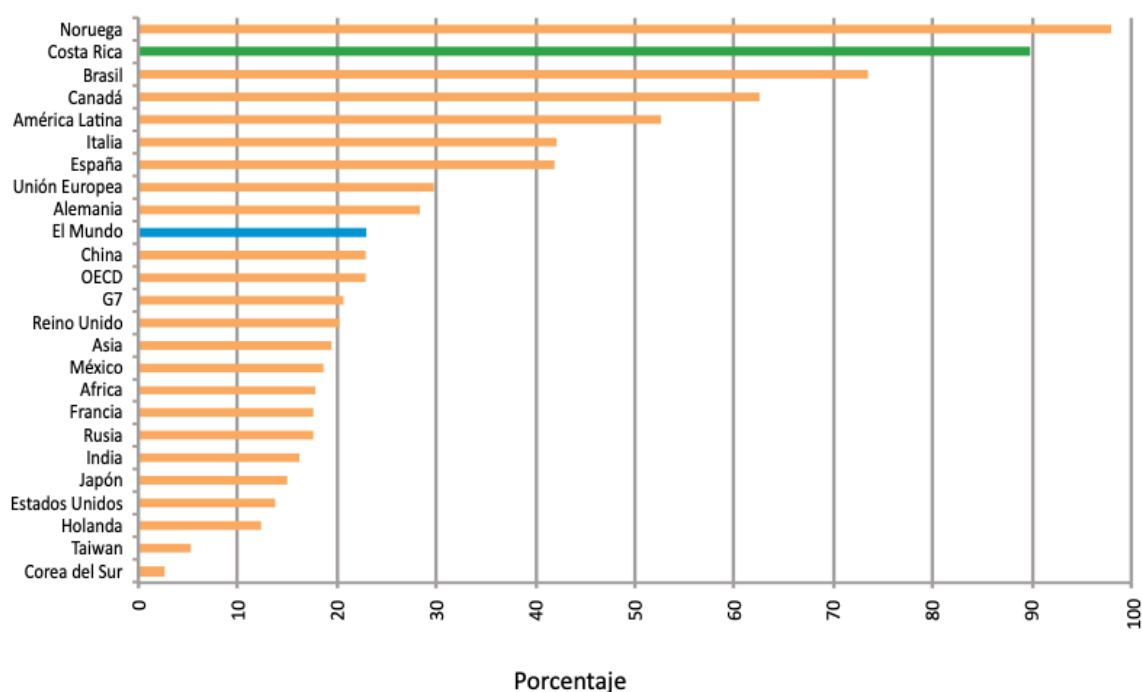


Figura N.º 1.5. Porcentaje de generación eléctrica renovable para Costa Rica y otros países, 2014.

Fuente: Herrera *et al.*, 2015.

1.3 Emisiones de gases efecto invernadero en Costa Rica

No obstante, de acuerdo con Chacón *et al* (2015), las emisiones totales por parte del país fueron de 11,250.20 gigatoneladas (figura N.º 1.6).

Fuente de emisión	Emisiones expresadas en CO ₂ equivalente (Gg)
Energía	7.213,83
Procesos industriales y uso de productos	980,70
Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra	1.119,36
Residuos	1.864,31
Total	11.250,20

Figura N.º 1.6. Emisión de gases con efecto invernadero como CO₂ equivalente para el año 2012. Fuente: Chacón *et al.*, 2015.

Estas emisiones están divididas a su vez por el aporte de cada una de las fuentes de emisión: energía, procesos industriales y uso de productos, agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, y residuos.

De acuerdo con Chacón *et al.* (2015), en el sector de energía se incluyen todas aquellas actividades de combustión de combustible que generan emisiones de GEI, ya sea por fuente móvil o estacionaria:

1. Fuente estacionaria:
 - a. Industrias de la energía.
 - b. Industrias de manufactura y construcción.
 - c. Otros sectores (residencial, comercial, agrícola y pesca).
2. Fuentes móviles:
 - a. Transporte terrestre.
 - b. Aviación civil.
 - c. Ferrocarriles.
 - d. Navegación marítima y fluvial.
 - e. Otro transporte (todo terreno).

En la subactividad de transporte terrestre —la cual comprende las emisiones de vehículos utilizados en vías terrestres, marítimas y aéreas— se cuantificaron unas 4,913.3 gigatoneladas (Gg) de dióxido de carbono equivalente, de las cuales 38.2 Gg de CO² equivalente son de fuentes aéreas y 4.2 Gg de CO² equivalente de fuentes marítimas. Realizando unos simples cálculos matemáticos y como se ejemplifica en la figura N.º 1.7, el mayor porcentaje de contribución lo generan los automóviles y carros para pasajeros con un 44.85 %.

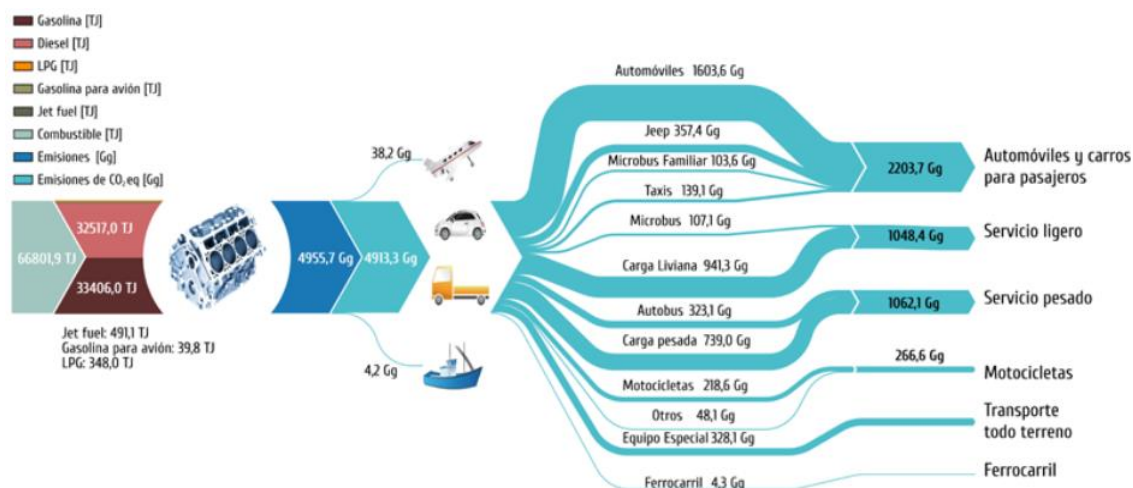


Figura N.º 1.7. Emisión de GEI expresados como CO₂ en el sector transporte.
Fuente: Chacón et al., 2015.

De acuerdo con el último Informe del Programa Estado de la Nación (2018), para el 2015 la contribución a la huella de carbono por parte del transporte fue de 4,827.5 gigatoneladas de CO₂ (hubo una reducción de 85.8 gigatoneladas de CO₂e).

De igual manera, estimaciones indican que la flota vehicular de Latinoamérica podría triplicarse en los próximos veinticinco años, llegando a niveles de 200 millones de unidades para el año 2050. Este crecimiento exponencial representará una demanda significativa en el consumo de combustibles fósiles; un aumento de las emisiones de dióxido de carbono, óxido de nitrógeno y dióxido de azufre; así como una serie de otros contaminantes dañinos para el ser humano y el ambiente (López y Galarza, 2016).

Si bien hay estudios que revelan —como se ha podido ver en las figuras anteriores sobre las fuentes de generación de energía eléctrica— que

si bien la introducción de vehículos eléctricos sin duda reduce el consumo de combustibles fósiles en el sector del transporte tradicional, podría no tener el mismo impacto positivo en el balance energético global dado que algunos países generan electricidad a partir del carbón, petróleo y gas (Kreuzer & Wilmsmeier, 2014, p. 24).

Sin embargo, y tomando en cuenta el alto porcentaje de generación a través de fuentes renovables que tiene Costa Rica, la migración al uso de vehículos eléctricos se vuelve cada vez más interesante desde el punto de vista ambiental.

De acuerdo con el Informe del Programa Estado de la Nación (2018), “Costa Rica es uno de los países latinoamericanos con más vehículos por mil habitantes (231 unidades), sólo superado por Argentina (315 unidades/1000) y México (278 unidades/1000)” (p. 227), tal y como se muestra en la figura N.º 1.8. Según este informe, “se estima que las externalidades negativas del transporte tienen un costo cercano a 3,146.00 millones de dólares anuales” (p. 227).



Figura N.º 1.8. Vehículos por cada mil habitantes, según país.

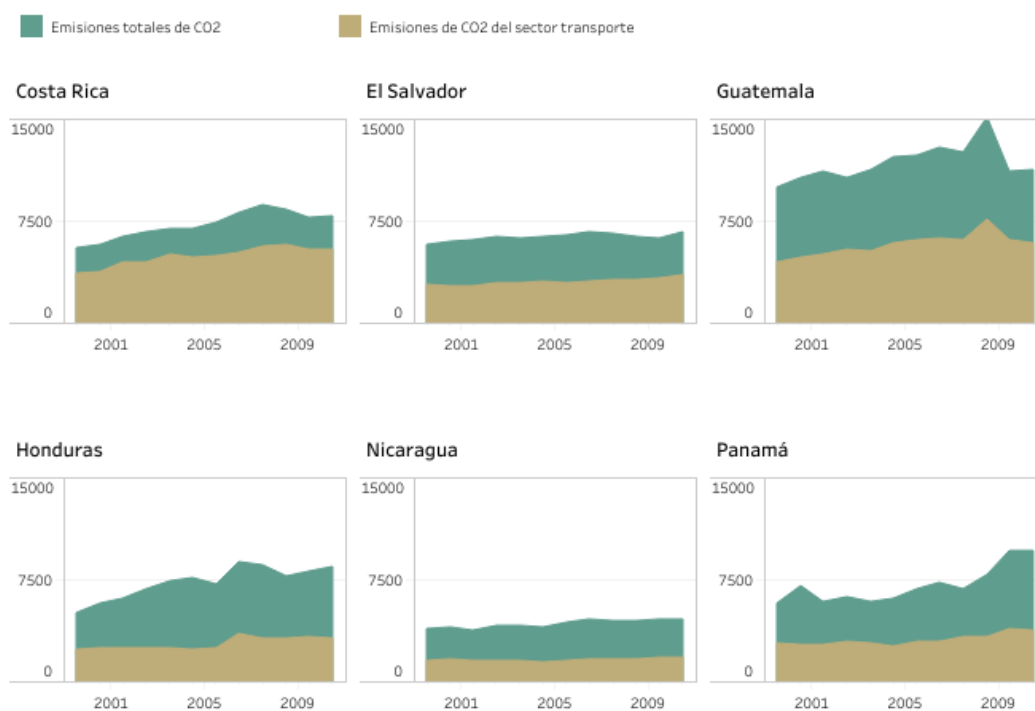
Fuente: Estado de la Nación, 2018.

Además, las Estadísticas de Centroamérica (CONARE, 2018) establecen que a nivel de la región centroamericana se ha generado un aumento generalizado en las emisiones de CO², a saber:

El país con mayor nivel de emisiones totales de CO² es Guatemala que llegó a 15 mil toneladas de CO² en el 2009, pero con niveles por habitante inferiores a países como Panamá, Belice y Costa Rica. Este último debe

sus elevadas emisiones de CO² al sector transporte, el cual representa el 68% de sus emanaciones. El Salvador y Nicaragua son los países que han tenido los niveles de emisiones más bajos de la región, tanto a nivel agregado como por habitante. Honduras y Panamá han tenido aumentos sostenidos en las emisiones, especialmente el último, el cual en 2014 presenta la cifra más alta de emisiones por habitante de Centroamérica (2.3 toneladas) (párr. 07).

La misma información que se puede observar en las figuras N.º 1.9 y N.º 1.10, en donde, por país centroamericano, se muestran las emisiones totales de CO² y las emisiones de CO² producidas por el sector transporte, así como las emisiones de CO² por habitante.



*Medidas en miles de toneladas de CO₂

Fuente: Emisiones: Naciones Unidas y proporción del sector transporte: Banco Mundial.

Figura N.º 1.9. Emisiones totales de CO² y del sector transporte.
Fuente: CONARE, 2018.

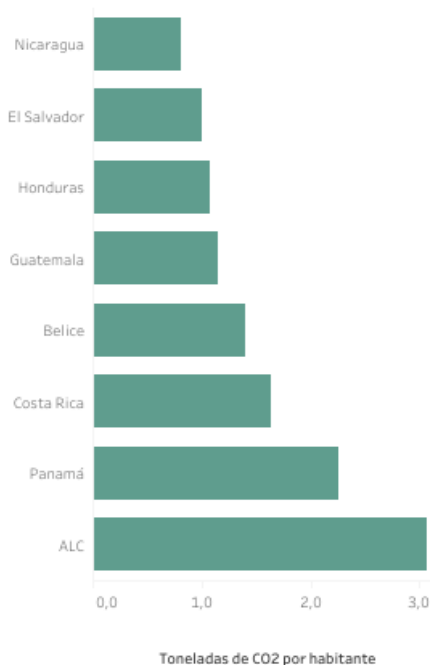


Figura N.º 1.10. Emisiones de CO² por habitante, 2014.
Fuente: CONARE, 2018.

Las figuras anteriores muestran a Costa Rica como el segundo país en generar más CO² por habitante, y el segundo país en generar más emisiones de CO² en el sector transporte.

1.4 Plan de descarbonización para Costa Rica

La sección 1.3 del presente trabajo de investigación arroja datos abrumadores, en los que se muestra que Costa Rica como país y Centroamérica como región necesitan una intervención en pro de contribuir con el medio ambiente. De acuerdo con la Dirección de Cambio Climático de Costa Rica (2018)

la región Centroamericana sufrirá cada vez más el embate de huracanes, fuertes lluvias, inundaciones y sequías. Fenómenos como ciclones y tormentas se producen cuando existen temperaturas mayores a los 26 grados centígrados, situación que será muy común debido al efecto invernadero (párr. 01).

La mayoría de los gases de efecto invernadero existen naturalmente en la atmósfera, pero su incremento es producido por actividades humanas.

El gas de efecto invernadero más abundante es el dióxido de carbono y la principal actividad humana generadora de este gas es la quema de combustibles fósiles (carbón, gasolina, diésel, hulla y otros derivados del petróleo), Costa Rica posee una flota vehicular de cerca de un millón de vehículos (párr. 17).

Por esta razón, el Gobierno del Bicentenario presentó el Plan Nacional de Descarbonización, en donde se aspira a ser carbono neutral para el año 2050, lo cual sería la culminación del proceso de no generar más gases de efecto invernadero, producir más oxígeno y atrapar el CO² de la atmósfera.

Costa Rica aspira a ser una economía moderna, verde, libre de emisiones, resiliente e inclusiva. (Gobierno de Costa Rica, 2019, p. 03)

(...)

La descarbonización es la gran tarea de nuestra generación y Costa Rica debe estar dentro de los primeros países en lograrlo, si no el primero” (Gobierno de Costa Rica, 2019, p. 04).

Por lo anterior, dentro del Plan Nacional de Descarbonización se establecen los 10 ejes para la lograr la descarbonización, a saber:

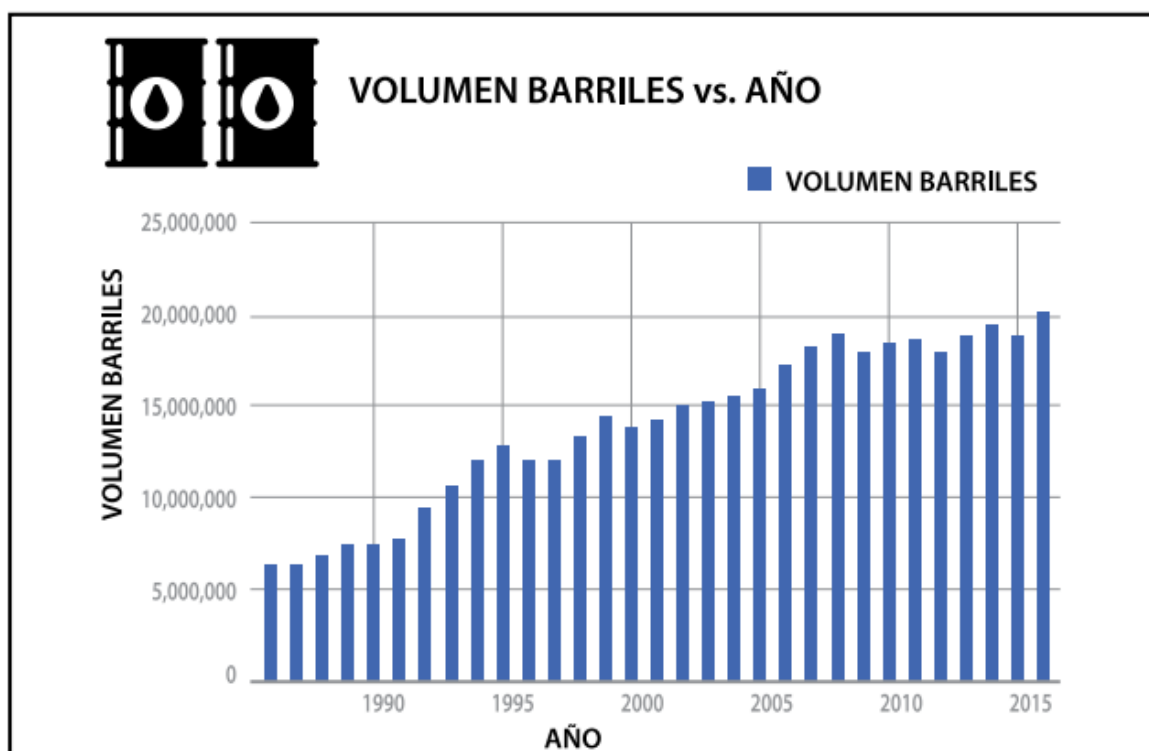
- Eje 1: Desarrollo de un sistema de movilidad basado en transporte público seguro, eficiente y renovable, y en esquemas de movilidad activa y compartida.

- Eje 2: Transformación de la flota de vehículos ligeros a cero emisiones, nutrido de energía renovable, no de origen fósil.
- Eje 3: Fomento de un transporte de carga que adopte modalidades, tecnologías y fuentes de energía cero emisiones o las más bajas posibles.
- Eje 4: Consolidación del sistema eléctrico nacional con capacidad, flexibilidad, inteligencia y resiliencia necesaria para abastecer y gestionar energía renovable a costo competitivo.
- Eje 5: Desarrollo de edificaciones de diversos usos (comercial, residencial, institucional) bajo estándares de alta eficiencia y procesos de bajas emisiones.
- Eje 6: Modernización del sector industrial a través de la aplicación de procesos eléctricos, sostenibles y eficientes, así como tecnologías bajas y cero emisiones.
- Eje 7: Desarrollo de un sistema de gestión integrada de residuos basado en la separación, reutilización, revalorización y disposición final de máxima eficiencia y bajas emisiones de gases de efecto invernadero.
- Eje 8: Fomento de sistemas agroalimentarios altamente eficientes que generen bienes de exportación y consumo local bajos en carbono.
- Eje 9: Consolidación de modelo ganadero eco-competitivo basado en la eficiencia productiva y disminución de gases de efecto invernadero.
- Eje 10: Consolidación de un modelo de gestión de territorios rurales, urbanos y costeros que facilite la protección de la biodiversidad, el

incremento y mantenimiento de la cobertura forestal y servicios ecosistémicos a partir de soluciones basadas en la naturaleza (p. 04-05).

Para la Universidad de Costa Rica, el cumplimiento del eje 2 es de suma importancia, y genera la justificación necesaria para la realización del presente trabajo de investigación, cuyo texto introductorio explica en detalle las razones que motivan la selección del tema en estudio.

Por otra parte, por el incremento del parque automotor, el país ha aumentado la compra de barriles de petróleo año tras año, y con esto se ha dado un costoso aumento de emisiones contaminantes, como se muestra en la figura N.º 1.11, en donde se presenta que del año 1996 al año 2015 se incrementó en un 300 %, aproximadamente, la compra de barriles de petróleo.



Fuente: RECOPE

Figura N.º 1.11. Barriles de petróleo importados anualmente en Costa Rica.
Fuente: Plan Nacional de Descarbonización, 2019.

El Plan Nacional de Descarbonización (Gobierno de Costa Rica, 2019) propone tres etapas de cambio, como se observa en la figura N.º 1.12.



Figura N.º 1.12. Etapas temporales de Plan de Descarbonización.
Fuente: Plan Nacional de Descarbonización, 2019.

1.5 Tipos de vehículos eléctricos

En la tabla N.º 1.1. se presentan los tipos de vehículos eléctricos que están disponibles en el mercado actualmente, así como sus características.

Tabla N.º 1.1. Tipos de vehículos eléctricos.

Tipo de Vehículo	Características
Vehículos eléctricos de batería (VEBs).	<p>Utilizan una propulsión alternativa basada en un motor eléctrico a diferencia de un motor convencional que utiliza combustibles líquidos.</p> <p>El motor es alimentado por baterías de alta densidad (de iones litio Li-ion) que definen la potencia y el rango de recorrido del vehículo.</p> <p>Estas baterías tienen menos pérdidas de carga y largos ciclos de vida en comparación con las baterías convencionales. Actualmente, los fabricantes ofrecen baterías con garantías de 8 años, no obstante, estas pueden llegar a sobrepasar los 12 años.</p> <p>La mayoría de estos vehículos cuentan con sistemas de frenos regenerativos, los cuales permiten recuperar cierta parte de la energía cinética emitida por la acción de frenado, sin embargo, no es la fuente principal de electricidad.</p> <p>Su autonomía es limitada en comparación con los vehículos de combustión interna.</p>
Vehículos híbridos eléctricos tradicionales (VHEs-t).	<p>Su principal fuente de propulsión es el motor de combustión a base de gasolina. Este tipo de vehículo utiliza los motores eléctricos en situaciones de bajo consumo y velocidad, cambiando su motor convencional cuando necesitan más potencia, o, en cualquier caso, utilizar ambos motores.</p> <p>Estos vehículos también cuentan con el sistema de frenos regenerativos, de donde extraen la energía para su motor eléctrico.</p> <p>Su autonomía es similar a la de un vehículo de combustión interna.</p>
Vehículos eléctricos enchufables (VHEs).	<p>Su principal fuente de propulsión es el motor eléctrico, utilizando el componente convencional simplemente para alargar el rango de autonomía del vehículo.</p> <p>Su autonomía es similar a la de un vehículo de combustión interna.</p>
Buses eléctricos.	<p>Los buses utilizan un sistema de propulsión eléctrica, impulsado por un sistema de baterías, con sistemas de frenos regenerativos y otros componentes eléctricos.</p> <p>Existen dos tipos de tecnologías:</p> <p>Buses con un gran pack de baterías, normalmente de litio-ferrofosfato (LFP), que les permite operar un día completo con una sola carga.</p> <p>Buses con pack de tamaños menores, con baterías de litio y titanio (LPO), capaces de descargarse en un corto lapso, por lo que es necesario recargarlas durante el día.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2020, con datos de Fuentes y Quirós (2019) y López y Galarza (2016).

1.6 Tipos de estaciones de carga

Actualmente existen tres tipos de estaciones de carga, tal y como se muestra en la figura N.º 1.13, las cuales varían dependiendo de su poder de carga y el rango adquirido por cada minuto de carga.

NIVEL DE CARGA	FUENTE DE ENERGÍA	PODER DE CARGA	RANGO POR HORA DE CARGA (KM)	TIEMPO DE CARGA (DE VACÍO A COMPLETO)	
				VEBs	VHEs
NIVEL 1	120VAC (Fase simple)	1.4kW @ 12 amp (on-board charger)	~ 4.5 – 6.5	~ 17 horas	~ 7 horas
NIVEL 2	240VAC (Fase simple; hasta 19.2kW)	3.3kW (on-board)	~ 13 – 16	~ 7 horas	~ 3 horas
		6.6kW (on-board)	~ 27 – 32	~ 3.5 horas	~ 1.4 horas
NIVEL 3	200-450 VDC (hasta 90kW)	45kW (off-board)	~ 80.5 – 96.5 (80% por carga de 0.5 horas)	~ 30 – 45 minutos (hasta 80%)	~ 10 minutos (hasta 80%)

Figura N.º 1.13. Tipos de estaciones de carga.

Fuente: López y Galarza, 2016.

Las comúnmente conocidas estaciones de carga rápida son las de nivel 3, en estas le toma al vehículo eléctrico solamente 45 minutos llegar a una carga del 80 %, y alcanzar rangos de 80.5 y 96.5 km. Seguidamente están las estaciones de carga de nivel 2, en las cuales le toma al vehículo eléctrico 3.5 y 7 horas llegar a tener la carga completa (dependiendo del poder de carga, el cual varía entre 3.3 kW y 6.6 kW, respectivamente). Por último, los cargadores de nivel 1 duran 17 horas cargando un vehículo eléctrico, con autonomías de entre 4.5 y 6.5 km por hora de carga. Los cargadores de nivel 1 y 2 normalmente se encuentran a nivel residencial o comercial (López y Galarza, 2016).

1.7 Políticas para la reducción de emisiones de gases efecto invernadero.

Diferentes estudios y análisis afirman que gracias que cada vez hay más políticas internacionales y nacionales a favor de la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero, así como promoción de vehículos eléctricos, se estima que para el año 2030 se podrá contar con 220 millones de vehículos eléctricos. No obstante, los vehículos de combustión seguirán liderando las ventas en los próximos años, dado que cada vez la tecnología permite tener sistemas más eficientes de

combustión, lo cual generará una reducción progresiva en las emisiones, por lo que el elemento fundamental para la transición será la regulación sobre movilidad (Frías y Román, 2019).

INCENTIVO /PAÍS	ARGENTINA	BRASIL*	COLOMBIA	COSTA RICA**	CHILE	ECUADOR	MÉXICO	URUGUAY
Exención de IVA		●	●			●		
Exención de permiso de circulación		●		●			●	
Exención de programas de restricción vehicular			●	●	●		●	
Exención de impuestos aduaneros			●	●		●		●
Exención de impuesto a consumos especiales				●		●		
Tarifa eléctrica diferenciada					●	●	●	
Exención de impuesto ambiental					●	●		

** En el caso de Brasil, los incentivos son a nivel estatal, no federal.
 ** Basado en actual propuesta de ley sobre movilidad eléctrica en Costa Rica.

Figura N.º 1.14. Incentivos al transporte eléctrico en América Latina.
 Fuente: López y Galarza, 2016.

En el año 2018, se firmó en Costa Rica la Ley 9518, conocida como la Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico, con el objetivo de crear el marco normativo para fomentar el transporte eléctrico en el país, a través de exoneraciones, incentivos y políticas públicas.

A nivel de América Latina y el Caribe, Costa Rica es uno de los países latinoamericanos con mayores incentivos al transporte eléctrico, superado únicamente por Ecuador (figura N.º 1.14).

1.8 Perspectivas teóricas

Un **proyecto** surge de una necesidad humana y plantea un problema por resolver, es decir, es la respuesta a una idea o necesidad que busca una solución; también surge como la manera de aprovechar una oportunidad de negocio. Solé (2018)

explica que la información se debe recopilar y resumir, con el fin de identificar las ideas de negocios y lograr medir cuantitativamente los beneficios asociados a esta idea, así como todos sus costos asociados. Todos los proyectos cuentan con cuatro etapas: la primera de ellas es la creación de una idea (solución a un problema); la segunda es la preinversión (prefactibilidad de un proyecto); la tercera es la inversión (implementación del proyecto); y la cuarta, la operación (la puesta en marcha).

Los proyectos, además, se clasifican bajo tres criterios, a saber:

1. Naturaleza: dependientes, independientes o bien mutuamente excluyentes.
2. Finalidad: rentabilidad del proyecto, del inversionista o por su capacidad de pago.
3. Inversión: crear un negocio o modernizarlo.

Como parte de los proyectos, es importante considerar los **estudios técnicos** que analizan y garantizan la capacidad de producción, así como todas las necesidades, costos, mantenimiento y reparaciones para los proyectos, con el fin de brindar un uso eficiente de los bienes en los proyectos.

Existen proyectos del sector privado y proyectos del sector público, estos últimos buscan el aumento del bienestar social de cada institución. Por ejemplo, para la Universidad de Costa Rica, los autos eléctricos forman parte de los activos fijos de la institución y la renovación de estos es parte del compromiso con el medio ambiente que el Gobierno de Costa Rica quiere implementar en las instituciones del Estado. Un **activo fijo** es un bien que no se puede convertir en líquido y que forma parte de la operación de las empresas.

De las etapas de los proyectos, las **preinversiones** normalmente buscan recopilar la mayor cantidad de información acerca del proyecto en ejecución y todo el entorno en el cual se va a desenvolver, con el fin de que se desarrolle la factibilidad del proyecto y, de este modo, disminuir la incertidumbre de todas las variables por considerar en el cálculo de la rentabilidad del proyecto.

La **rentabilidad**, según la Real Academia Española, se define como un beneficio que compensa una inversión y una **inversión** es el proceso de implementación del

proyecto, mediante el cual se materializan todas las inversiones previas a la puesta en marcha (Solé, 2018). Las inversiones normalmente se presentan por tratarse de un reemplazo de activos, una modernización de activos o una expansión (aumento de capacidad productiva). En el caso de la presente investigación, el objetivo es realizar una modernización de activos de la institución.

Todos los proyectos, como primer punto, se deben evaluar independientemente de sus decisiones financieras; sin embargo, es importante considerar que evaluar proyectos significa considerar el valor del dinero a lo largo del tiempo además de todos los riesgos que están asociados al proyecto.

En la evaluación de proyectos es de suma importancia tomar en consideración una serie de conceptos que en esencia permiten identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios del proyecto, a saber:

1. **Flujo de caja:** permite obtener de una manera ordenada la información sobre ingresos, costos y gastos del proyecto, así como sus proyecciones hacia un periodo establecido.
2. **Valor actual neto, VAN:** valor presente de los flujos netos de efectivo menos la inversión inicial, y expresa la ganancia neta a valor actual que genera el proyecto. Si su resultado es positivo, indica que el proyecto es rentable y factible financieramente, ya que recupera su inversión, cubre el costo de financiamiento y genera un excedente que incrementa la riqueza del inversionista. Por el contrario, si el VAN es negativo se rechaza por no recuperar la inversión con su costo de capital y aportar una pérdida (Salas, 2019).
3. **Tasa interna de retorno, TIR:** tasa promedio de rendimiento por periodo que genera el proyecto sobre su inversión inicial, durante toda su vida productiva. La tasa TIR se compara contra el costo de capital, para determinar si el proyecto genera un rendimiento que supera o no el costo de sus fuentes de financiamiento y si es aceptable bajo la óptica financiera. Si el TIR es inferior al costo de capital, el proyecto no cubre el costo de las fuentes de financiamiento y, por lo tanto, genera pérdidas con un VAN negativo. Si el

TIR es positivo, el proyecto aporta un rendimiento mayor al costo del financiamiento y se acepta. Si el TIR es igual al costo de capital, el VAN es igual a cero, y su aceptación dependerá de consideraciones estratégicas del proyecto (Salas, 2019).

4. **Costo-beneficio, CB:** expresa el aporte de ganancia que genera un proyecto sobre el monto invertido, o indica cuánto representa la ganancia neta sobre su inversión. El CB mide la contribución de ganancia porcentual o unitaria sobre el capital invertido en el proyecto y, por lo tanto, es el método más apropiado para comparar proyectos con diferentes magnitudes de inversión (Salas, 2019).
5. **Índice de deseabilidad, ID:** indica la cobertura de los flujos en valor presente a la inversión inicial, la cual si es superior a uno refleja contribución positiva, y si es menor a uno muestra pérdida (Salas, 2019).
6. **Valor actual neto anualizado, VANA:** expresa la ganancia promedio anual o por periodo que genera el proyecto durante su vida económica (Salas, 2019).
7. **Costo-beneficio anual, CBA:** expresa la contribución de ganancia por periodo que genera un proyecto sobre su inversión, es decir, mide el peso o la importancia que representa la ganancia promedio anual sobre el monto invertido, lo cual permite comparar proyectos con distintas magnitudes de inversión y diferente número de años (Salas, 2019).
8. **Inflación:** de acuerdo con la Real Academia Española, la inflación es una elevación general y continuada del nivel de precios de consumo y de los activos. En Costa Rica, el índice de precios al consumidor (IPC) mide la variación promedio en los precios de un grupo de bienes y servicios que responden a los de mayor importancia dentro del gasto de consumo final de los hogares (INEC, 2020).

1.9 Metodología de la investigación

1.9.1 Descripción del contexto del sitio

El enfoque del presente proyecto es de carácter mixto, que se refiere a la combinación de los enfoques cuantitativo y cualitativo de investigación, lo cual quiere decir que el método cuantitativo va a ser empleado para la recolección de todos los datos financieros del escenario actual y futuro del proyecto, los cuales serán analizados y utilizados de la mejor forma para desarrollar el proyecto. Además, el método cualitativo estará presente en esta investigación, ya que lo que se busca es contribuir con el medio ambiente y hacer a la Universidad de Costa Rica parte del modelo de descarbonización del país propuesto por el gobierno de Carlos Alvarado Quesada.

1.9.2 Organismo

La presente investigación cuenta con el apoyo de la Universidad de Costa Rica, específicamente la del área de Servicios Generales, para la obtención de toda la información requerida para la investigación en proceso.

Además de lo anterior, para la elaboración del modelo financiero se optó por información vehicular suministrada por las agencias de automóviles del país, como fichas técnicas, costos asociados a mantenimientos y costos de los vehículos, entre otros.

1.9.3 Cuadro de variables

Para la realización del proyecto, el presente trabajo de investigación, de acuerdo con los objetivos específicos, incorpora las variables y herramientas que se presentan en la tabla N.º 1.2.

Tabla N.º 1.2. Cuadro de variables del proyecto.

Objetivos específicos	Variables por medir para cada objetivo	Herramientas por utilizar	Resultados esperados
1. Desarrollar el contexto teórico relacionado con la implementación de autos eléctricos, con el fin de fundamentar los conceptos que sustentan la aplicabilidad del modelo financiero en la propuesta para la Universidad de Costa Rica.	Bibliografía.	Referencias textuales.	Revisar los textos referentes al tema en estudio.
2. Analizar a la Universidad de Costa Rica como institución de enseñanza superior pública, así como su fin social, su conformación administrativa y financiera, y demás detalles que ayuden a visualizar la forma de implementar el modelo dentro de la Universidad de Costa Rica.	Estudios sobre la industria.	Referencias textuales.	Explicar el contexto de la industria de vehículos eléctricos en el sector público.
3. Determinar la forma en que la Universidad de Costa Rica trabaja su proceso actual de adquisición, mantenimiento y renovación de la flota vehicular para obtener datos que reflejen la realidad universitaria.	Análisis de la flota vehicular de la Universidad	Entrevistas a funcionarios. Referencias textuales. Análisis de datos históricos.	Obtener los resultados técnicos y financieros sobre la actualidad de la flota vehicular en la Universidad de Costa Rica.
4. Establecer la propuesta de cambio de la flota vehicular mediante la elaboración del modelo financiero que refleje la inversión asociada al proyecto.	Creación del modelo financiero	Referencias textuales. Análisis de datos.	Mostrar el modelo financiero del proyecto en análisis.
5. Establecer las conclusiones y recomendaciones asociadas a la investigación con el fin de que la Universidad de Costa Rica tenga una base de toma de decisiones sobre la viabilidad del proyecto.	Análisis de la investigación.	Análisis de datos. Opinión propia.	Mostrar las conclusiones y recomendaciones del modelo financiero.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

1.9.4 Técnicas para la realización de la investigación

La técnica utilizada para la realización de la investigación se basó en la obtención de datos históricos (los cuales fueron suministrados por la Universidad de Costa Rica), para elaborar el modelo financiero con información real de la institución, y que de esta forma se obtuvieran como resultado datos verídicos, a fin de cumplir con los objetivos de la investigación planteados en este proyecto.

Por otra parte, fueron de suma importancia las entrevistas que se realizaron a los funcionarios del área de Servicios Generales que se encargan actualmente de todo el servicio de transporte de la Universidad, pues permitieron obtener información precisa de la operación en cuanto a las flotillas del recinto.

La consulta a las fuentes bibliográficas también fue de gran ayuda como parte de las técnicas para la realización de este trabajo de investigación, y para englobar de

manera teórica todos los conceptos que se aplicaron en la realización del modelo financiero. Con respecto a las fuentes de información, se utilizaron libros de autores reconocidos; los apuntes de los cursos relacionados con la especialidad de Finanzas, para la interpretación de la lectura en estudio; y entrevistas a profesionales en el área de finanzas que tengan conocimiento sobre la implementación de modelos financieros de proyectos.

La metodología empleada para la elaboración de la presente investigación se describe en la figura N.º 1.15.

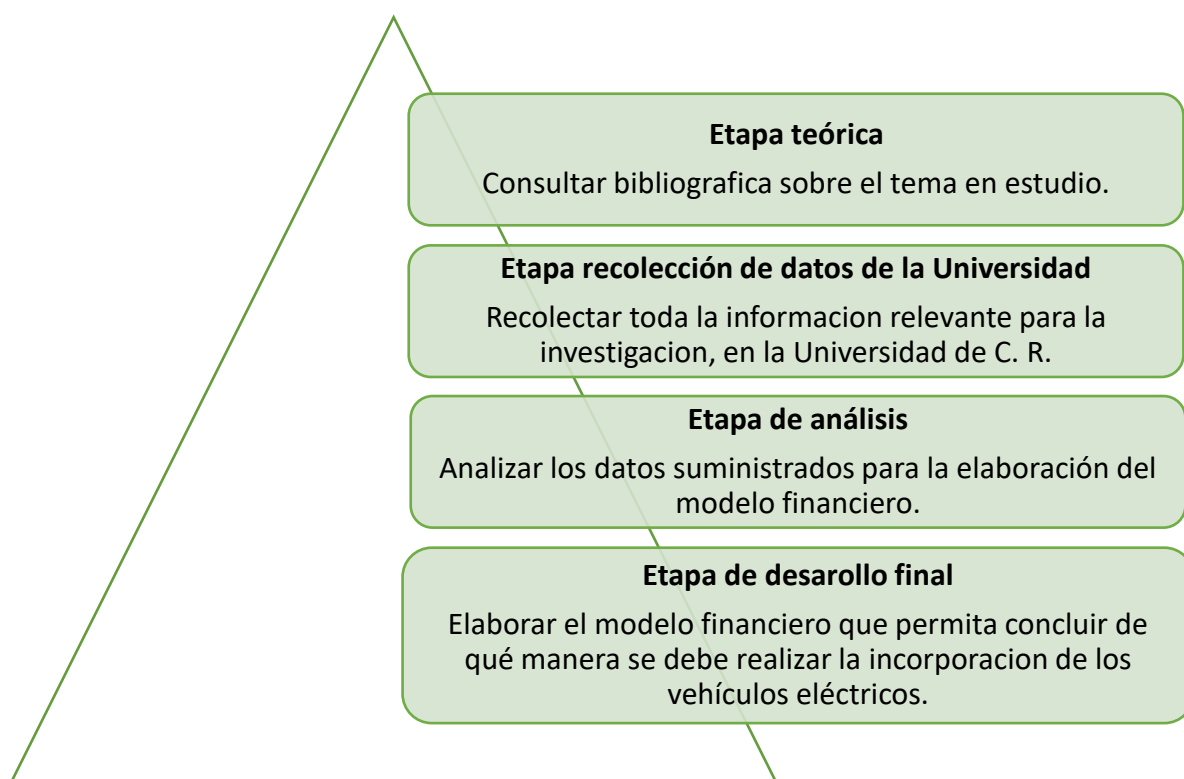


Figura N.º 1.15. Metodología para el desarrollo del proyecto.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

2. CAPÍTULO II. Descripción de la empresa

2.1 Historia y generalidades sobre la Universidad

En 1843, cuando se decretó la transformación de la Casa de Enseñanza de Santo Tomás en una universidad, la Universidad de Costa Rica comenzó a gestar sus primeros pasos; sin embargo, no es sino

hasta la década de 1940, en una coyuntura de reformismo en Costa Rica, en la que Luis Demetrio Tinoco figura como una de las principales personas que impulsó la creación inmediata la Universidad de Costa Rica. Así, bajo el gobierno de Rafael Ángel Calderón Guardia, mediante la ley N.º 362, se crea oficialmente la Universidad de Costa Rica y nace como una institución docente y de cultura superior.

Creada hace 80 años, la Universidad de Costa Rica es una institución de educación superior abanderada de la enseñanza humanista. El 12 de marzo de 2001 los diputados y diputadas de la Asamblea Legislativa, tomando en cuenta el aporte de la UCR al país, la declaran Institución Benemérita de la Educación y la Cultura Costarricense mediante la Ley N°8098. Desde su constitución en 1940 esta Institución goza de Autonomía Universitaria.

(...)

en 1956 se comenzó el proyecto de erigir una ciudad universitaria en San Pedro de Montes de Oca. La Facultad de Ingeniería fue la primera de la que se construyó el pabellón.

(...)

en 1973, se propone la regionalización de la institución, siendo Carlos Monge Alfaro uno de los impulsores más importantes; esto se concreta con la apertura del Centro Regional de San Ramón (Sede de Occidente, como se le conoce hoy), cuyo nombre es Ciudad Universitaria Carlos Monge Alfaro. Posteriormente expandió sus horizontes regionales mediante la Sede del Atlántico, Sede de Limón, Sede de Guanacaste y Sede del Pacífico. (Universidad de Costa Rica, 2020a, Historia, párrs. 03-09).

A lo largo de la historia de la Universidad, durante estos 80 años, catorce rectores han tenido a su cargo la dirección del Alma Máter, tal como se muestra en la tabla N.º 2.1.

Las cifras de la Universidad de Costa Rica actualmente como institución de enseñanza superior se observan en la figura N.º 2.1.



Figura N.º 2.1. UCR en Cifras.

Fuente: Universidad de Costa Rica, 2020a.

Tabla N.º 2.1. *Rectores de la Universidad de Costa Rica.*

Periodo	Rector	Discurso
1940 - 1941	<i>Luis Demetrio Tinoco Castro</i>	"De las aulas de nuestra Universidad saldrán los hombres y las mujeres que puedan hacer de Costa Rica una patria cada día más feliz para todos los grupos humanos que la forman. El claustro universitario será nuestra verdadera república de las letras"
1941 - 1944	<i>Alejandro Alvarado Quirós</i>	"Las universidades son los centros indicados para la difusión de las ideas que han de modelar con distintivo propio el alma de la patria y campo propicio para que la juventud intente, por lo menos, ganar esa batalla del pensamiento, así como nuestros antepasados, después de esfuerzos prolongados y heroicos, lograron la independencia y nos legaron las libertades esenciales del régimen democrático"
1944 - 1946	<i>Jose Joaquín Jiménez Núñez</i>	"La Universidad es la más llamada a dotar a Costa Rica de cuadros dirigentes, vale decir, de profesionales honestos y responsables, de técnicos, de personas capaces de llevar sobre sus hombros la obligación imperiosa que todos tenemos de rescatar a la patria"
1946 - 1952	<i>Fernando Baudrit Solera</i>	"Tengo fe, una gran fe, en el destino de la Universidad de Costa Rica"
1952 - 1961	<i>Rodrigo Facio Brenes</i>	"El hombre culto, por serlo, debe ser un hombre al servicio de su país y de sus conciudadanos y de la Humanidad en general; un ser de amplio espíritu humano y social. La superioridad del universitario, si es que se desea emplear tal término, es simplemente superioridad en la aptitud para servir"
1961	<i>Fabio Baudrit Moreno</i>	Don Carlos Monge expresó: "Fabio Baudrit tenía una visión muy amplia de lo que debía ser una Universidad. Adornaban a don Fabio virtudes que hacía de él un hombre modesto, buen compañero, amante de la armonía y de la convivencia respetuosa"
1961 - 1970	<i>Carlos Monge Alfaro</i>	"El progreso de un país debe ser integral; imprescindible es la escuela primaria, pero también lo es la universidad, cuyo fin consiste en orientar no solo la cultura sino la vida en general"
1970 - 1974	<i>Eugenio Rodríguez Vega</i>	"No podemos resignarnos al cultivo egoísta de la ciencia, de las letras o del arte, suponiendo que el destino nos tocó con su mano piadosa apartándonos del resto de los mortales. Lo queramos o no, la Universidad vive en una sociedad de obreros, campesinos y gentes de clase media, que en distinta forma contribuyen a que todos nosotros podamos dedicarnos a la educación superior"
1974 - 1981	<i>Claudio Gutiérrez Carranza</i>	"Ha sido un ideal compartido del Movimiento Estudiantil y la Rectoría el lograr que el principio de igualdad de oportunidades se cumpla ampliamente en nuestra Casa de Estudios. Esto nos ha llevado a fomentar una admisión lo más amplia posible, poniéndola en función de todo el sistema nacional de educación superior"
1981 - 1988	<i>Fernando Durán Ayanegui</i>	"La Universidad de Costa Rica debe continuar luchando para conseguir una distribución justa de los recursos que el país destina a la educación superior"
1988 - 1996	<i>Luis Enrique Garita Bonilla</i>	"Al fortalecer los Centros Regionales lenta pero sólidamente, procurando un alto nivel académico, la Universidad de Costa Rica está cumpliendo sus objetivos, ofreciendo un ejemplo vivo de democracia y de impulso a la transformación de la sociedad costarricense" 1983.
1996 - 2004	<i>Gabriel Macaya Trejos</i>	"La Universidad de Costa Rica es Benemérita por cuanto su labor no se ha limitado a la formación de profesionales y los cuadros del Estado, sino a promover el desarrollo nacional mediante la transferencia de conocimientos a la sociedad por medio de la investigación y la acción social"
2004 - 2012	<i>Yamileth Gonzalez Garcia</i>	"Tanto hoy como mañana será indispensable que la comunidad universitaria luche por la autonomía universitaria como un derecho constitucional que es en Costa Rica y como un derecho humano que posibilita construir en la diferencia, discernir, oponer criterios, innovar, crear e imaginar con plena libertad"
2012 - 2020	<i>Henning Jensen Pennington</i>	"La Universidad constituye un espacio desde el cual aportamos a la construcción de los rasgos particulares de la identidad nacional. Con lo cual no pensamos en una esencia petrificada, sino más bien en una dinámica cambiante de estados y procesos"

Fuente: Elaboración propia con base en datos extraídos de la Universidad de Costa Rica, 2020a.

La Universidad de Costa Rica cuenta con 12 sedes y recintos, a saber:

1. Sede del Occidente: ubicada en San Ramón de Alajuela, fundada en 1968, cuenta con 2820 estudiantes y posee recintos en San Ramon y Grecia.
2. Sede del Atlántico: ubicada en Turrialba, fundada en 1971, cuenta con 1687 estudiantes y posee recintos en Turrialba, Paraíso y Guápiles.
3. Sede de Guanacaste: ubicada en Liberia, fundada en 1972, cuenta con 1612 estudiantes y posee recintos en Liberia y Santa Cruz.
4. Sede del Caribe: ubicada en Limón, fundada en 1975, cuenta con 1045 estudiantes.
5. Sede del Pacífico: ubicada en Puntarenas, fundada en 1975, cuenta con 939 estudiantes.
6. Sede del Sur: Ubicada en la Región Brunca, fundada en 1919, antes conocido como el recinto de Golfito.
7. Sede Interuniversitaria Alajuela: cuenta con 577 estudiantes y es un espacio de intercambio académico para las universidades públicas de Costa Rica.
8. Sede Rodrigo Facio: sede central de la Universidad de Costa Rica, ubicada en San Pedro de Montes de Oca, cuenta con cerca de 30000 estudiantes matriculados y se divide en tres fincas (figura N.º 2.2.).
 - a. Finca 1: el campus más antiguo, con 31.5 hectáreas de área.
 - b. Finca 2: conocida como la Ciudad de la Investigación, cuenta con 21 hectáreas de área.
 - c. Finca 3: instalaciones deportivas, cuenta con 25 hectáreas de área.(Universidad de Costa Rica, 2020a, Campus, párrs. 01-06).



Figura N.º 2.2. Sede Rodrigo Facio, UCR.
Fuente: Universidad de Costa Rica, 2020a, Campus.

Por su infraestructura, desglosada en la figura N.º 2.3., es la Universidad más grande de Costa Rica.



Figura N.º 2.3. Cifras de Infraestructura.
Fuente: Universidad de Costa Rica, 2020a.

Por otra parte, la organización académica de la Universidad se divide según se muestra en la figura N.º 2.4.

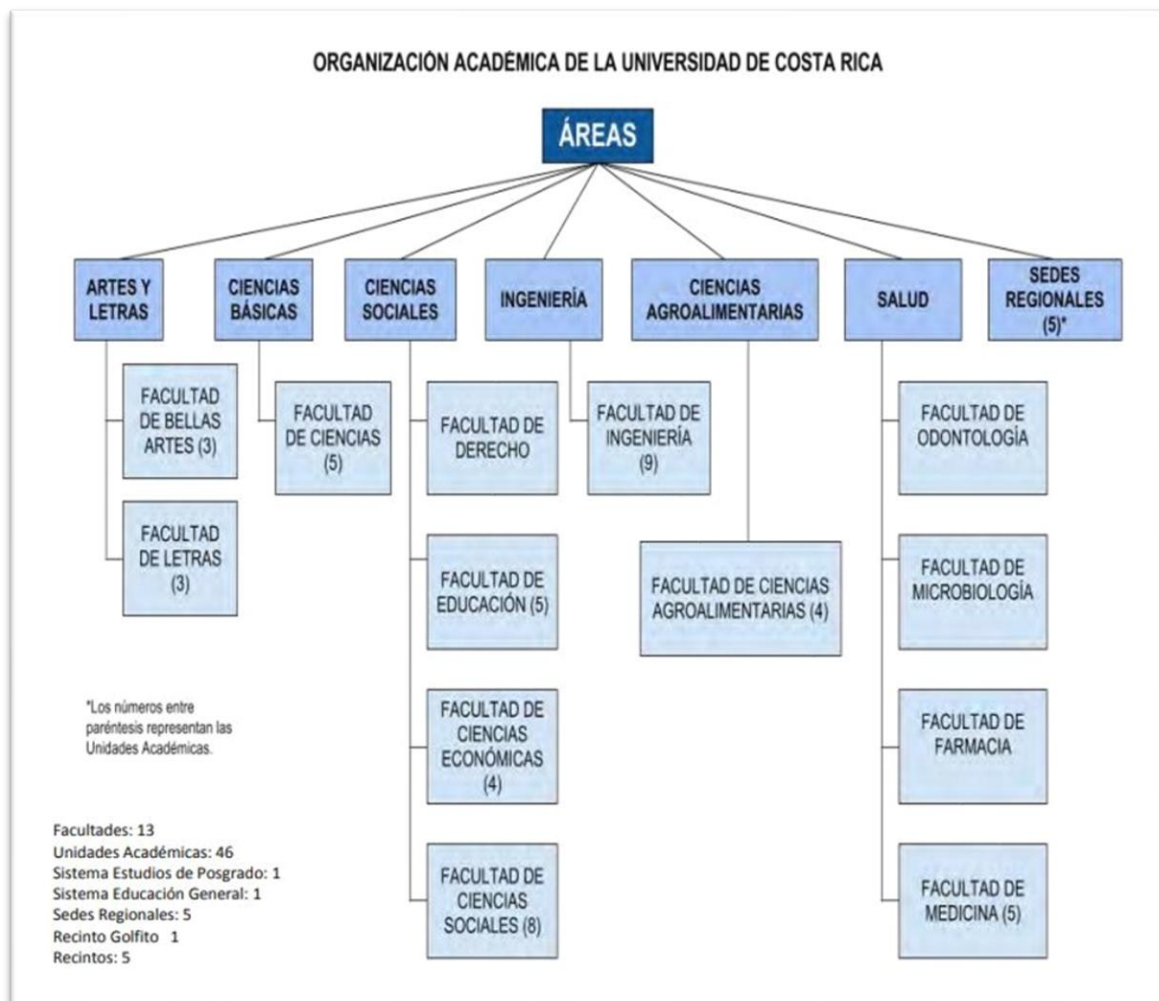


Figura N.º 2.4. Organización académica de la Universidad de Costa Rica.
 Fuente: Universidad de Costa Rica, 2020a.

2.2 Funciones y conformación de la Universidad

De acuerdo con su estatuto orgánico, la Universidad de Costa Rica

es una institución de educación superior y cultura, autónoma constitucionalmente y democrática, constituida por una comunidad de profesores y profesoras, estudiantes, funcionarias y funcionarios administrativos, dedicada a la enseñanza, la investigación, la acción social, el estudio, la meditación, la creación artística y la difusión del conocimiento (Consejo Universitario de la Universidad de Costa Rica, 1974, p. 01).

Entre sus principios orientadores en el quehacer universitario, en el artículo 4, inciso f, se establece la posición de la institución en su compromiso con el medio ambiente: “Fomentar el mejoramiento de la relación ser humano ambiente y el conocimiento, el respeto, la conservación y el uso sostenible de los recursos ambientales, así como una mejor calidad del ambiente” (Consejo Universitario de la Universidad de Costa Rica, 1974, p. 01).

La Universidad de Costa Rica está conformada por sus diferentes facultades, sedes, recintos, institutos y centros de investigación; así como por unidades especiales de investigación, apoyo a la investigación y servicios administrativos y técnicos, ubicados en la Ciudad Universitaria Rodrigo Facio (Consejo Universitario de la Universidad de Costa Rica, 1974, artículo 8, p. 02).

Dentro de la Universidad de Costa Rica, la Asamblea Universitaria es el organismo de más alta jerarquía, y está conformada por dos órganos (la Asamblea Plebiscitaria y la Asamblea Colegiada Representativa), cada uno de ellos con su propia organización y funciones. Seguidamente, el Consejo Universitario es el organismo inmediato en jerarquía, y es este el que define las políticas generales institucionales y que fiscalizan la gestión de la Universidad. Otra de las funciones primordiales del Consejo Universitario es “establecer las políticas de asignación de fondos para efectos presupuestarios y aprobar el presupuesto anual de la Universidad” (Consejo Universitario de la Universidad de Costa Rica, 1974, artículo 30, inciso e).

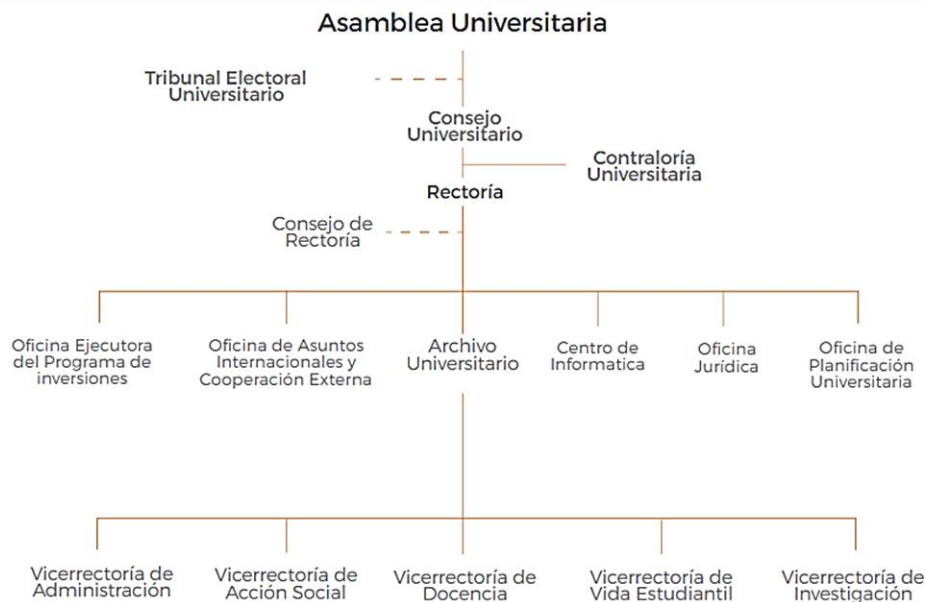


Figura N.º 2.5. Organigrama de la Universidad de Costa Rica.
Fuente: Universidad de Costa Rica, 2020a.

Cómo se muestra en el organigrama de la figura N.º 2.5, la Universidad de Costa Rica cuenta con cinco vicerreorías: Administración, Acción Social, Docencia, Investigación y Vida Estudiantil; cada una de ellas con sus funciones y rangos de acción establecidos de acuerdo con el Estatuto Orgánico de la Universidad.

De acuerdo con el artículo 53 del Estatuto Orgánico de la Universidad, entre las principales funciones de la Vicerreoría de Administración están:

1. Dirigir, supervisar y evaluar el sistema administrativo de la Universidad de Costa Rica, señalando las pautas para que la administración cumpla sus funciones de forma eficiente y ágil.
2. Velar por el cumplimiento de las leyes que garantizan los ingresos de la Universidad, proponer las modificaciones que estime necesarias para actualizar y sugerir nuevos ingresos.
3. Ejecutar, por medio de la Oficina de Administración Financiera, el presupuesto aprobado por el Consejo Universitario (Consejo Universitario de la Universidad de Costa Rica, 1974, p. 13).

A su vez, la Vicerrectoría de Administración está conformada por cuatro oficinas encargadas de ejecutar las funciones anteriormente expuestas. La Oficina de Administración Financiera de la Universidad de Costa Rica es una oficina administrativa de carácter técnico-administrativo, que tiene bajo su responsabilidad las transacciones financieras de la institución, la contabilidad oficial y el control del presupuesto.

De acuerdo con el Estatuto Orgánico de la Universidad de Costa Rica, algunas de las funciones de la Oficina de Administración Financiera son:

1. La recaudación, custodia, manejo y control de todos los recursos financieros de la Universidad.
2. Mantener los registros contables y presupuestarios de toda la Institución, de acuerdo con las normas que establece la Contraloría General de la República, la Contraloría Universitaria y las normas y procedimientos contables generalmente aceptados.
3. Mantener el registro de todos los activos pasivos de la Institución.
4. Elaborar la liquidación del presupuesto y los estados financieros anuales, además de aquellos que dispongan las autoridades universitarias.
5. Elaborar y controlar el presupuesto de efectivo de la Institución y realizar las inversiones transitorias necesarias.
6. Brindar asistencia a las autoridades universitarias en la materia de su competencia.
7. Dictar, sujetas a ratificación por el Vicerrector de Administración, las normas técnicas de control y procedimiento sobre el manejo de fondos que deben acatar todas las unidades de la Institución (Universidad de Costa Rica, 2020b, párrs. 01-02).

En el caso de la Oficina de Recursos Humanos, esta tiene como propósito promover la gestión del talento humano orientado al desarrollo de los funcionarios de la organización y al mejoramiento del servicio al usuario en cumplimiento de las políticas institucionales.

La Oficina de Suministros, por su parte, es la encargada de realizar las gestiones de compras de los suministros, equipos y materiales necesarios para las actividades de docencia, investigación y mantenimiento, en las diferentes instancias de la Universidad.

Por último, la Oficina de Servicios Generales es la encargada de realizar las labores de construcción, mantenimiento y seguridad; brindar servicios de correspondencia, contratación de servicios, y control y mantenimiento de la flotilla vehicular, entre otros, en la sede Rodrigo Facio, a través de sus diferentes secciones:

1. Sección de Mantenimiento y Construcción: satisface las necesidades de obras nuevas, remodelaciones, distribuciones de espacio, espacios urbanos, mobiliario y rotulación para las diferentes instancias universitarias. Es la encargada de todo el proceso, desde la recepción de la orden de trabajo hasta la entrega de la obra terminada al usuario.
2. Sección de Gestión de Servicios Contratados: realiza las contrataciones de los servicios externos de vigilancia y seguridad, fotocopiado, servicios de fumigación, servicios alimenticios (sodas y comedores institucionales) y servicios de limpieza.
3. Sección de Correos: se encarga de gestionar el sistema de correspondencia institucional a sedes regionales, recintos y estaciones experimentales.
4. Sección de Maquinaria y Equipo: a través de sus talleres de electromecánica, equipo de oficina, refrigeración, óptica y equipo de laboratorio, es la encargada de velar por el mantenimiento de los distintos equipos de investigación que se utilizan en las diferentes facultades, así como de los sistemas de aire acondicionado de los edificios, entre otros.
5. Sección de Transportes: gestiona los servicios de transporte de giras académicas, de transporte para proyectos de investigación, de transporte entre fincas, compra, revisión, disposición y desecho de vehículos institucionales, mantenimiento de la flotilla vehicular institucional y la gestión administrativa de los consumos de combustible a nivel institucional.

6. Sección de Seguridad y Tránsito: esta sección brinda los servicios de seguridad y tránsito institucionales. Está conformada por un grupo de oficiales de seguridad y de tránsito institucionales que se encuentran ubicados en diferentes sectores de las instalaciones universitarias, con el objetivo de promover un ambiente seguro para la comunidad universitaria. (Universidad de Costa Rica, 2020d)

Además, como se mencionó anteriormente, la Sección de Transportes es la encargada de los temas correspondientes al manejo de la flotilla vehicular de toda la Universidad de Costa Rica, esto contempla el mantenimiento de la flotilla actual, la compra de los vehículos, así como el desecho y remate de estos. No obstante, para el proceso de compra de vehículos, la Universidad cuenta con la Comisión Institucional de Compra de Vehículos.

Esta Comisión está conformada por el director de la Oficina de Servicios Generales, la jefatura de la Sección de Transportes de la Oficina de Servicios Generales, personal de Asesoría Legal de la Oficina de Servicios Generales, un representante de la Vicerrectoría de Administración, el director de la Oficina de Administración Financiera y un grupo de representantes de la Facultad de Ingeniería.

2.3 Fin social de la Universidad de Costa Rica

“Los programas institucionales de la Universidad de Costa Rica constituyen espacios interdisciplinarios de articulación en torno a temáticas de interés estratégico para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del país” (Universidad de Costa Rica, 2020a, Programas institucionales, p. 01).

Actualmente la Universidad de Costa Rica posee seis áreas de atención para sus programas institucionales, los cuales se describen en la figura N.º 2.6.



Figura N.º 2.5. Áreas de atención de los programas institucionales de la UCR.
Fuente: Universidad de Costa Rica, 2020a, Acción social, párr. 05.

2.3.1 Programa de Educación

Centros Infantiles Universitarios: “constituyen el Programa Institucional de Atención Integral Universitaria para menores de seis años” (Universidad de Costa Rica, 2020a).

- Centro Infantil Ermelinda Mora Carvajal, sede de Occidente (1978).
- Centro Infantil Laboratorio, sede Rodrigo Facio (1984).
- Centro de Práctica de Turrialba, sede del Atlántico (1987).
- Centro Infantil de la sede Guanacaste (Liberia y Santa Cruz), (2006).
- Centro Infantil Universitario Bilingüe de Limón (2011).

Programa de Educación Abierta: busca “contribuir con el mejoramiento académico del personal administrativo que labora en la Universidad y que requiere iniciar, continuar o concluir sus estudios en Tercer Ciclo de la Educación General Básica y el Ciclo de Educación Diversificada” (Universidad de Costa Rica, 2020a).

Programa Integral para la Persona Adulta y Adulta Mayor: “procura responder a las necesidades de este grupo, mediante la inclusión y la participación social en los diversos espacios que proporciona la Universidad de Costa Rica” (Universidad de Costa Rica, 2020a).

2.3.2 Programa de Gestión de Riesgo

Este programa está

orientado al desarrollo de una cultura de gestión del riesgo en materia de desastres, con el fin de minimizar la vulnerabilidad ante eventos diversos que generen situaciones de emergencia y desastres.

Entre otras acciones, el Programa trabaja en capacitaciones a Comités de Gestión del Riesgo y Atención de Emergencias de la Institución, que integran Unidades Académicas y Administrativas, centros e institutos de investigación, bibliotecas, residencias estudiantiles y Sedes Regionales, para desarrollar estrategias y acciones orientadas a la disminución y eliminación de los riesgos y vulnerabilidades ante las amenazas existentes en el entorno universitario (Universidad de Costa Rica, Gestión del riesgo, 2020a, párrs. 01-02).

2.3.3 Programa de Discapacidad

Programa Institucional en Discapacidad:

Tiene por objetivo articular los proyectos, actividades y programas de la Universidad de Costa Rica en materia de discapacidad, con el fin de fortalecer el ejercicio pleno de los derechos de la población. Mediante este Programa, la Universidad contribuye al desarrollo de un entorno académico, docente y administrativo libre de discriminación, exclusión y desigualdad social, mientras que fomenta en la comunidad universitaria, nacional e internacional el respeto, la dignidad y el ejercicio de los derechos de las personas. (Universidad de Costa Rica, 2020a, Programas Institucionales, párrs. 01-02).

Programa Regional de Recursos para la Sordera:

Ofrece cursos de aprovechamiento de Lenguaje de Señas Costarricense (LESCO). Los cursos se dirigen a docentes, profesionales, familiares o personas que se relacionan o trabajan directamente con personas sordas y

público en general, mayor de 18 años, y son reconocidos por el Servicio Civil costarricense. Las clases son impartidas por personas sordas especializadas en enseñanza del LESCO. (Universidad de Costa Rica, 2020a, Programas Institucionales, párr. 01).

2.3.4 Programas de Comunicación

Programa de Libertad de Expresión, Derecho a la Información y Opinión Pública: este programa “está enfocado en el estudio, la reflexión, la proposición de políticas y el desarrollo de actividades y proyectos para fortalecer el ejercicio de los derechos ciudadanos a la comunicación y a la información” (Universidad de Costa Rica, 2020a, Programas Institucionales).

Programa de la Sociedad de la Información y el Conocimiento: este programa fue “formado para establecer un espacio de análisis e investigación sobre la importancia de garantizar el acceso universal a las TIC y reducir la brecha digital en Costa Rica” (Universidad de Costa Rica, 2020a, Programas Institucionales).

2.3.5 Programas de Acción Social

Kioscos socioambientales:

Incentiva el fortalecimiento de organizaciones rurales comunitarias mediante procesos que permitan la construcción colectiva de alternativas frente a conflictos socioambientales. Esto a partir de seis proyectos de Acción Social, un proyecto de Investigación y una Cátedra; manteniendo vínculos formales con distintas unidades académicas, sedes, institutos y centros de investigación de la Universidad de Costa Rica (Universidad de Costa Rica, 2020a, Programas Institucionales, párr. 01).

Liderazgo:

Beneficia al estudiantado de la Universidad de Costa Rica, pues parte del principio de que el fortalecimiento del liderazgo personal es fundamental en

la consolidación del propósito de vida mediante el desarrollo de potencialidades y competencias intra e interpersonales en un contexto social que reta a la construcción de un ser humano con un sentido creador, que tiene la responsabilidad de hacer sostenible el planeta para las futuras generaciones. (Universidad de Costa Rica, 2020a, Programas Institucionales, párr. 02).

Voluntariado:

Ofrece a la población estudiantil la oportunidad de canalizar su tiempo libre hacia nuevas opciones que le permitan comprender la realidad del país, manifestar su potencialidad creadora y otorgar una formación más integral que los sensibilice y comprometa. El programa está dirigido a toda la población estudiantil universitaria de las diferentes Sedes y Recintos. Sin embargo, existen ciertos proyectos que requieren conocimientos especializados, por lo que su reclutamiento se enfoca en personas universitarias que cursen del sexto semestre en adelante o estén en proceso de obtener su título de grado (Universidad de Costa Rica, 2020a, Programas Institucionales, párrs. 01-02).

Programa Interdisciplinario de Estudios y Acción Social de los Derechos de la Niñez y la Adolescencia:

Constituye un espacio de producción, transferencia y divulgación de conocimientos en el tema de la niñez y la adolescencia. Desde su creación, se ha fortalecido y diversificado la temática y la creación de equipos de trabajo orientados al estudio de la situación de esta población desde la perspectiva de los derechos humanos (Universidad de Costa Rica, 2020a, Programas Institucionales, párrs. 01-02).

2.3.6 Programas de Salud

Programa de Educación y Atención Nutricional Universitario: mediante este programa “la Escuela de Nutrición propone y ejecuta metodologías educativas

orientadas a mejorar la calidad de vida de las personas a través de buenos hábitos alimenticios; además, brinda servicios de consulta nutricional individual y grupal” (Universidad de Costa Rica, 2020a, Programas Institucionales, párr. 01).

2.4 Inventario de vehículos dentro de la Universidad

La Universidad de Costa Rica, ente de educación superior costarricense, como cualquier otra institución pública gubernamental, posee dentro de sus activos una serie de vehículos automotores como parte de su inventario institucional.

Dichos activos son utilizados para el desempeño de las funciones de los colaboradores de la Universidad. Todas las sedes y recintos reportan como parque automotor un total de 1103 vehículos, de los cuales 560 están en proceso de desecho y un total de 543 vehículos en funcionamiento activo dentro de la Universidad, cuyo desglose se presenta en la tabla N.º 2.2.

Tabla N.º 2.2. Cifras de vehículos activos registrados para la UCR.

Vehículo	Numero de Registros	Porcentaje
Autobús	9	1.66%
Automóvil	54	9.94%
Camión	16	2.95%
Cuadraciclo	6	1.10%
Equipo Especial	32	5.89%
Microbús	74	13.63%
Motocicleta	75	13.81%
Panel	20	3.68%
Pick Up	190	34.99%
SUV	65	11.97%
Vagoneta	2	0.37%
	543	100%

Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad de Costa Rica, 2020d.

Como complemento de visualización, en la figura N.º 2.7. se puede observar el grafico de cómo se distribuye la flota vehicular activa para toda la Universidad de Costa Rica.

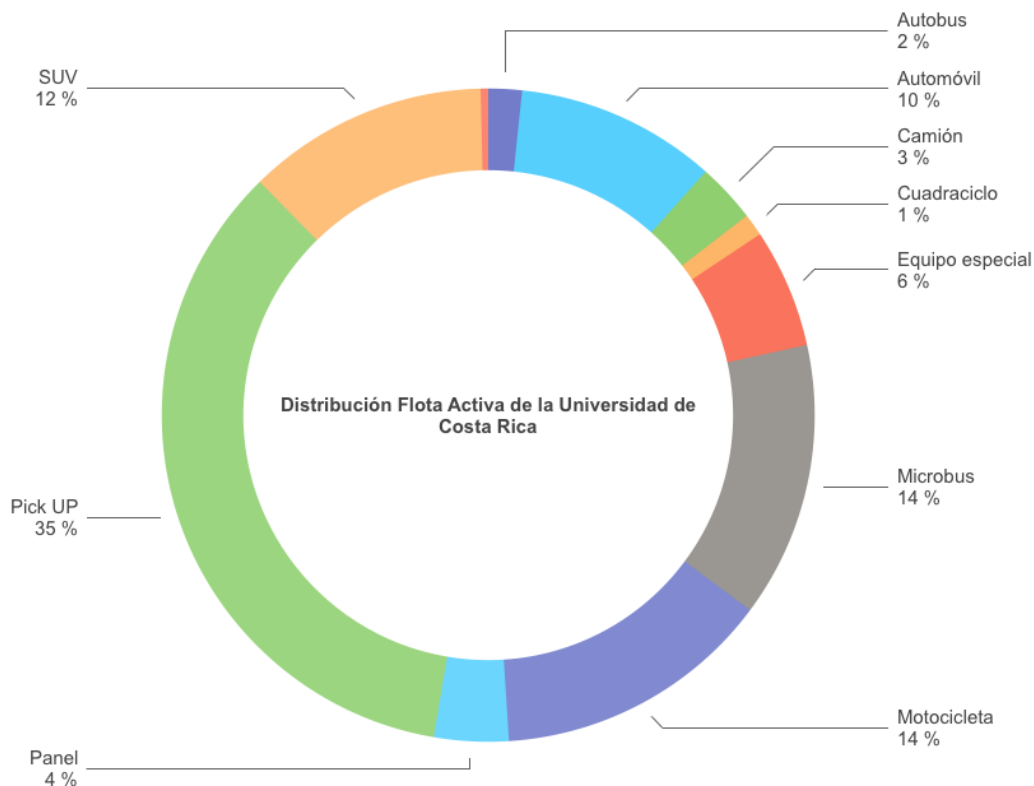


Figura N.º 2.6. Distribución de la flota activa de la Universidad de Costa Rica.
Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad de Costa Rica, 2020d.

El presente trabajo de investigación se centra en la renovación del 10 % de los vehículos para la sede central de la Universidad de Costa Rica, por lo cual en la tabla N.º 2.3. se puede observar cómo se distribuye por tipo de vehículo la cantidad registrada como vehículos activos.

La sede Rodrigo Facio, localizada en San Pedro de Montes de Oca, presenta un total de 391 vehículos utilizados por los funcionarios, los cuales representan el 72 % del parque automotor que posee toda la Universidad; cabe destacar que esta sede es la más grande y la que alberga la mayor cantidad de carreras y estudiantado (cerca de 30,000.00).

Por otro lado, en la figura N.º 2.8 se presenta el panorama de la flota activa en porcentaje, que permite una visualización clara de cómo se distribuye.

Tabla N.º 2.3. Cifras de vehículos activos registrados para la sede Rodrigo Facio.

Vehículo	Número de Registros	Porcentaje
Autobús	9	2.30%
Automóvil	44	11.25%
Camión	14	3.58%
Cuadriciclo	1	0.26%
Equipo Especial	18	4.60%
Microbús	42	10.74%
Motocicleta	54	13.81%
Panel	20	5.12%
Pick Up	132	33.76%
SUV	56	14.32%
Vagoneta	1	0.26%
	391	100%

Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad de Costa Rica, 2020d.

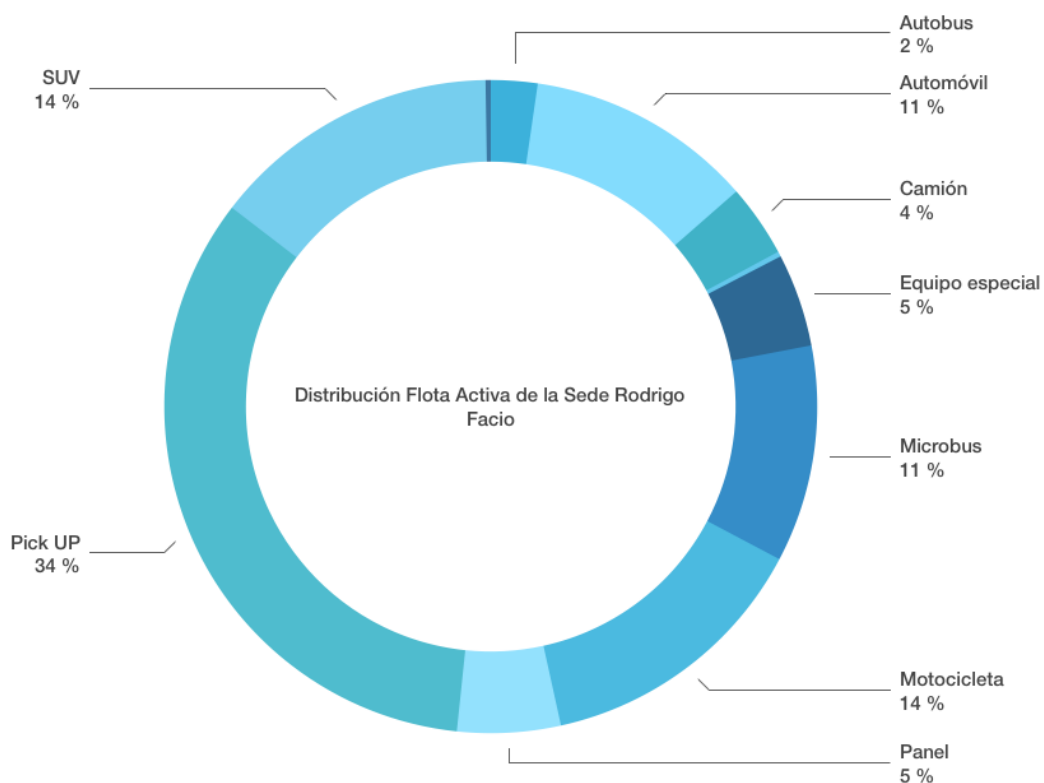


Figura N.º 2.7. Distribución de la flota activa de la Universidad de Costa Rica.

Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad de Costa Rica, 2020d.

2.5 Legislación para la Universidad de Costa Rica

El 7 de noviembre del 2018, el Gobierno de Costa Rica firmó una serie de decretos que incentivan el uso del transporte eléctrico y se promueve la movilidad a energías limpias en las instituciones públicas. En estos, además, el trabajo de instituciones como el MOPT, MINAE y el Ministerio de Hacienda fomentan el cumplimiento de lograr la descarbonización.

La principal directriz firmada en el 2018 por el presidente de la República, Carlos Alvarado; la primera dama, Claudia Dobles; la ministra de Hacienda en aquel momento, Rocío Aguilar; el ministro de Obras Públicas y Transportes, Rodolfo Méndez; y el ministro de Ambiente y Energía, Carlos Rodríguez, fue la directriz transición hacia una flota vehicular eléctrica o cero emisiones en el sector público, la cual está dirigida a todas las instituciones del sector público para que adquieran, con base en sus presupuestos, automóviles con tecnologías limpias; y se establece que se deben regir por la Ley para Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico. Además, la firma del Decreto Promoción de la Movilidad Sostenible en la Administración Pública Central señala que cada institución deberá crear un plan de movilidad sostenible que incluya “al menos un día sin carros al año, fomentar el teletrabajo, la jornada laboral escalonada y acumulativa voluntaria, promover el uso compartido del automóvil, así como establecer espacios de recarga para vehículos eléctricos” (Gobierno de Costa Rica, 2018, párr. 01).

Como lo menciona el titular del periódico *La República* del 16 de abril de 2019, la Universidad de Costa Rica se convirtió en pionera en la implementación de estaciones de recarga rápida para los autos eléctricos, como parte de su compromiso con el plan de descarbonización que el Gobierno de Costa Rica tiene propuesto (Barquero, 2019). Además, como explica Jairo Quirós, coordinador del Laboratorio de Investigación en Sistemas de Potencia y Energía de la UCR, “como hablamos de fondos públicos, lo mejor es liderar un plan que, además de ser eficiente, también implique un menor costo en transporte para la universidad y al tener que invertir menos en mantenimiento y combustible, la universidad ahorraría costos” (Garza, 2019, párr. 03).

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, en Costa Rica se cuenta actualmente con la Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2018), la cual fue publicada en el 2018, y regula la organización administrativa pública vinculada al transporte eléctrico. De acuerdo con el artículo 1 de la ley, su objetivo es “regular la promoción del transporte eléctrico en el país y fortalecer las políticas públicas para incentivar su uso dentro del sector público y en la ciudadanía en general”.

Por otra parte, esta Ley también involucra al Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), como ente encargado de crear los canales necesarios para la formación y capacitación de recurso humano en las áreas de mantenimiento y reparación de vehículos eléctricos.

En la Ley también se detallan los montos de exoneración, tomando como base el valor real de la mercancía en el momento de su despacho (CIF). En la figura N.º 2.9, se muestran los porcentajes de exoneración, de acuerdo con el artículo 9 de la Ley.

Monto exonerado del valor CIF del vehículo eléctrico	Exoneración del impuesto general sobre ventas	Exoneración del impuesto selectivo de consumo	Exoneración del impuesto sobre el valor aduanero
Los primeros \$30.000 del valor CIF del vehículo eléctrico	100% de exoneración	100% de exoneración	100% de exoneración
De \$30.001 hasta \$45.000 del valor CIF del vehículo eléctrico.	50% de exoneración	75% de exoneración	100% de exoneración
De \$45.001 hasta \$60.000 del valor CIF del vehículo eléctrico	0% de exoneración	50% de exoneración	100% de exoneración
De \$60.001 en adelante	0% de exoneración	0% de exoneración	0% de exoneración

Figura N.º 2.8. Porcentajes de exoneración de acuerdo con el valor CIF del vehículo.

Fuente: Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico, Ley N.º 9518, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2018, art. 9.

Sin embargo, y de acuerdo con el mismo artículo 9, la exoneración en los impuestos general sobre las ventas, selectivo de consumo y sobre el valor aduanero tendrá

una vigencia de 5 años a partir de la publicación de la Ley, es decir, tendrá una vigencia hasta el año 2022.

Los siguientes son algunos otros incentivos que se señalan en los artículos 11, 12, 13, 14, 15 y 16 de la Ley:

- Exoneración del impuesto sobre las ventas y del impuesto selectivo a los repuestos de los vehículos eléctricos relacionados con el funcionamiento del motor eléctrico y las baterías de los vehículos eléctricos.
- Exoneración del impuesto de ventas a los equipos para ensamblaje y producción de vehículos eléctricos, siempre y cuando el valor agregado nacional sea de al menos un 20 %.
- Exoneración del impuesto a la propiedad de vehículos para los vehículos eléctricos por un plazo de 5 años desde el momento de su nacionalización o al momento de su producción (en caso de vehículos ensamblados o producidos localmente). De acuerdo con el artículo 13, esta exoneración se realizará de manera escalonada, empezando en un 100 % para el primer año, y disminuirá en 20 % cada año, hasta que, en el año 5, la exoneración sea de un 20 %.
- Los vehículos eléctricos que cuenten con el distintivo emitido por el Ministerio de Ambiente y Energía no estarán sujetos a la restricción vehicular de circulación en el área metropolitana.
- Los vehículos eléctricos podrán parquear en los espacios designados como azules dentro de los parqueos públicos, así como de supermercados, centros comerciales y demás parqueos privados, siempre y cuando estos

espacios preferenciales no sustituyan o reemplacen los ya dispuestos en la Ley 7600.

Dentro de la Ley se menciona la promoción de compra y utilización de vehículos eléctricos que debe haber en las instituciones públicas. Para ello, se debe destinar un 10 % en la ponderación final de las licitaciones y compras directas concursables en caso de que, en igualdad de condiciones, los oferentes demuestren que sus productos son eléctricos.

Para la elaboración de los carteles de licitación o compra directa, las dependencias correspondientes deberán establecer criterios ambientales, mejoras tecnológicas vehiculares, energías limpias, eficiencia energética, disminución de gases efecto invernadero, así como ahorro económico.

Asimismo, en el artículo 19, se menciona la responsabilidad de las instituciones públicas de realizar inversiones en infraestructura dirigida al fortalecimiento y la promoción del transporte eléctrico (centros de recarga, carriles exclusivos y parqueos preferenciales para vehículos eléctricos, entre otros).

Con respecto a la construcción y puesta en funcionamiento de los centros de recarga a nivel país, de acuerdo con el artículo 31 de la Ley, será responsabilidad de las distribuidoras de electricidad. Según los estándares internacionales, en carreteras nacionales, se deberá contar con por lo menos un centro de recarga en funcionamiento por cada 80 kilómetros y en lo que se refiere a rutas cantonales, será de 120 kilómetros.

En el área de financiamiento, de acuerdo con lo establecido en la Ley, este formará parte de los proyectos de la Banca de Desarrollo. De igual manera, se faculta al Sistema Bancario Nacional para que implemente facilidades en plazos, tasas de interés, garantías y trámites para proyectos de esta índole. Los bancos del Sistema Bancario Nacional quedan autorizados para utilizar fondos de inversión para el financiamiento de obras pública en promoción al transporte eléctrico.

El Reglamento de Incentivos para el Transporte Eléctrico número 41092-MINAE-H-MOPT (Poder Ejecutivo, 2018) es el encargado de regular lo estipulado en la ley anterior y su objetivo, tal como está establecido en el artículo 1, es “regular la promoción del transporte eléctrico, e incentivar su uso en el sector privado y público”.

En el Reglamento se presentan una serie de definiciones necesarias para el entendimiento de la norma y de la ley, y para la aplicación de los incentivos que aquí se mencionan, y que se encuentran en el artículo 2 del Reglamento:

1. Automóvil eléctrico: Todo vehículo automotor impulsado con energía cien por ciento eléctrica y que no contenga motor de combustión.
2. Autobús eléctrico: Vehículo automotor que utiliza un motor eléctrico como medio de propulsión y que no cuenta con motor de combustión interna, destinado al transporte masivo de personas cuya capacidad sea para más de cuarenta y cuatro pasajeros sentados, independientemente de los pasajeros de pie que pueda transportar.
3. Batería para vehículo eléctrico: Corresponde a la celda o conjunto de celdas que conforman el paquete acumulador de energía eléctrica que luego consumirá el motor eléctrico del vehículo, según los requerimientos técnicos del fabricante del vehículo eléctrico.
4. Centros de recarga: Estación de suministro o comercialización de energía eléctrica para la recarga de los vehículos eléctricos e híbridos. Comprende centros de recarga lento, semi rápido y rápido, cuyo funcionamiento se regirán por los estándares internacionales de acuerdo las normas técnicas: INTE/IEC 61851-1 "Requisitos generales" INTE/IEC 61851-22 "Estación de carga en corriente alterna para vehículos eléctrico"

e INTUIEC 61851- 23 "Estación de carga en corriente continua para vehículos eléctrico", respectivamente.

5. Exoneración: Dispensa legal de la obligación tributaria según los parámetros de exoneración definidos en el artículo 9 de la ley.

6. Exonet: Sistema de información electrónico para la gestión y trámite de las solicitudes de exención de tributos del Ministerio de Hacienda, de conformidad con el reglamento de creación, Decreto Ejecutivo N.º 31611-H del 07 de octubre de 2003, que se exige la utilización de dicho sistema.

7. Microbús eléctrico: Vehículo automotor impulsado con energía cien por ciento eléctrica y que no contenga motor de combustión, destinado al transporte de personas, cuya capacidad para pasajeros sentados oscila entre nueve y veinticinco personas.

8. Motocicleta eléctrica: Todo vehículo automotor de dos o más ruedas cuyo sistema de dirección es controlado por manillar, impulsado con energía cien por ciento eléctrica y que no contenga motor de combustión.

9. Vehículo eléctrico: Todo bien inmueble impulsado con energía cien por ciento eléctrica o con tecnología de cero emisiones y que no contenga motor de combustión, nuevo, en su versión de automóviles, motocicletas, bicicletas, microbuses, buses, trenes y cualquier otro definido en el reglamento de esta ley.

10. Vehículo cero emisiones: Vehículo que no produce emisiones en la fuente de energía a bordo.

A diferencia de la Ley, en el INCE se explica el procedimiento de exoneración a través del registro en Exonet. Todo interesado en gestionar las exoneraciones de los impuestos que se desglosaron anteriormente debe registrarse en el Sistema Exonet, del Departamento de Gestión de Exenciones de la Dirección General de Hacienda del Ministerio de Hacienda.

Por medio de este sistema, el interesado deberá llenar los formularios correspondientes y la información requerida, así como estar al día en sus obligaciones tributarias y obrero-patronales. Se debe presentar la constancia de vehículo eléctrico en donde se certifique que el vehículo sea eléctrico o cero emisiones, el cual debe ser revisado por el órgano fiscalizador de revisión técnica del Consejo de Seguridad Vial (COSEVI).

2.5.1 Legislación para el Sistema de Remate o Desecho de Vehículos.

En el proceso de remate, las instituciones gubernamentales se rigen por la Ley de Contratación Administrativa, Ley N.º 7494 (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1995), y su Reglamento, número 33411 (Poder Ejecutivo, 2006).

De acuerdo con el artículo 49 de la Ley, “el procedimiento de remate podrá utilizarse para vender o arrendar bienes, muebles o inmuebles, cuando resulte el medio más apropiado para satisfacer los intereses de la Administración”.

Según la Ley de Contratación, artículo 50, para el proceso de remate se deben seguir los siguientes procedimientos:

- a) Salvo en el remate infructuoso, la base no podrá ser inferior al monto del avalúo del órgano especializado de la administración respectiva o, en su defecto, del avalúo de la Dirección General de la Tributación Directa.
- b) La invitación indicará una lista de los bienes por rematar, la descripción de su naturaleza, su ubicación, el precio base; asimismo, el lugar, la fecha y la hora del remate. Se publicará en el Diario Oficial y, facultativamente, en un diario de circulación nacional.

- c) Los interesados tendrán la oportunidad de examinar los bienes objeto del remate.
- d) Se designará a un funcionario responsable del procedimiento verbal del remate quien presidirá la diligencia.
- e) Se adjudicará el bien a la persona que, en el acto, ofrezca el precio más alto.
- f) Para perfeccionar la adjudicación, deberá entregarse inmediatamente a la administración una garantía de cumplimiento del diez por ciento (10%) del valor del bien rematado.
- g) El interesado dispondrá de tres días hábiles para cancelar el resto del precio; en caso contrario, perderá la garantía en favor de la administración.
- h) Concluido el remate, se levantará un acta en la cual se acrediten todas las incidencias. El funcionario responsable y el adjudicatario la firmarán.

No obstante, en la sección 7 del Reglamento a la Ley de Contratación Administrativa se establecen las definiciones y otros pasos que deben seguir todos los organismos institucionales para el remate de sus bienes. De acuerdo con el artículo 101, el proceso de remate se establece como “el procedimiento ordinario de carácter concursal, al que puede recurrir alternativamente la Administración para vender o arrendar bienes muebles o inmuebles, cuando así resulte más conveniente a sus intereses”.

Con base en lo anterior, y según lo establece el artículo 102, el procedimiento de remate es el siguiente:

- a) Se procederá al avalúo de los bienes que se interesa vender o arrendar, a efecto de establecer el precio base correspondiente. Dicho

avalúo estará a cargo del personal especializado de la respectiva Administración, o en su defecto de la Dirección General de Tributación.

b) En el Diario Oficial La Gaceta, se publicará la invitación a participar en el remate, con indicación de los bienes objeto de éste, su naturaleza y principales características, su precio base, lugar, fecha y horas en que podrán ser examinados, debiendo estar disponibles con al menos cinco días hábiles de anticipación a la fecha del remate, gravámenes o tributos que los afectan, hora, fecha y lugar donde tendrá lugar el remate, y demás información que se estime pertinente.

c) Entre esta publicación y la fecha de remate debe mediar un plazo no inferior a diez días hábiles, donde no se contará la fecha de la publicación y sí la del remate.

d) La administración podrá, además, publicar por medios electrónicos o en un diario de circulación nacional el aviso del remate, con un resumen de los datos relevantes e indicación del número y fecha del Diario Oficial La Gaceta, donde se publicó la invitación a participar en él.

e) La Administración designará al funcionario que lo presidirá, asistido por un secretario y un pregonero. En los casos de remate electrónico, estos funcionarios serán los encargados de monitorear el trámite durante el tiempo en que esté abierto el concurso.

f) Las propuestas que se formulen comprometen al oferente. Se pregonarán conforme se vayan presentando, así como las mejoras o pujas que se formulen, hasta que no haya quien mejore la última oferta, con lo cual se cerrará el acto de remate declarando adjudicatario a quien formuló

esta última. Se dejará constancia de los datos del segundo mejor postor y lugar para notificaciones para el caso que el adjudicatario incumpla sus obligaciones.

g) Identificación de los oferentes que se presentan.

h) El adjudicatario o rematante deberá cancelar en ese mismo acto, en concepto de garantía de cumplimiento, al menos el equivalente al 10% del precio de los bienes rematados o de la primera mensualidad del arrendamiento respectivo, para perfeccionar la adjudicación.

Para el caso del remate electrónico, dicho monto se depositará en una cuenta de la administración. Para cancelar el resto del precio, el interesado dispondrá de tres días hábiles siguientes a la fecha de adjudicación. Sólo entonces podrá retirar o utilizar el bien, salvo que por disposición legal deba formalizarse en escritura pública.

i) Si el adjudicatario no efectuara la cancelación total del precio, la administración declarará de inmediato insubsistente la adjudicación y perseguirá al incumplido por los daños y perjuicios irrogados y por las demás responsabilidades en que hubiere incurrido, sin perjuicio de la pérdida a favor de la administración de la garantía de cumplimiento indicada. En el momento de constatarse la falta de cancelación, se adjudicará el bien al segundo mejor postor, si este manifiesta su anuencia, y se le conferirá un plazo de tres días hábiles para que cancele la totalidad del precio.

j) Una vez concluido el remate, el presidente y el adjudicatario suscribirán el acta dando fe de los bienes rematados, de los adjudicados,

del precio respectivo, del nombre, cédula de identidad y demás datos del adjudicatario y de las incidencias relevantes del acto.

k) Una vez cancelado el precio respectivo por el interesado, la administración, si así lo requiere la naturaleza del bien rematado o para la mejor comprensión de los alcances de los derechos y obligaciones de las partes, formalizará el contrato con los datos pertinentes y lo suscribirá en conjunto con el primero. En caso de requerirse la formalización del contrato ésta se realizará dentro del plazo de un mes a partir de la terminación del remate.

l) Cuando se trate de bienes sujetos a inscripción en el Registro Nacional, una vez cancelado el precio respectivo por el rematante, la Administración gestionará, dentro de los siguientes diez días hábiles el otorgamiento de la escritura pública, si por su naturaleza correspondiera.

Asimismo, el Reglamento permite que cada institución disponga de un procedimiento diferente al establecido en este, siempre y cuando este se encuentre debidamente reglamentado.

3. CAPÍTULO III. Panorama vehicular en la Universidad de Costa Rica

3.1 Gestión vehicular interna en la sede Rodrigo Facio

Como se mencionó en el capítulo 2, la Universidad de Costa Rica cuenta con 1103 vehículos, de los cuales el 50,7 % se encuentra en proceso de desecho, por lo que en estado activo solo hay 543. De estos 543 vehículos, la sede Rodrigo Facio cuenta con 391 (72 %), el restante 28 % se encuentra en otras sedes y recintos de la Universidad.

Como se muestra en el capítulo 2, la flota vehicular se clasifica tal como se muestra en la tabla N.º 3.1.

Tabla N.º 3.1. Flota vehicular de la Universidad de Costa Rica.

Automóvil	Microbús	Equipo Especial
Camión	Motocicletas	Vagonetas
Cuadraciclo	Panel	Pick UP
SUV		Autobús

Fuente: Elaboración propia datos suministrados por la Universidad de Costa Rica, 2020d.

En lo que respecta a la sede Rodrigo Facio, los 391 vehículos están destinados a las diferentes vicerrectorías, oficinas, unidades y centros de investigación. Cada placa vehicular está asociada con la unidad correspondiente y, además, la mayoría de estos vehículos cuenta con dispositivos GPS para medir distancias recorridas, tiempos muertos y consumos de combustible.

En la figura N.º 3.1 se muestra la distribución por vehículo asignado a las vicerrectorías, oficinas administrativas e institutos de la sede Rodrigo Facio. Según se muestra en el gráfico, el 52 % de los vehículos asignados a la sede Rodrigo Facio son de oficinas administrativas, seguido por los centros de investigación con un 19 %. Esto significa que 204 vehículos (entre automóviles, *pick ups*, autobuses,

microbuses y equipos especiales) son utilizados para las labores administrativas de la Universidad.

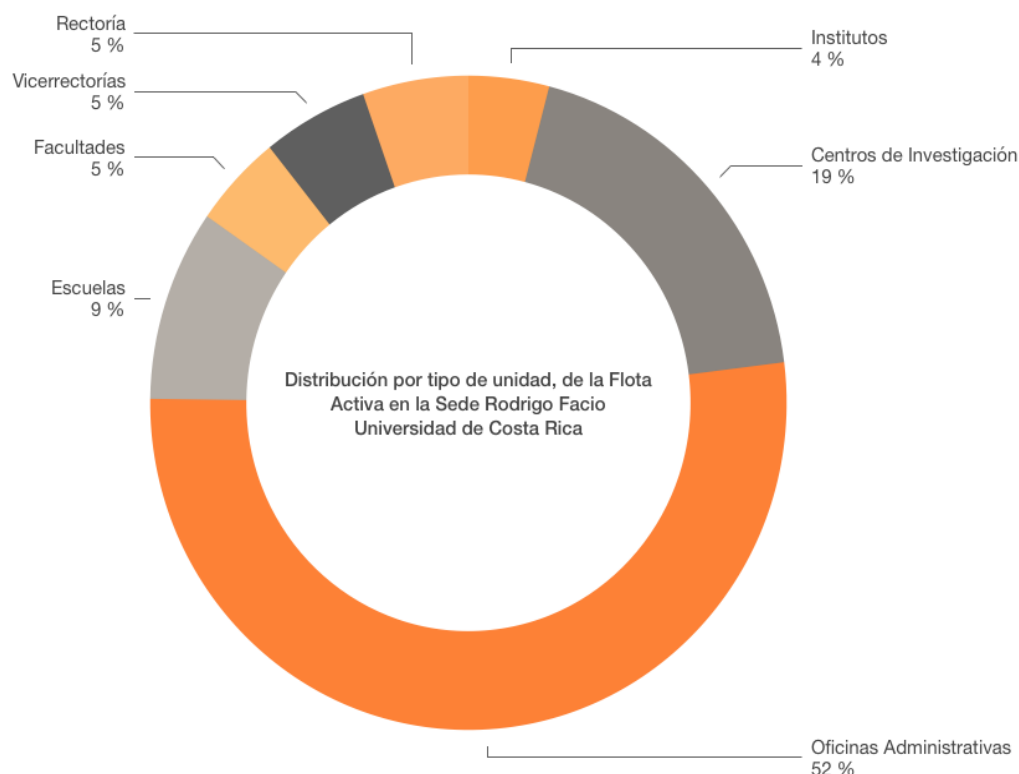


Figura N.º 3.1. Distribución de la flota por unidad en la sede Rodrigo Facio.
Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad de Costa Rica, 2020d.

Cada uno de los vehículos es responsabilidad de la unidad a la que está asociada, por lo que cada una de las facultades, escuelas, centros de investigación, vicerrectorías y unidades adscritas a la Rectoría debe velar por la seguridad de estos activos. Usualmente, cada una de estas unidades cuenta con espacios de parqueo dentro del campus universitario para sus vehículos, y en la mayoría de los casos, el mantenimiento es por cuenta de la misma Universidad, a través de la Sección de Transportes.

Asimismo, los otros vehículos, buses y microbuses universitarios se encuentran en el plantel de la Sección de Transportes, ubicado a las afueras de las Instalaciones Deportivas, en Finca 3. En el plantel se ubican vehículos para mantenimiento

preventivo, vehículos de giras, microbuses y busetas para giras, así como los buses de las rutas internas.

En el mismo plantel se encuentra el taller de mantenimiento de la Sección de Transportes. Este taller cuenta con siete mecánicos a tiempo completo, quienes realizan los mantenimientos preventivos para las unidades de la institución. De acuerdo con el protocolo institucional, los asuntos de mantenimiento, revisión y desecho de vehículos deben contar con el visto bueno del taller de mantenimiento, tanto en caso de que los trabajos se realicen por medio del personal de la Universidad o si fuese necesario que los trabajos se hagan a través de un proveedor externo.

Aunque los vehículos estén a cargo de las diferentes unidades institucionales, lo que respecta al consumo de combustibles de la sede Rodrigo Facio se encuentra centralizado en la Sección de Transportes de la Oficina de Servicios Generales, independiente de la unidad; actualmente el suministro de combustible se da mediante una contratación abierta con la Estación de Servicio La Favorita.

De acuerdo con los datos de la Sección de Transportes y según se muestra en la tabla N.º 3.2., para el año 2018, el consumo de combustible (diésel y gasolina) en la sede Rodrigo Facio asociado a la actividad de transporte fue de 431,702.00 litros, mientras que para el año 2019 la cantidad aumentó a 497,536.00 litros.

Por otra parte, y como lo muestran las figuras N.º 3.2 y N.º 3.3 sobre consumo de combustible para los años 2018 y 2019, las oficinas administrativas son las unidades de mayor consumo, seguidas por los centros de investigación y las diferentes escuelas. De igual manera, en ambos gráficos se puede observar que el consumo de diésel es superior al de gasolina.

Tabla N.º 3.2. Consumo de combustible sede Rodrigo Facio para el año 2018 y 2019.

Consumo de Combustible Sede Rodrigo Facio				
Unidad	Año	Diesel	Gasolina	Total
Institutos	2018	9889	3473	13.362
	2019	11.268	4316	15.584
Centros de Investigación	2018	32.873	4815	37.688
	2019	37.192	3896	41.088
Oficinas Administrativas	2018	226.631	48.374	275.005
	2019	274.900	53.197	328.097
Escuelas	2018	57.781	6614	64.395
	2019	65.847	8795	74.642
Facultades	2018	10.479	3771	14.250
	2019	9737	4296	14.033
Vicerrectorías	2018	16.969	5357	22.326
	2019	16.779	3576	20.355
Rectoría	2018	3794	882	4676
	2019	2983	754	3737
		TOTAL 2018		431.702
		TOTAL 2019		497.536

Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad de Costa Rica, 2020d.

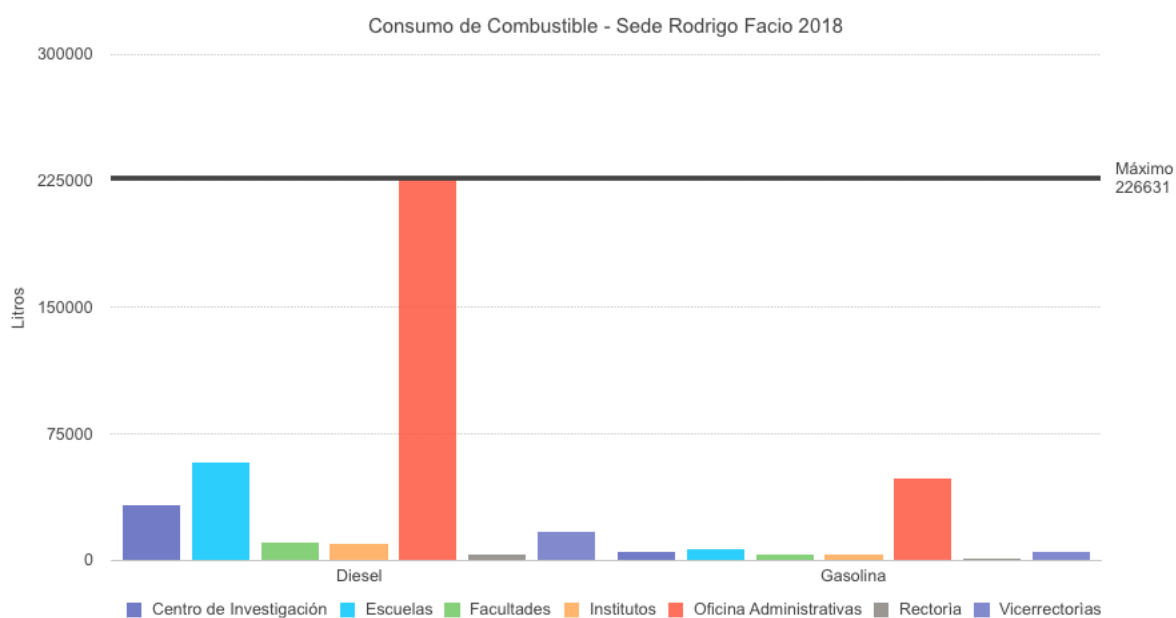


Figura N.º 3.2. Consumo de combustible en la sede Rodrigo Facio para el año 2018.
Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad de Costa Rica, 2020d.

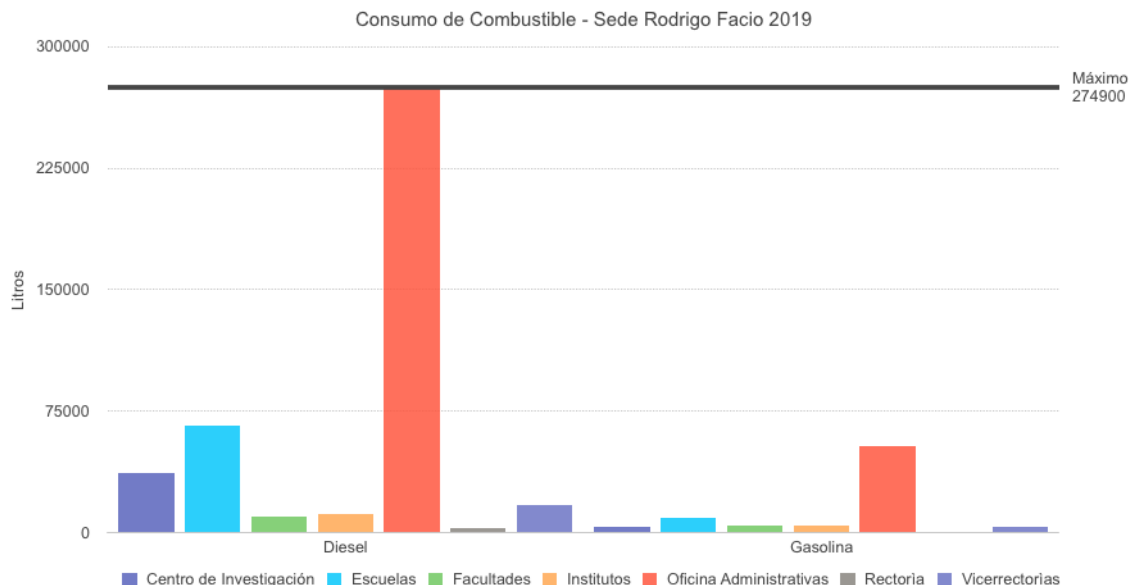


Figura N.º 3.3. Consumo de combustible en la sede Rodrigo Facio para el año 2019.
Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad Costa Rica, 2020d.

Uno de los impactos negativos en el ambiente por el uso de vehículos de combustión y que está asociado al consumo de combustible, es la generación de gases efecto invernadero.

En las figuras N.º 3.4 y N.º 3.5 se muestran las emisiones de dióxido de carbono equivalente por trimestre para los años 2018 y 2019. Se puede determinar que las emisiones totales para el año 2018 fueron de 807.8 toneladas (respecto al diésel) y de 168.6 toneladas (respecto a gasolina), para un total de 976.4 toneladas. Con el aumento del consumo de combustible para el 2019, las emisiones para ese año aumentaron igualmente: 984.4 toneladas (respecto al diésel) y 180 toneladas (respecto a gasolina), para un total de 1,164.4 toneladas. Estas emisiones están asociadas únicamente al uso de combustibles para el transporte y fueron calculadas utilizando los factores de emisión del Instituto Meteorológico Nacional.

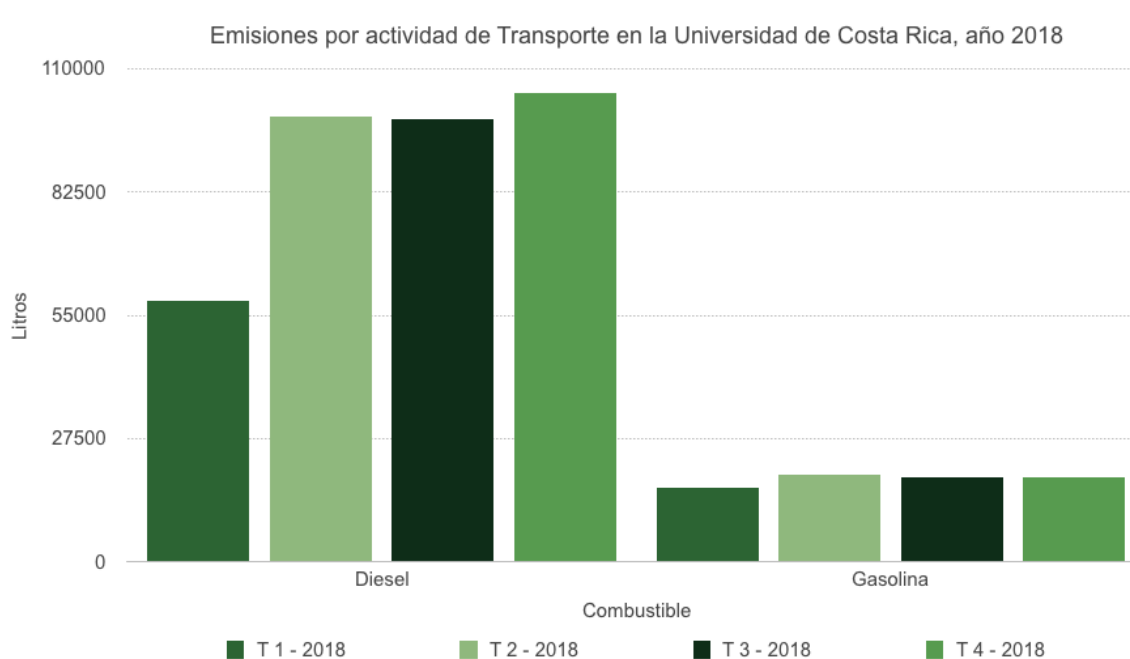


Figura N.º 3.4. Gráfico de emisiones de transporte de la sede Rodrigo Facio 2018.
Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad de Costa Rica, 2020d.

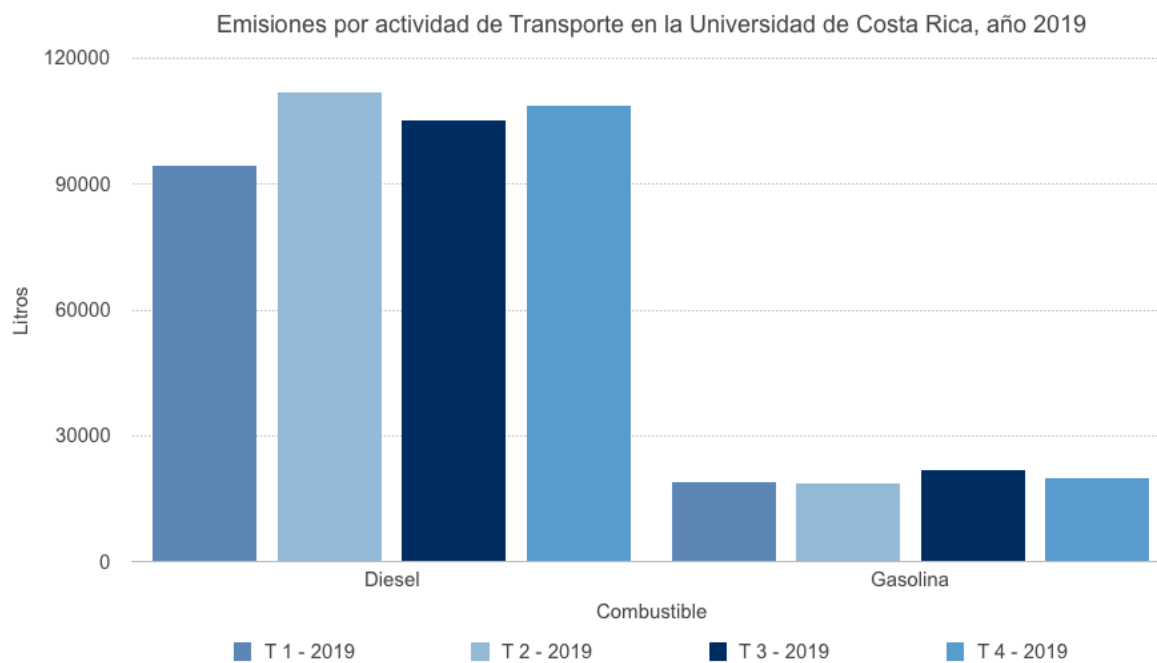


Figura N.º 3.5. Gráfico de emisiones de transporte de la sede Rodrigo Facio 2019.
Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad Costa Rica, 2020d.

Como se observa en el gráfico N.º 3.5, en el primer trimestre del año 2019 se emitieron 336.5 toneladas de dióxido de carbono equivalente, en comparación con

el primer trimestre del 2018 que fue de 304.4 toneladas. Un dato interesante para analizar es el consumo trimestral de diésel, dado que para el 2019, el trimestre de mayor consumo —y por ende de mayor emisión— fue el segundo, mientras que para el año 2018 fue el último trimestre. En el caso de la gasolina, el tercer trimestre fue el de mayor consumo y emisión, en comparación con el año 2018, en donde fue el segundo trimestre. Esta variación depende totalmente de las actividades efectuadas (giras y trabajos operativos, entre otros) que se hayan dado en cada trimestre.

De igual manera, en la figura N.º 3.6 se muestran las diez unidades universitarias de la sede Rodrigo Facio más contribuyentes en la emisión de GEI (actividad transporte), de las cuales las secciones de Transportes, Seguridad y Tránsito, Mantenimiento y Construcción; la CELEQ y la Vicerrectoría de Acción Social son las de mayor aporte.



Figura N.º 3.6. Gráfico de unidades de mayor emisión.

Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad de Costa Rica, 2020d.

No obstante, y dado que la Sección de Transportes es la principal fuente de emisiones de GEI, en las figuras N.º 3.7 y N.º 3.8 se muestra la emisión de GEI que genera el servicio de bus interno (recorrido finca 1 - finca 2 - finca 3) a cargo de la Sección de Transportes.

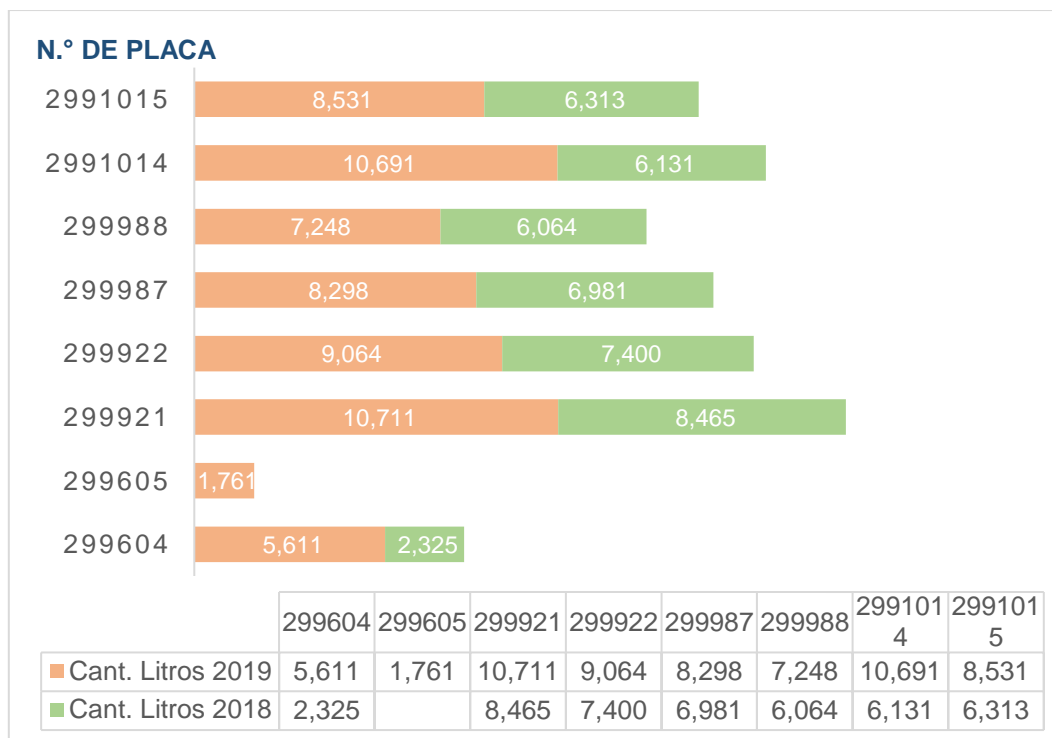


Figura N.º 3.7. Gráfico de emisiones en litros en el servicio de transporte interno.
Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad Costa Rica, 2020d.

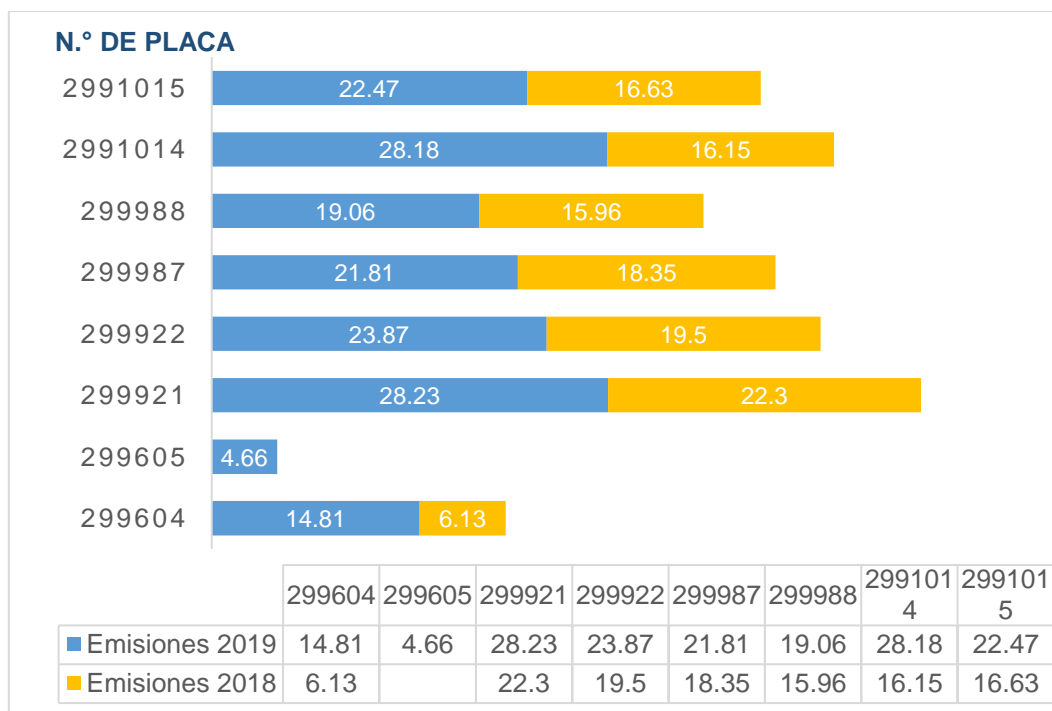


Figura N.º 3.8. Gráfico de emisiones en toneladas en el servicio de transporte interno.
Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Universidad de Costa Rica, 2020d.

Como se muestra en la figura N.º 3.7., el consumo total de estos buses fue de 43,679.00 litros de diésel para el año 2018, y 61,915.00 litros de diésel para el 2019. En la figura N.º 3.8. se muestra que, en total, el servicio generó una emisión de aproximadamente 165.09 toneladas de dióxido de carbono equivalente en el año 2019 y 115.02 toneladas de dióxido de carbono equivalente en el 2018.

Además, en la figura N.º 3.6. se puede observar que entre las primeras seis unidades están aquellas que pertenecen a la Oficina de Servicios Generales: la Sección de Transportes (en las figuras N.º 3.7 y N.º 3.8 se mostró el comportamiento de consumo de los buses), la Sección de Mantenimiento y Construcción, la Sección de Seguridad y Tránsito, así como la Sección de Maquinaria y Equipo. Todas estas secciones, como se mencionó en el capítulo anterior, son unidades operativas, no asociadas a actividades académicas ni de investigación, por el contrario, se encargan del mantenimiento del campus universitario. Estas unidades son las que tienen la mayor cantidad de vehículos asociados, por lo que representan el mayor consumo de combustibles.

3.2 Presupuestos en la Universidad de Costa Rica

De acuerdo con la información suministrada por la Oficina de Planificación Universitaria de la Universidad de Costa Rica (OPLAU), en su página web se puede acceder a los presupuestos asignados para cada vicerrectoría, oficina y unidad de la Universidad.

La siguiente es una lista de las partidas correspondientes a compra de vehículos, consumo de combustibles y lubricantes, así como compra de repuestos para vehículos que se maneja a lo interno de la institución con respecto a la Oficina de Servicios Generales:

1. Combustibles y lubricantes, partida número 2010100.
2. Equipo de transporte, partida número 5010200.
3. Repuestos y accesorios, partida número 20402.

No obstante, debido a que las partidas son generales y es uso de cada unidad ejecutar este presupuesto, y dado que el objeto de estudio de este trabajo es respecto al uso de vehículos de combustión y todas sus implicaciones, se tomará como referencia los presupuestos asignados a las dependencias encargadas de estos temas:

- Vicerrectoría de Administración.
- Oficina de Servicios Generales.
- Sección de Transportes.

De igual manera, estos montos son presupuestos estimados, que no necesariamente fueron ejecutados en su totalidad o, en su defecto, sobrepasaron el monto presupuestado.

En los anexos N.º 1, N.º 2 y N.º 3, se detalla el monto presupuestado para cada una de estas partidas para los años 2017, 2018 y 2019, de acuerdo con la unidad a la cual fue asignada y que tiene algún tipo de injerencia directa en la compra o mantenimiento de los vehículos institucionales.

De acuerdo con la información proporcionada por la Oficina de Planificación Universitaria, como se detalla en el anexo N.º 1 y como se muestra en figura N.º 3.9, el año 2018 fue en cuando se destinó la mayor cantidad de presupuesto en comparación con los años 2017 y 2019.

Esta partida se distribuye entre las diferentes unidades universitarias, dependiendo de las necesidades de cada una de ellas; no obstante, la mayor porción del presupuesto se destina al Programa de Administración de la Vicerrectoría de Administración, la cual transfiere parte de este monto a la Oficina de Servicios Generales, la cual a su vez divide el presupuesto entre las secciones de Transportes y de Mantenimiento y Construcción. Como se explicó en el capítulo anterior, la Comisión Institucional de Compra de Vehículos está conformada por personal de la Vicerrectoría de Administración y de la Sección de Transportes, lo cual justifica que la mayor proporción del presupuesto de esta partida sea destinada a esta Unidad.

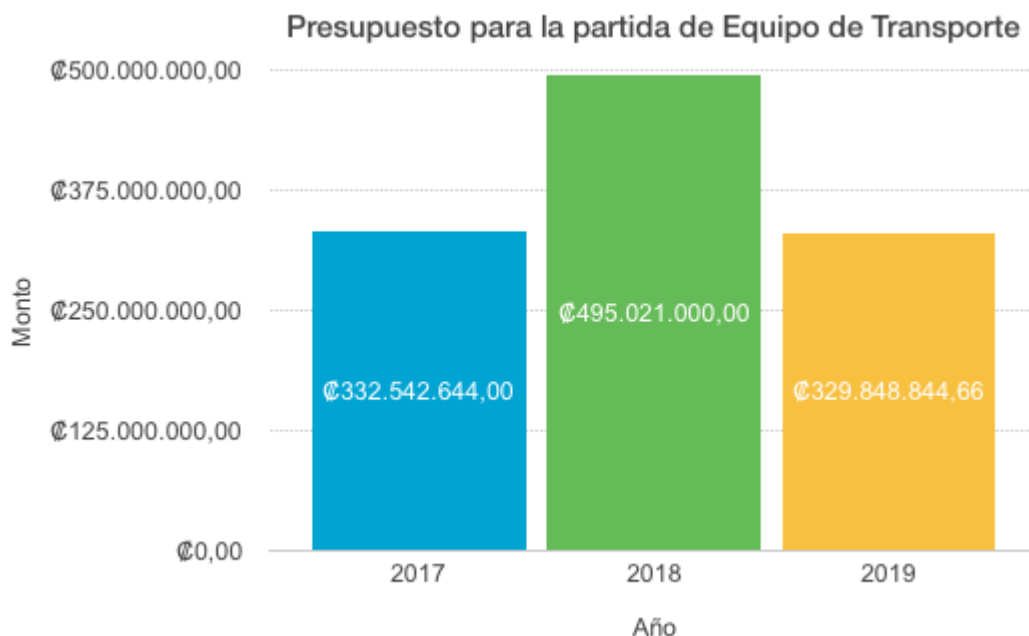


Figura N.º 3.9. Presupuestos para la partida de equipo de transportes en la Universidad de Costa Rica. Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Oficina de Planificación Universitaria (UCR, 2020c).

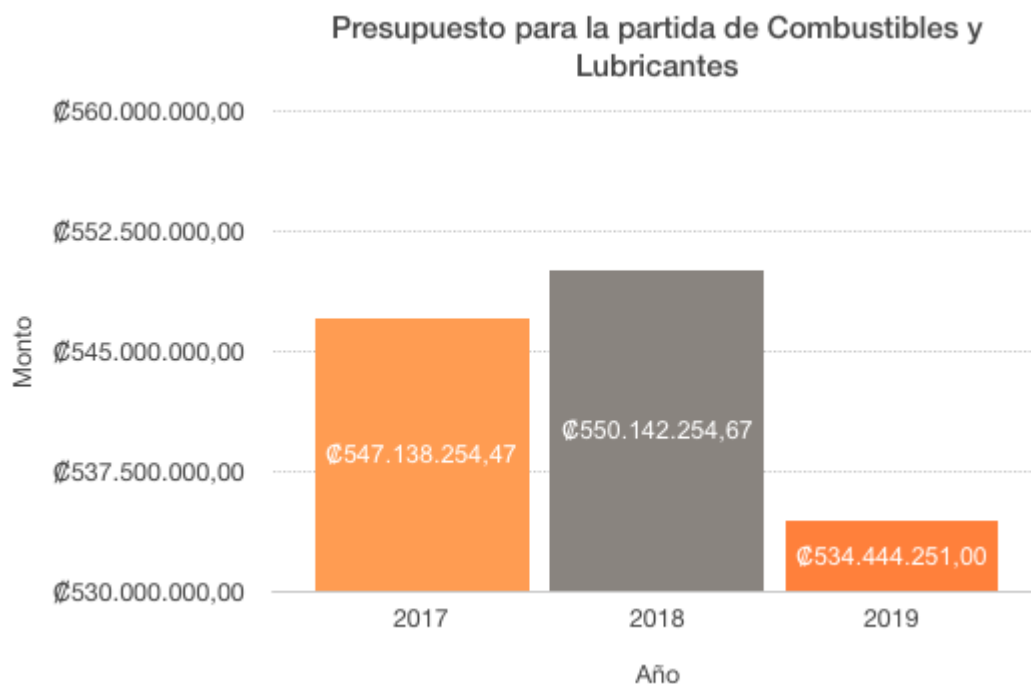


Figura N.º 3.10. Presupuestos para la partida de combustibles y lubricantes en la UCR. Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Oficina de Planificación Universitaria (UCR, 2020c).

Analizando el gráfico de la figura N.º 3.9, se puede inferir que, en el año 2018, ya sea por solicitudes, proyectos o planificación, se realizó una mayor inversión en la

compra de equipos de transporte, mientras que, si se observa el presupuesto destinado para el 2019, este es muy similar al 2017.

Con respecto a la partida de combustibles y lubricantes, en la figura N.º 3.10 se puede observar que para los tres años (2017-2019), el presupuesto asignado es variado. Entre el año 2017 y 2018, la diferencia fue un aumento de tres millones de colones, mientras que para el año 2019, la disminución fue de quince millones de colones (5 veces más que el aumento del periodo 2017-2018).

Si se compara el consumo de combustible del año 2018 y el año 2019 tal como se muestra en las figuras N.º 3.4. y N.º 3.5., se observa un aumento de un año para otro y, como se comentó anteriormente, también en las emisiones, por lo que es muy probable que para finales del año 2019 se tuviera que hacer un movimiento entre partidas para poder compensar la falta de presupuesto en esta, ya que si se evalúa el aumento del consumo, el incremento de los precios de la gasolina y las nuevas unidades de transporte, esta debería ser una de las partidas de crecimiento constante.

Para el año 2019, aproximadamente el 72,7 % del presupuesto en la partida de combustibles y lubricantes se destinó directamente a la Sección de Transportes, por medio de la Oficina de Servicios Generales, la cual —como se mencionó anteriormente— lleva una contratación por demanda para la compra de combustibles de toda la sede central Rodrigo Facio. El restante 28 % del presupuesto en esta partida se distribuye entre los diferentes centros de investigación, sedes y recintos. Para los años 2017 y 2018, se mantuvo la misma distribución del presupuesto (72,7 % vs. 27,3 %).

Finalmente, la partida de repuestos ha tenido un comportamiento descendente, tal como se muestra en la figura N.º 3.11, al disminuir del año 2017 al 2019 en más de un 50 %. A diferencia de las partidas anteriores, la partida de repuestos engloba más unidades, y se puede evidenciar al observar, de acuerdo con la tabla del anexo N.º 3, que el presupuesto destinado a la Oficina de Servicios Generales fue de un 3,45 % para el año 2019, de un 27,9 % para el 2018 y de un 23 % para el 2017.

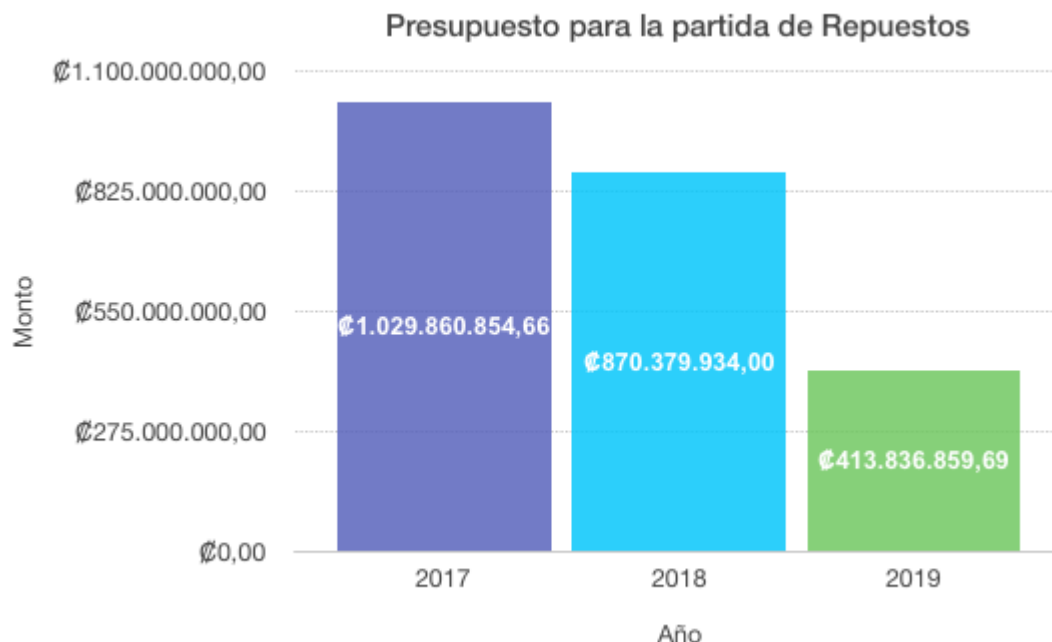


Figura N.º 3.11. Presupuestos para la partida de repuestos en la Universidad de Costa Rica.
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Oficina de Planificación (UCR, 2020c).

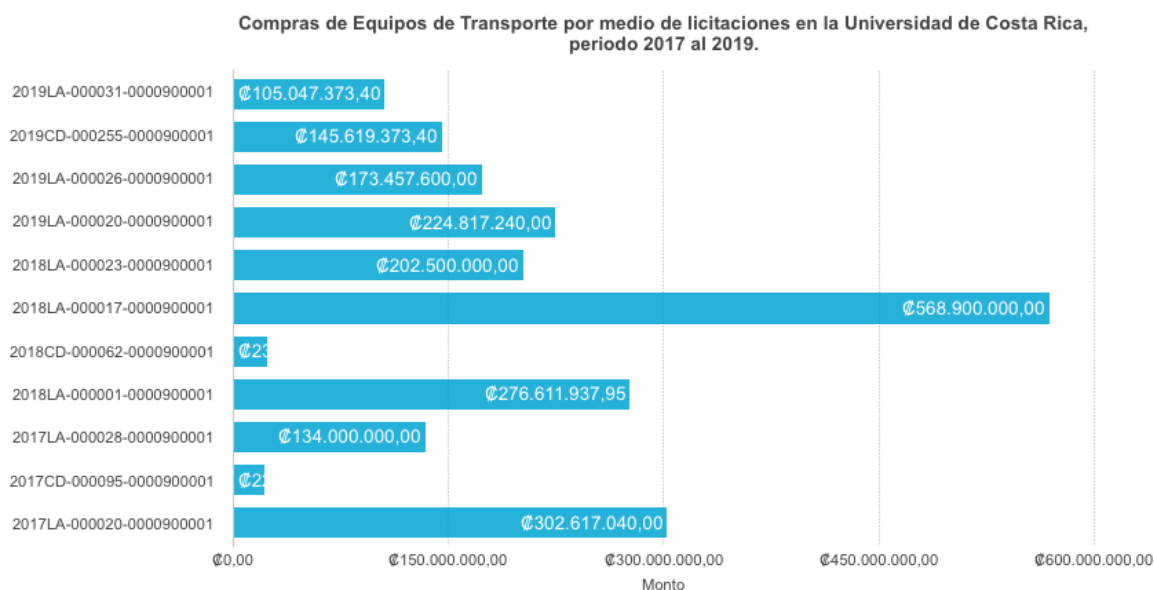


Figura N.º 3.12. Licitaciones para la compra de equipos de transporte por medio del SICOP.
Fuente: Elaboración propia con base en datos de Universidad de Costa Rica, 2020d.

Por otra parte, y tal como se muestra en la figura N.º 3.12., entre los años 2017, 2018 y 2019 se realizaron once compras de equipos de transporte, bajo la modalidad de licitaciones por medio del Sistema de Compras Públicas (SICOP). De

acuerdo con esta información, entre estos años se destinó un presupuesto de ₡2,179,449,982.75.

De acuerdo con la figura N.º 3.12 y la tabla del anexo N.º 4, de estas compras por licitación, tres fueron para compra de vehículos eléctricos o estaciones de carga, para lo cual se destinó un presupuesto de ₡219,337,018.00.

1. 2017CD-000095-0000900001: 1 Vehículo eléctrico tipo sedán para 5 pasajeros, por un monto de ₡22,000,000.00.
2. 2018CD-000062-0000900001: cargador rápido para vehículo eléctrico, por un monto de ₡23,879,418.00.
3. 2019LA-000026-0000900001: 8 vehículos eléctricos tipo sedán para 5 pasajeros, por un monto de ₡173,457,600.00 (₡21,682,200.00 por unidad).

3.3 Vehículos eléctricos en la Universidad de Costa Rica.

3.3.1 Ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos

De acuerdo con el ingeniero Jairo Quirós Tortós, coordinador del EPERLab de la Universidad de Costa Rica, la movilidad eléctrica

es un concepto de transporte sostenible que busca incentivar la adquisición de VE, pero es mucho más que sólo vehículos, ¡es el transporte del futuro!, inclusive se dice que a largo plazo vamos a estar transportándonos en vehículos aéreos no tripulados. Se están diseñando VE alimentados con energía fotovoltaica, una tecnología que actualmente por los elementos que la componen es cara, pero con los avances que se dan cada año puede ir siendo más accesible (Universidad de Costa Rica, 2017, párr. 03).

En cuanto a las ventajas de un vehículo eléctrico, Jairo Quirós señala que “son silenciosos, cero emisiones, misma o más potencia que un vehículo de combustión

interna y mantenimiento sencillo que va de un 30% o un 60% del valor de un vehículo de combustión interna” (UCR, 2017, párr. 07).

Por otra parte, la mayor desventaja de los vehículos eléctricos han sido la fabricación de baterías:

El componente principal y más caro en un VE son las baterías, que en el 2010 estaban en el rango de \$1000 por kilowatt-hora, pero esto se ha reducido en casi un 77% al llegar el 2016 pues de acuerdo con los reportes de la AIE el costo internacional ronda los \$227 (UCR, 2017, párr. 13).

Se habla de que los vehículos eléctricos son mucho menos complejos mecánicamente que los vehículos de combustión, por lo cual su costo en mantenimiento es menor. Sergio Fernández, periodista de Híbridos y Eléctricos, medio de referencia en España, en información especializada del sector de los vehículos eléctricos, a este respecto señala lo siguiente:

el coche eléctrico es un automóvil mucho más simple que el coche de combustión. Un motor de combustión interna tiene cientos de piezas que se mueven de forma coordinada y están sometidas a desgaste y a altas temperaturas. Y en cada uno de los sistemas y subsistemas que incorpora dicho motor, como el sistema de engrase, encendido, alimentación, refrigeración, admisión, escape, culata, bloque, etc., el número de elementos que lo forman, se multiplica en número en comparación al eléctrico. Así, por ejemplo, si tomamos un motor eléctrico por partes, veremos que incorpora básicamente un rotor, un estator, un soporte, cojinetes y unas tapas de cierre. o cuenta, tampoco, con piezas como el embrague, la caja de cambios, la correa de distribución, por citar algunas de los más habituales. Por otro lado, los motores eléctricos tampoco tienen

filtros ni aceite, uno de los mantenimientos periódicos más habituales de los coches de combustión” (Híbridos y Eléctricos, 2019b, párrs. 09-10).

La tabla N.º 3.3, muestra una comparativa del mantenimiento para un automóvil Golf de combustión vs. un automóvil Golf eléctrico, según la empresa Volkswagen.

Tabla N.º 3.3. Comparación de mantenimiento de vehículos Golf, Volkswagen.

Mantenimiento del Vehículo		
	Golf combustión	e-Golf
Servicio de Inspección	✓	✓
Cambio de aceite	✓	X
Cambio de filtro de polvo y polen	✓	✓
Cambio de bujías ¹	✓	X
Cambio de correa de distribución	✓	X
Cambio de filtro de aire	✓	X
Cambio de filtro de combustible ²	✓	X
Cambio de líquido de frenos	✓	✓
Cambio de aceite sistema DSG ³	✓	X
Cambio de aceite sistema 4MOTION ⁴	✓	X
Cambio de escobillas limpiaparabrisas	✓	✓
Cambio de neumáticos	✓	✓
Cambio de pastillas de freno	✓	✓
Cambio de discos y pastillas de freno	✓	✓
Cambio de batería 12V	✓	✓
Cambio de amortiguadores	✓	✓

¹Solo vehículos con motor gasolina. ²Solo vehículos con motor diésel.
³Solo vehículos con cambio DSG. ⁴Solo vehículos con tracción 4MOTION.

Fuente: Híbridos y Eléctricos, 2019a, párr. 13.

Además de lo citado anteriormente, Híbridos y Eléctricos (2019b) hacen mención especial a las pastillas y discos de frenos, ya que estos para un automóvil de tecnología eléctrica retrasa su desgaste en comparación con un automóvil de combustión:

esto se hace especialmente notable en ciudad, donde gracias a la frenada regenerativa no sólo se ahorra energía, sino que también se reduce el uso

del freno mecánico muchísimo, retrasando la necesidad de cambiar las pastillas y discos de freno" cuenta David Montero (técnico de alto voltaje de Volkswagen) (Híbridos y Eléctricos, 2019b, párr. 17).

3.3.1.1 Costo de propiedad

Bjørn Utgård, ingeniero noruego, fundador de la empresa ESCOIA y quien presentó en el 2017 una conferencia sobre movilidad eléctrica en el país, comenta que: “conducir un VE en Costa Rica cuesta una cuarta parte de lo que cuesta conducir un vehículo de gasolina. La carga nocturna con tarifas horarias, disponibles para el 39% de los residentes, permite ahorrar hasta un 91% de combustible” (Costa Rica Limpia, 2017, p. 23), tal como se observa en la figura N.º 3.13.

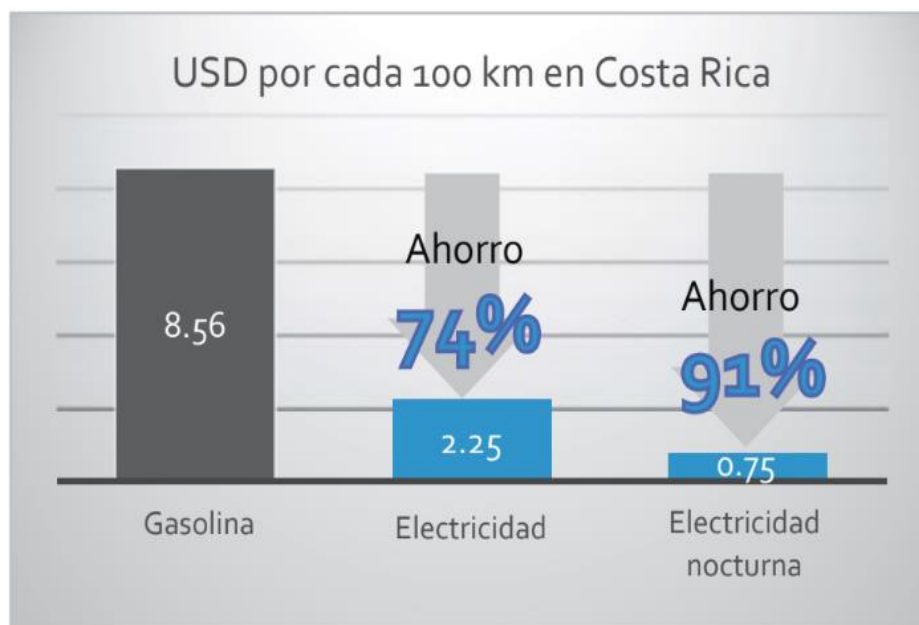


Figura N.º 3.13. Coste de la conducción con gasolina y electricidad en vehículos compactos por cada 100 km.

Fuente: Costa Rica Limpia, 2017, p. 23

3.3.1.2 Costo de adquisición

En Costa Rica, los vehículos eléctricos ya pagan menos impuestos que los vehículos convencionales (0 % contra un 30 % de impuesto selectivo de consumo; los híbridos y los PHEV pagan el 10 %). Además, se considera que los vehículos

eléctricos son demasiado caros para la mayor parte de la población (Costa Rica Limpia, 2017).

Por ejemplo, de acuerdo con la siguiente información extraída de CR Autos, se puede observar la diferencia en precio de dos versiones de automóviles (eléctrico y gasolina) con características similares.

Tabla N.º 3.4. Comparación de costo de un vehículo eléctrico y un vehículo de combustión.

Ionic Eléctrico Limited.	Accent Elegant TM
\$ 38 900	\$ 24 900
Tipo Sedán. Año 2020. Motor eléctrico Magneto Sincrónico Permanente. Transmisión con Caja reductora simple con Sistema de cambios de marchas mediante selectores (Shift-by-Wire). Autonomía eléctrica: 373 km. Eficiencia: 11.7 kWh/100 km. Emisiones de CO ₂ : 0 g/km. Distancia de frenada de 100 a 0 km/h: 42.6 m.	Tipo Sedán. Año 2020. Motor Kappa. 4 cilindros MPI, 16 válvulas DOHC D-CVVT. Transmisión Manual de 6 velocidades. Combustible gasolina con capacidad de 45 litros. Emisiones de CO ₂ : 99 kg.

Fuente: Elaboración propia con datos de CR Autos, 2020a y CR Autos, 2020b.

3.3.1.3 Funcionalidad

El 93 % de los costarricenses vive en casas independientes, donde la carga puede ser tan sencilla como conectar el VE a una toma común de la red eléctrica. La temperatura media de Costa Rica ronda los 24° C, la cual es óptima para la operatividad de los vehículos eléctricos, ya que los climas con nevadas influyen negativamente en la eficiencia y la autonomía de los VE, que en invierno puede llegar a reducirse en un 25 % respecto al verano (Costa Rica Limpia, 2017, p. 25).

3.4 Análisis de autonomías de los vehículos eléctricos en Costa Rica

En las figuras N.º 3.14 y N.º 3.15 se muestran la comparación de los diferentes modelos de vehículos eléctricos que se comercializan actualmente en el país, cotejando sus autonomías y costos. De igual manera, en la Tabla N.º 3.5 se muestra

las especificaciones de potencia, tipo de vehículos entre otras características para cada uno de los modelos.

En la figura N.º 3.14 se observa que actualmente en el país se comercializan alrededor de 30 modelos de vehículos eléctricos, con autonomías que van desde los 100 km hasta los 480 km.

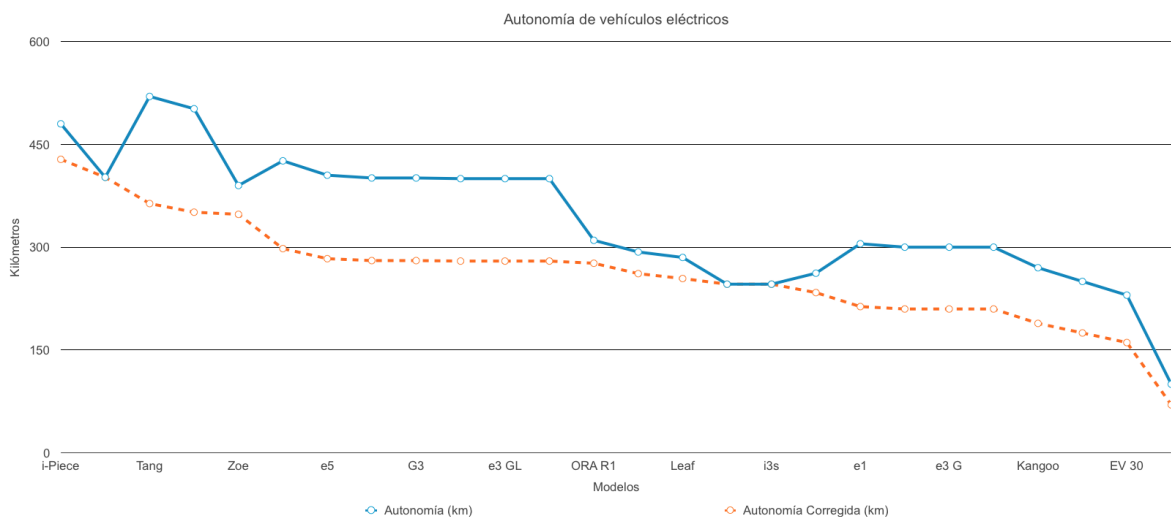


Figura N.º 3.14. Autonomía promedio de vehículos eléctricos disponibles en Costa Rica.
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ASOMOVE, 2020.

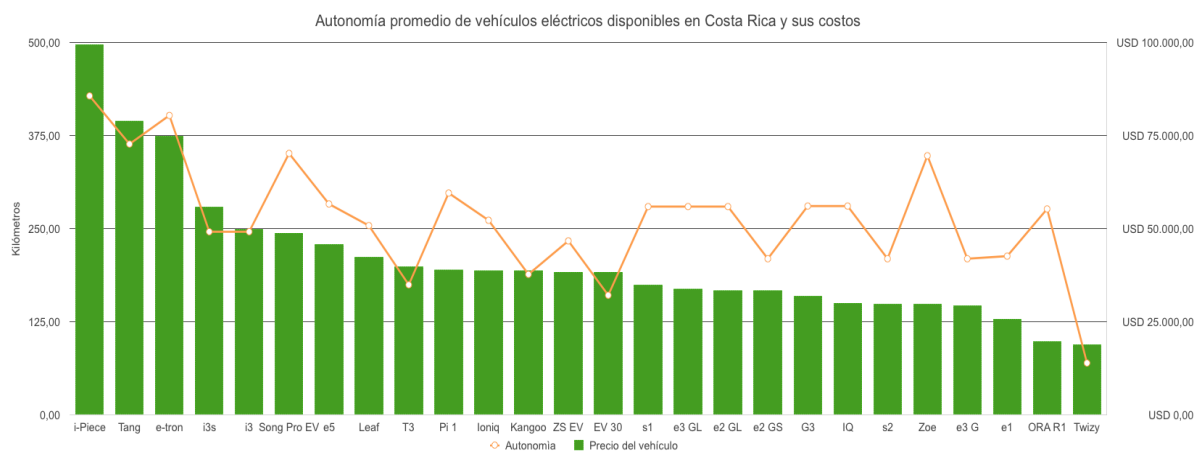


Figura N.º 3.15. Precio promedio de los modelos de vehículos eléctricos disponibles en Costa Rica.

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de ASOMOVE, 2020.

Con respecto al tema de las autonomías, cada fabricante utiliza diferentes modelos para estimar las autonomías del vehículo dependiendo de su país de fabricación.

La autonomía de un vehículo es la distancia que puede recorrer el vehículo con la batería que tiene en su momento, mientras que, por otra parte, la autonomía de la batería es la distancia que puede recorrer el vehículo con el 100 % de carga y hasta que esta se descargue por completo. Por lo tanto, los valores que se muestran en la figura N.º 3.14 corresponden a la autonomía de la batería para cada modelo.

Las autonomías que se muestran en la figura N.º 3.14 tienen diferentes modelos de cálculo, los cuales, como se mencionó, dependen del origen de fabricación. Entre estos modelos se encuentran el ciclo de homologación europeo (NEDC), el ciclo de homologación estadounidense (EPA), el ciclo de homologación japonés (JC08) y el nuevo procedimiento mundial armonizado para ensayos de vehículos ligeros (WLTP), el cual entró a regir el 1 de septiembre de 2018 en sustitución del NEDC, el cual fue diseñado en los años 80 (Movilidad Eléctrica, 2018a).

A diferencia de la NEDC en la cual las pruebas se realizan solo en laboratorios, el protocolo WLTP realiza adicionalmente una prueba dinámica del vehículo; hay un aumento en la duración de la prueba, que pasa de 20 a 30 minutos; y el recorrido de la prueba aumenta de 11 a 23.25 kilómetros (Movilidad Eléctrica, 2018b).

En la prueba de la NEDC se mantenía el esquema de 66 % para urbano y 34 % en carretera, mientras que en la WLTP cambia a 52 % para urbano y 48 % en carretera. Las velocidades medias y máximas durante la prueba también aumentan en aproximadamente 10 km/h cada una (pasando de 34 km/h a 46,5 km/h en velocidad media y de 120 km/h a 131 km/h en velocidades máximas). En las pruebas que se realizaban en el NEDC, los vehículos no contaban con ningún tipo de equipamiento (extras), mientras que con el WLTP sí se contempla. De igual manera, en la figura N.º 4.3 se detalla de forma resumida cada una de las diferencias entre ambos protocolos (Movilidad Eléctrica, 2018b).

Por otra parte, el ciclo de homologación utilizado en los Estados Unidos (EPA) es reconocido por considerarse como el equivalente a la autonomía real que va a conseguir un vehículo eléctrico, a diferencia del NEDC, el cual arrojaba autonomías mayores a las que se obtenían realmente. Con la implementación del protocolo WLTP se ha podido disminuir este rango de inexactitud, por lo que todos los

vehículos nuevos a partir del 2018 deben contar con este nuevo índice (Callejo, 2019).

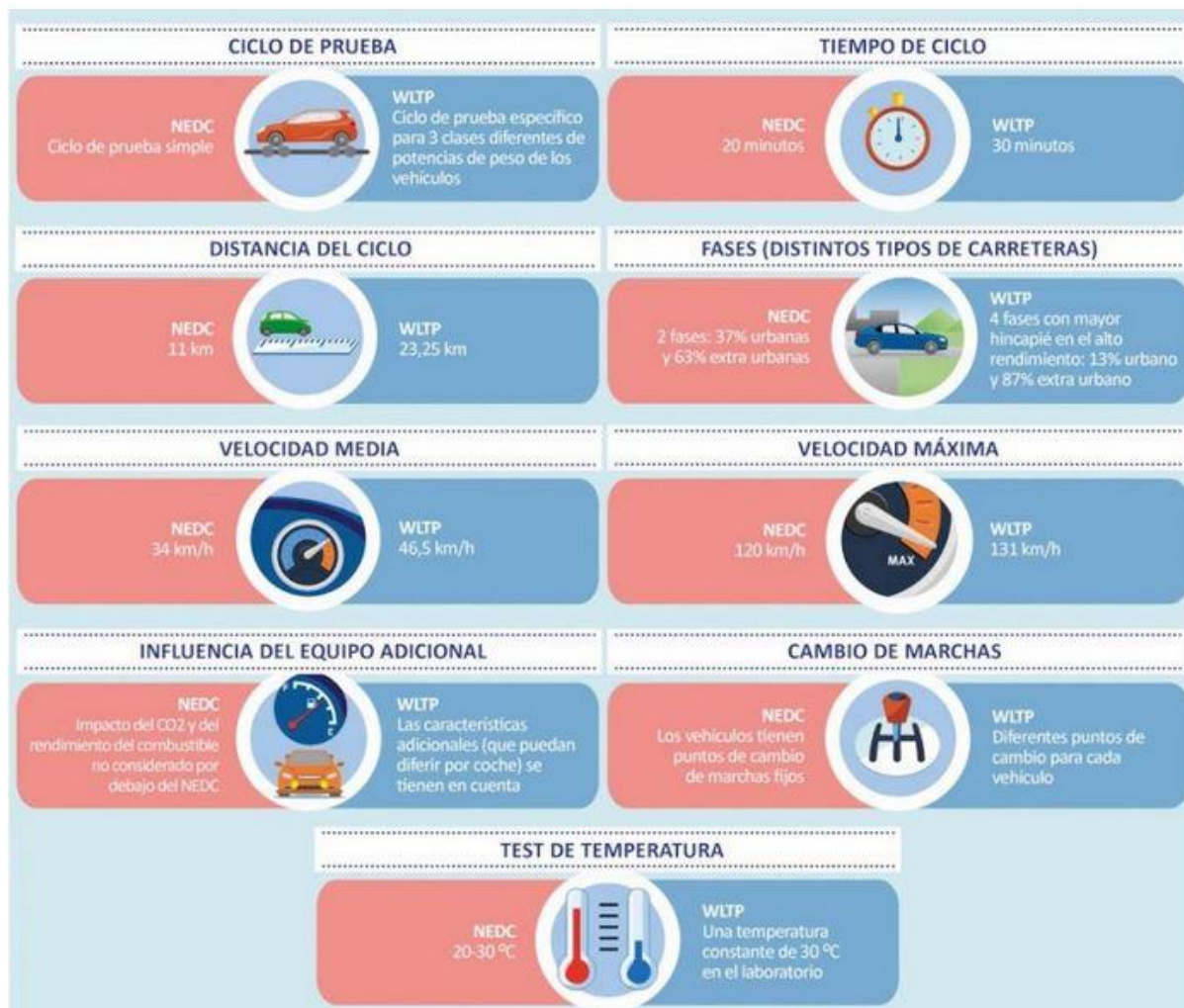


Figura N.º 3.16. Principales diferencias entre las pruebas NEDC y WLTP.
Fuente: Movilidad Eléctrica, 2018b.

No obstante, aún se comercializan vehículos usando como referencia los modelos NEDC, por lo que para manejar un mismo valor y ser más congruentes con el análisis y estudio de las autonomías de estos vehículos, se deben homologar los modelos a uno solo.

De acuerdo con Callejo (2019),

la relación promedio entre las cifras NEDC y EPA (NEDC/EPA) es de 1.428, con una desviación estándar de 0.161. Por lo tanto, podemos convertir una

autonomía NEDC en una autonomía EPA simplemente dividiendo el valor NEDC entre 1.43, con un error de alrededor del 11%. En el caso del WLTP y el EPA, la relación WLTP/EPA es de 1.121, con una desviación estándar de 0.092. Así, para convertir una autonomía WLTP en una autonomía EPA, debemos dividir la cifra WLTP entre 1.12, con un error del 8% (párr. 06).

Como se presenta en la figura N.º 3.14, en la línea punteada naranja se muestra el valor convertido a una autonomía EPA, con el fin de poder comparar adecuadamente cada modelo. En esta figura se pueden apreciar disminuciones de hasta 150 km entre NEDC y EPA, mientras que la mayor variación entre WLTP y EPA es de 40 km.

Tabla N.º 3.5. Lista de vehículos eléctricos en Costa Rica a marzo del 2020.

Marca	Modelo	Precio	Estilo	Batería kWh	Potencia kW	Autonomía km	Autonomía	Autonomía Corregida EPA
RENAULT	Twizy	\$ 18,900.00	Mini	6.1	12.6	100	NEDC	69.93
MAXUS	EV 30	\$ 32,500.00	PANEL	35	71	230	NEDC	160.84
BYD	M3	\$ 39,900.00	VAN	48	160	250	NEDC	174.83
RENAULT	Kangoo	\$ 38,900.00	VAN	33	44	270	NEDC	188.81
BYD	e3 G	\$ 29,500.00	Sedán	35.2	70	300	NEDC	209.79
BYD	S2	\$ 29,900.00	SUV	40.6	70	300	NEDC	209.79
BYD	e2 GS	\$ 33,500.00	SUV	35.2	70	300	NEDC	209.79
BYD	e1	\$ 29,900.00	Sedán	32.3	45	305	NEDC	213.29
MG	ZS EV	\$ 38,500.00	SUV	44.5	105	262	WLTP	233.72
BMW	i3	\$ 49,900.00	Hatchback	42.2	125	246	EPA	246
BMW	u3s	\$ 55,900.00	Hatchback	42.2	135	246	EPA	246
NISSAN	Leaf	\$ 42,500.00	Hatchback	40	110	285	WLTP	254.24
HYUNDAI	Ioniq	\$ 38,900.00	Sedán	38.3	100	293	WLTP	261.37
GREAT WALL	ORA R1	\$ 19,900.00	Sedán	33	35	310	WLTP	276.54
BYD	e2 GL	\$ 33,500.00	SUV	47.3	70	400	NEDC	279.72
BYD	e3 GL	\$ 33,900.00	Sedán	47.3	70	400	NEDC	279.72
BYD	S1	\$ 34,900.00	SUV	53.2	70	400	NEDC	279.72
GREAT WALL	IQ	\$ 29,990.00	Sedán	45	120	401	NEDC	280.42
XPENG	G3	\$ 32,000.00	SUV	50.5	145	401	NEDC	280.42
BYD	e5	\$ 45,850.00	Sedán	51.2	100	405	NEDC	283.22
YUDO	Pi 1	\$ 39,000.00	SUV	49.8	90	426	NEDC	297.9
RENAULT	Zoe	\$ 29,900.00	Hatchback	52	80	390	WLTP	347.9
BYD	Song Pro-EV	\$ 48,900.00	SUV	71	137	502	NEDC	351.05
BYD	Tang	\$ 78,900.00	SUV	82.8	183	520	NEDC	363.64
AUDI	E-tron	\$ 74,950.00	SUV	82	226	402	EPA	402
JAGUAR	i-Pierce	\$ 99,500.00	SUV	90	294	480	WLTP	428.19

Fuente: MINAE, 2020.

En total, en Costa Rica, hoy se comercializan alrededor de 30 modelos de vehículos eléctricos, de los cuales la marca ByD es la que mayor cantidad de modelos ofrece en el mercado (13 en total). Como se muestra en la tabla N.º 3.5, los modelos i-

Pierce y e-tron, de las marcas Jaguar y Audi mantienen autonomías superiores a los 400 km, con baterías de 90 y 82 kWh; mientras que los modelos como Tang y Song Pro-EV de la marca ByD y Zoe de la marca Renault poseen autonomías entre los 300 y los 400 km, con baterías que van desde los 52 a los 83 kWh.

Seguidamente se tiene un segmento de vehículos que van desde los 250 a los 300 km de autonomía. En total son 10 modelos de las marcas Yudo, ByD, Great Wall, Xpeng, Hyundai y Nissan, con baterías que van desde los 40 a los 53 kWh.

Por otra parte, el cuarto segmento va de 200 a 250 km de autonomía y hay 7 modelos de vehículos de las marcas BMW, MG, JAC y ByD, con baterías que rondan entre los 35 y 44 kWh; y un último segmento de 4 modelos de las marcas Renault, ByD y Maxus, que cuentan con autonomías de entre los 69 y los 200 km.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, la presente investigación surge de un plan nacional que fue impulsado por el Gobierno de Costa Rica, de acuerdo con el cual todas las instituciones de gobierno deben acogerse a las indicaciones ahí presentadas. La Universidad de Costa Rica, siendo un ente educativo público, no está exenta de la aplicación de este plan de descarbonización, por lo cual a mediano plazo debe incorporar a su flota vehicular, al menos un 10 % de vehículos eléctricos acorde a lo que el mercado ofrezca, ya que Costa Rica aún no presenta un *stock* amplio de vehículos eléctricos. Por esta razón, el capítulo IV del presente trabajo aporta un modelo financiero con los principales ejes por considerar para la incorporación paulatina y obligatoria a la cual debe someterse la Universidad de Costa Rica para el fiel cumplimiento de la ley.

4. CAPÍTULO IV. Modelo financiero del proyecto

4.1 Plan de vehículos por renovar en la Universidad de Costa Rica

Como se presentó en el capítulo 2 y de acuerdo con la información de la tabla N.º 2.2, la Universidad cuenta con un total de 543 vehículos repartidos entre sus sedes y recintos. Específicamente, en la sede Rodrigo Facio, se encuentra el 72 % de su flotilla, tal y como se muestra en la tabla N.º 2.3, distribuida entre buses, automóviles, motocicletas, equipos agrícolas y otros.

Con el fin de llegar a sustituir un 10 % de la flotilla vehicular de la sede central, y de acuerdo con lo estipulado en la legislación nacional, según se menciona en los primeros capítulos de esta investigación, se decidió trabajar únicamente con vehículos tipo sedán, SUVs y motocicletas, debido a que actualmente en el mercado nacional no hay disponibles alternativas eléctricas para equipos especiales, camiones o *pick ups*, lo cual genera una limitación en este estudio.

Del 72 % de la flotilla de la sede central, aproximadamente el 11 % (44 unidades) representa vehículos sedanes, el 14 % (54 unidades) motocicletas y un 14 % (56 unidades) vehículos estilo SUV. Por lo tanto, para la elaboración de la propuesta se va a partir de la necesidad de adquirir 6 vehículos sedanes, 4 vehículos estilo SUV y 5 motocicletas, todos totalmente eléctricos.

En la tabla N.º 4.1 se muestra la lista de vehículos que serán renovados, así como su equivalente en modelo eléctrico y modelo de gasolina, con el fin de poder evaluar la rentabilidad del proyecto comparándolo con la alternativa que por años la Universidad ha venido implementando que es la compra de vehículos de gasolina.

Tabla N.º 4.1. Vehículos de la Universidad de Costa Rica por ser renovados.

Placa	Año	Modelo	Modelo Eléctrico	Modelo Gasolina
299-414	1994	Nissan	Nissan Leaf / Hyundai Ioniq Electric	Hyundai Grand i10 Sedán
299-457	1998	Toyota Tercel	Nissan Leaf / Hyundai Ioniq Electric	Hyundai Grand i10 Sedán
299-551	2003	Toyota Corolla	Nissan Leaf / Hyundai Ioniq Electric	Hyundai Grand i10 Sedán
299-548	2003	Nissan Almera	Nissan Leaf / Hyundai Ioniq Electric	Hyundai Grand i10 Sedán
299-558	2003	Toyota Corolla	Nissan Leaf / Hyundai Ioniq Electric	Hyundai Grand i10 Sedán
299-583	2004	Toyota Yaris	Nissan Leaf / Hyundai Ioniq Electric	Hyundai Grand i10 Sedán
299-415	1995	Toyota 4 Runner	BYD S2 ev	Suzuki S-Cross
299-500	1993	Toyota Land Cruiser	BYD S2 ev	Suzuki S-Cross
299-505	2001	Toyota Galloper	BYD S2 ev	Suzuki S-Cross
299-506	2001	Toyota Galloper	BYD S2 ev	Suzuki S-Cross
299-520	2001	Vespa Piaggio	Electrobike Maker EM	Honda GL150
299-653	2007	Sanyang JET125	Electrobike Maker EM	Honda GL150
299-654	2007	Sanyang JET125	Electrobike Maker EM	Honda GL150
299-685	2008	Yamaha XT250	Electrobike Maker EM	Honda GL150
299-707	2009	Sanyang XS125	Electrobike Maker EM	Honda GL150

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de la UCR, 2020d; Hyundai, 2020a; Hyundai, 2020b; Cori Motors, 2020; Distrito Automotriz, 2020; Electrobike,2020; Nissan, 2020 y Honda CR, 2020.

En la tabla N.º 4.2 se muestra el costo de adquisición en dólares (a precio de costo de abril del 2020) de los posibles modelos por adquirir para ambas versiones, tanto eléctricas como de gasolina. Es notable que la inversión de vehículos eléctricos es superior que la de vehículos de gasolina; sin embargo, la inversión inicial no es el único parámetro que se debe analizar en un modelo financiero de este tipo, ya que lo que se busca es el ahorro a largo plazo para la institución.

Tabla N.º 4.2. Costo de adquisición de los vehículos propuestos.

Tipo	Modelo eléctrico	Precio sin impuestos	Modelo gasolina	Precio con impuestos
Sedán	Hyundai Ioniq Electric	\$ 38,900.00	Hyundai Grand i10 Sedán	\$ 17,290.00
Sedán	Nissan Leaf	\$ 42,900.00	Hyundai Grand i10 Sedán	\$ 17,290.00
SUV	BYD S2 ev	\$ 29,900.00	Suzuki S-Cross **	\$ 17,450.00
Motocicleta	Electrobike Maker EM	\$ 5,500.00	Honda GL150	\$ 2,500.00

** Precio exento de impuestos.

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de la UCR, 2020d; Hyundai, 2020a; Hyundai, 2020b; Cori Motors, 2020; Distrito Automotriz, 2020; Electrobike,2020; Nissan, 2020 y Honda CR, 2020.

Cabe destacar que, por legislación, de acuerdo con la Ley de Incentivos y Promoción del Transporte Eléctrico N.º 9518 (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2018),

los vehículos eléctricos, así definidos en el artículo 2 de la presente ley, se beneficiarán de la exoneración del impuesto general sobre las ventas, el impuesto selectivo de consumo y el impuesto sobre el valor aduanero, según lo indicado en la siguiente tabla (art. 09). (Véase la figura N.º 2.9).

Los modelos en versión eléctrica mencionados en la tabla N.º 4.2 ya se encuentran exonerados de impuestos, por lo cual no es necesario realizarles la conversión según la legislación correspondiente.

La escogencia de los automóviles por renovar de la Universidad se basó en dos factores, uno de ellos es la existencia de un modelo eléctrico equivalente en el mercado nacional, por lo cual dicha clasificación culminó en renovar sedanes, SUV y motocicletas. El segundo factor de escogencia fue la relación costo-autonomía para determinar cuáles serían los modelos a los que la Universidad puede aspirar, sin dejar de lado que la Universidad de Costa Rica, por utilizar fondos públicos, no debe optar comprar vehículos clasificados como “de lujo”.

Además, se realizó un análisis de todos los modelos que históricamente la Universidad ha adquirido, y se concluyó que ellos, en sus procesos de compra de vehículos institucionales, se basan en una escala media en cuanto a precio, esto quiere decir que no se inclinan por lo “más barato” para realizar sus compras.

4.2 Análisis de estaciones de carga para la Universidad de Costa Rica

Como parte del análisis que se debe realizar para la adquisición de modelos eléctricos se debe considerar la existencia de estaciones de carga dentro y fuera de la Universidad de Costa Rica. Según se menciona en la sección 1.6 de este proyecto, las estaciones se dividen en tres tipos de acuerdo con su poder de carga y rango de carga en tiempo.

En Costa Rica, el Instituto Costarricense de Electricidad únicamente coloca estaciones de carga públicas tipo L2 (semirrápidos) y L3 (rápidos); además, a nivel residencial se recomienda la instalación de los cargadores tipo L2, por su versatilidad de dejarlos conectados durante la noche, que es cuando se presentan los picos de baja demanda y por ende la electricidad es más económica.

Dentro de las opciones que la empresa Top Energy ofrece en el mercado se encuentran, para el tipo L2, dos versiones hogar con un costo de USD 1,088.00 IVAi modelo análogo y USD 1,265.00 IVAi modelo digital; y dos versiones comerciales con un costo de USD 2,080.00 IVAi con un conector y para parqueos cubiertos, y USD 6,580.00 IVAi con dos conectores en su versión urbana.

Las estaciones tipo L3 con un conector CHAdeMO y un conector Combo 1, 50 kW de potencia continuos, sistema de pagos RFID y conexión por medio de Ethernet, tienen un costo comercial de USD 37,552.80 IVAi.

Además, la empresa ELCO Costa Rica ofrece tres tipos de productos en cuanto a estaciones de carga (figura N.º 4.1). Ellos ofrecen estaciones o cargadores portátiles L2 para conectarse a 110V o 220V, las estaciones de hogar cuyo consumo es cargado al recibo eléctrico; y las estaciones públicas tipo L2 y tipo L3, que requieren tarjetas RFID para su utilización.



Figura N.º 4.1. Tipos de estaciones de carga.
Fuente: ELCO Costa Rica, 2020.

La estación pública tipo L3 de la empresa ELCO, con un conector CHAdeMO y un conector Combo 1.50 kW de potencia continuos, sistema de pagos RFID y conexión por medio de Ethernet, tiene un costo comercial de USD 27,120.00 IVAi.

La Universidad de Costa Rica únicamente puede optar por adquirir estaciones de carga pública, ya que los vehículos, al ser una institución tan grande, se guardan por separado según estén asignados a cada unidad, por lo cual, lo más sencillo desde el punto de vista administrativo de la estación, es instalar en la Universidad estaciones de carga que apliquen para uso de todos los funcionarios y que a su vez funcionen para personas ajenas a la entidad que requieran cargar su vehículo eléctrico y que posean una tarjeta RFID, y, en donde, además, a cada vehículo eléctrico institucional que se adquiera se le asigne una tarjeta de recarga para utilización de las estaciones.

La Universidad de Costa Rica cuenta actualmente con tres estaciones tipo L2 y una estación tipo L3. El costo de adquisición e instalación de esta última fue de cerca de ₡23,879,418.00, según la partida 2018 CD-000062-0000900001, de la tabla del anexo N.º 4.

A nivel país el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) tiene como objetivo promover la movilidad de los vehículos eléctricos de frontera a frontera, por lo cual tiene instalados, al 2020, 33 cargadores tipo L2 y 9 cargadores tipo L3 a lo largo y ancho del país. Además, en el país se encuentran más puntos de recarga de uso público que no fueron instalados por el ICE, que de igual manera funcionan con la tarjeta RFID. Todos estos puntos de recarga se pueden localizar mediante la página Conecta EV, en donde a través de un *bot*, les llegan a los usuarios las tres estaciones de carga más cercanas a su ubicación, para que se puedan realizar las recargas.

Dicho lo anterior, la alternativa para este modelo es la compra de dos estaciones públicas de la empresa Top Energy, a la cual la Universidad le compró la primera estación L3 instalada en el recinto; sin embargo, los datos de la empresa ELCO Costa Rica se suman a esta investigación como alternativa de compra viable para estaciones de carga públicas.

De igual forma, se asume la utilización de las estaciones que ya se encuentran instaladas en el país como puntos de recarga públicos, para llegar a los destinos que se requieran. La tarifa establecida en agosto del 2019 por ley por la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos ARESEP (2020) para la utilización de estos puntos de recarga con la tarjeta RFID es de ₡182.72 por kWh.

4.3 Costos asociados a la compra de vehículos

La incorporación de un vehículo a una entidad pública —ya sea de gasolina o eléctrico— conlleva una serie de características técnicas y costos asociados que para fines de esta investigación se tornan de suma importancia para la comparación real de estos. Dentro de estas variables que se deben analizar en este tipo de proyectos, en donde se está realizando un cambio de tecnología a nivel automotor, para los modelos asignados se establece que los costos y características importantes por utilizar para comparar ambas tecnologías son:

- Garantía de ambas tecnologías.
- Marchamos para ambas tecnologías y según aplique la ley.
- Costo anual por mantenimiento.
- Consumo de gasolina y electricidad, según aplique.
- Garantía y costo de las baterías.

Se debe recalcar que, inicialmente, se realiza una comparación individual de cada costo asociado, para puntualizar los beneficios económicos de pasarse a tecnología eléctrica. Además, se efectúa un flujo de caja proyectado a 8 años para estimar la mejor incorporación de los vehículos al recinto universitario.

4.3.1 Garantía de los vehículos

4.3.1.1 Garantía de los vehículos de gasolina

En la tabla N.º 4.3 se establece la garantía por años o kilómetros recorridos (lo que ocurra primero) para las tres versiones de vehículos de gasolina que se están analizando en esta investigación. Este aspecto es importante, ya que la tecnología

eléctrica en el país emergió hace pocos años y el respaldo de agencia ante cualquier eventualidad es fundamental.

Tabla N.º 4.3. Garantía de los vehículos de combustión propuestos.

Modelo	Garantía
Hyundai Grand i10 Sedán	3 años o 100,000 km
Suzuki S-Cross	7 años o 200,000 km
Honda GL150	6 meses o 6,000 km

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de Hyundai, 2020a; Hyundai, 2020b; Distrito Automotriz, 2020 y Honda CR, 2020.

4.3.1.2 Garantía de los vehículos eléctricos

De igual manera que el ítem anterior, la tabla N.º 4.4 presenta la garantía de las versiones eléctricas en años o kilometraje recorrido.

Tabla N.º 4.4. Garantía de los vehículos eléctricos.

Modelo	Garantía
Hyundai Ioniq Electric	3 años o 100,000 km
Nissan Leaf	3 años o 57,936 km
BYD S2 ev	6 años o 150,000 km
Electrobike Maker	1 año o 12,000 km

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de la Hyundai, 2020a; Hyundai, 2020b; Cori Motors, 2020; Electrobike, 2020 y Nissan, 2020.

4.3.2 Marchamos de los vehículos

4.3.2.1 Marchamos de los vehículos de gasolina

La ley de tránsito de Costa Rica establece que todos los vehículos deben cancelar anualmente un derecho (impuesto) a la circulación por el territorio nacional.

La tabla N.º 4.5 muestra el costo aproximado del marchamo de los vehículos en su versión gasolina, con el fin de establecer la comparación económica de adquirir los equivalentes en versión electrónica. Se asume que el costo del marchamo es el mismo para los primeros 5 años. Estos montos son costos estimados a abril del 2020.

Tabla N.º 4.5. Costo anual de marchamos para vehículos de gasolina.

Modelo	Costo anual marchamo	
Hyundai Grand i10 Sedán *	₡	250,000.00
Suzuki S-Cross	₡	250,000.00
Honda GL150	₡	89,814.00
* No se obtuvo el costo del marchamo de este vehículo por lo cual se asume un costo igual al Suzuki S-Cross.		

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de Hyundai, 2020a; Hyundai, 2020b; Distrito Automotriz, 2020 y Honda CR, 2020.

4.3.2.2 Marchamos de los vehículos eléctricos

Como se ha menciona en la figura N.º 2.9 anterior, de acuerdo con el Reglamento de Incentivos para el Transporte Eléctrico (Poder Ejecutivo, 2018), a los vehículos eléctricos no se les cobra el 13 % del IVA, el 1 % del impuesto aduanero ni el 30 % del impuesto selectivo de consumo. Por lo tanto, en el caso de vehículos con un valor CIF menor a USD 30,000.00 (treinta mil dólares), de acuerdo con el artículo 13 de la Ley N.º 9518 (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 2018), el primer año el vehículo está exonerado en un 100% del costo total del marchamo; el segundo año, del 80 %; el tercer año, del 60 %; el cuarto año, del 40 %; y el quinto y último año, el 20 %. A partir del sexto año, el costo del marchamo debe ser cancelado en su totalidad anualmente. La tabla N.º 4.6 muestra el costo del marchamo (calculado en el 2018) para los primeros 5 años de los vehículos eléctricos.

Tabla N.º 4.6. Costo anual de marchamos para vehículos eléctricos.

Modelo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Hyundai Ioniq Electric *	₡0.00	₡154,698.00	₡252,109.00	₡331,178.00	₡394,879.00
Nissan Leaf **	₡0.00	₡154,698.00	₡252,109.00	₡331,178.00	₡394,879.00
BYD S2 **	₡0.00	₡154,698.00	₡252,109.00	₡331,178.00	₡394,879.00
Electrobike Maker EM ***	₡0.00	₡54,144.30	₡88,238.15	₡115,912.30	₡138,207.65
* El costo del marchamo fue extraído de una nota del periódico <i>La Teja</i> realizada a ASOMOVE.					
** No se obtuvo el costo del marchamo para estos dos vehículos, por lo cual se asumen como iguales al Hyundai Ioniq Electric.					
*** El costo se calculó del 35 % del costo del Ioniq Electric, cuya relación se estimó de los modelos de gasolina.					

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de Sandí, S. (2019)

4.3.3 Mantenimiento de los vehículos

4.3.3.1 Costo por mantenimiento de vehículo de gasolina

Por lo general, a los vehículos comprados de agencia con cero kilómetros, se les realiza el mantenimiento preventivo a los 2000 km (usualmente, esta revisión es regalía de la agencia), 5000 km, 10000 km y posterior a eso cada 10000 km; o bien hay agencias que emiten sus revisiones cada 5000 km desde el inicio.

Este mantenimiento consiste en cambio de aceite, líquido de frenos, pastillas de frenos, *coolant* y filtros; lavado de motor; y limpieza de los cilindros, todo esto cuando lo requiera el vehículo, lo cual indica que no en todos los mantenimientos se les realiza lo mismo.

Además, el cambio de la batería de los vehículos de gasolina ronda los seis años, dependiendo de su uso. Por último, no se debe dejar de lado el costo asociado al cambio de neumáticos que, de igual forma, dependiendo de su uso, se debe realizar máximo cada tres años; sin embargo, el cambio de los neumáticos no se utilizará como variable en esta investigación, ya que ambas tecnologías (gasolina y eléctrico) necesitan cambio de neumáticos en tiempos igualmente establecidos.

La tabla N.º 4.7 muestra los costos por mantenimiento para los vehículos Hyundai Grand i10 sedán realizados por la agencia para los primeros 8 años del automotor; dichos costos son a precio establecido en mayo del 2020.

Tabla N.º 4.7. Costo anual de mantenimiento Hyundai Grand i10 sedán.

Año 1	Costo	Año 2	Costo	Año 3	Costo
10000	\$227.69	40000	\$306.52	70000	\$227.69
20000	\$293.00	50000	\$316.89	80000	\$306.52
30000	\$227.69	60000	\$293.00	90000	\$227.69
Total	\$748.38	Total	\$916.41	Total	\$761.91

Año 4	Costo	Año 5	Costo	Año 6	Costo
100000	\$449.27	130000	\$227.69	160000	\$293.00
110000	\$227.69	140000	\$306.52	170000	\$227.69
120000	\$293.00	150000	\$316.89	180000	\$306.52
Total	\$969.96	Total	\$851.11	Total	\$827.21

Año 7	Costo	Año 8	Costo
190000	\$227.69	220000	\$293.00
200000	\$449.27	230000	\$227.69
210000	\$227.69	240000	\$306.52
Total	\$904.66	Total	\$827.21

Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por Hyundai CR, 2020a.

Se estima que los vehículos que se podrían adquirir marca Suzuki deberán tener como mínimo seis mantenimientos por año, todos de ellos valorados con costos de agencia, según se presenta en la tabla N.º 4.8, para los primeros ocho años. Estos costos son calculados a mayo del 2020.

Tabla N.º 4.8. Costo anual de mantenimiento Suzuki S Cross.

Año 1	Costo	Año 2	Costo	Año 3	Costo
5000	₡ 36,475.20	35000	₡ 73,681.30	65000	₡ 46,887.30
10000	₡ 46,887.30	40000	₡ 59,709.30	70000	₡ 73,681.30
15000	₡ 46,887.30	45000	₡ 75,840.70	75000	₡ 46,887.30
20000	₡ 59,709.30	50000	₡ 83,332.60	80000	₡ 59,709.30
25000	₡ 46,887.30	55000	₡ 46,887.30	85000	₡ 46,887.30
30000	₡ 71,693.70	60000	₡ 84,515.70	90000	₡ 100,647.10
Total	₡ 308,540.10	Total	₡ 423,966.90	Total	₡ 374,699.60

Año 4	Costo	Año 5	Costo	Año 6	Costo
95000	₡ 46,887.30	125000	₡ 46,887.30	155000	₡ 46,887.30
100000	₡ 101,284.60	130000	₡ 46,887.30	160000	₡ 59,709.30
105000	₡ 73,681.30	135000	₡ 75,840.70	165000	₡ 46,887.30
110000	₡ 46,887.30	140000	₡ 86,503.30	170000	₡ 46,887.30
115000	₡ 46,887.30	145000	₡ 46,887.30	175000	₡ 73,681.30
120000	₡ 84,515.70	150000	₡ 108,139.00	180000	₡ 100,647.10
Total	₡ 400,143.50	Total	₡ 411,144.90	Total	₡ 374,699.60

Año 7	Costo	Año 8	Costo
185000	₡ 46,887.30	215000	₡ 46,887.30
190000	₡ 46,887.30	220000	₡ 59,709.30
195000	₡ 46,887.30	225000	₡ 75,840.70
200000	₡ 83,332.60	230000	₡ 46,887.30
205000	₡ 46,887.30	235000	₡ 46,887.30
210000	₡ 98,487.70	240000	₡ 84,515.70
Total	₡ 369,369.50	Total	₡ 360,727.60

Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por Distrito Automotriz, 2020.

Con respecto al mantenimiento de la motocicleta de combustión interna, modelo GL 150, en la tabla N.º 4.9 se detalla el costo por kilómetro con base en los datos suministrados por la agencia. Los precios varían dependiendo del tipo de revisión, repuestos y mano de obra empleada en el mantenimiento. Los aspectos que se contemplan en las revisiones son el cambio de aceite cada 2 mil kilómetros, de fibras de los frenos, bujías, aceite de la suspensión, del embrague y filtro de aire, entre otros. De igual manera, el costo de mano de obra varía dependiendo de las reparaciones o cambio de algún componente de la motocicleta.

Tabla N.º 4.9. Costo anual de mantenimiento Honda GL150.

Año 1	Costo	Año 2	Costo	Año 3	Costo
1000	₡ 8,305.50	6000	₡ 52,375.50	12000	₡ 52,375.50
2500	₡ 8,305.50	8000	₡ 25,933.50	14000	₡ 105,626.75
4000	₡ 8,305.50	10000	₡ 208,221.71	0	₡ -
Total	₡ 24,916.50	Total	₡ 286,530.71	Total	₡ 158,002.25

Año 4	Costo	Año 5	Costo	Año 6	Costo
16000	₡ 25,933.50	22000	₡ 25,933.50	26000	₡ 25,933.50
18000	₡ 25,933.50	24000	₡ 221,428.02	28000	₡ 105,626.75
20000	₡ 225,849.71	0	₡ -	30000	₡ 157,950.27
Total	₡ 277,716.71	Total	₡ 247,361.52	Total	₡ 289,510.52

Año 7	Costo	Año 8	Costo
32000	₡ 25,933.50	36000	₡ 25,933.50
34000	₡ 25,933.50	38000	₡ 25,933.50
0	₡ -	40000	₡ 208,221.71
Total	₡ 51,867.00	Total	₡ 260,088.71

Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por Honda CR, 2020.

4.3.3.2 Costo por mantenimiento de vehículo eléctrico

Los vehículos eléctricos cuentan con un 90 % menos de componentes que un vehículo no eléctrico, al no poseer motor de combustión (Hyundai CR, 2020), por lo que el costo de mantenimiento es inferior.

En general, los vehículos eléctricos requieren cambio del líquido de frenos, cambio de los filtros de aire acondicionado y el cambio del líquido refrigerante de la batería, (este último es el más importante de todos). Las pastillas de los frenos

prácticamente no requieren cambio, ya que los vehículos eléctricos tienen su sistema de frenado regenerativo para recargar baterías, aumentando de esta forma la autonomía del vehículo.

Además, otro aspecto de mantenimiento por considerar es la sustitución de la batería cuando esta lo requiera; sin embargo, no hay que dejar de lado que la garantía de las baterías de los autos eléctricos ronda los 8 años y la vida útil de estas, los 15 años aproximadamente, entonces, en los años iniciales del automotor no es un gasto asociado al mantenimiento. Otro aspecto importante es el cambio de los neumáticos, cuya sustitución se puede dar, aproximadamente y dependiendo del uso máximo, cada tres años; sin embargo, al igual que los vehículos de gasolina, este punto queda fuera del análisis, ya que en ambas tecnologías se requiere el cambio de llantas.

El asesor de ventas de la empresa Cori Motors señaló lo siguiente:

Los mantenimientos de los modelos eléctricos, al no tener un motor de combustión, son relativamente básicos, por eso su economía, dicho mantenimiento incluye, actualización del Software de la computadora del vehículo, revisión del sistema de enfriamiento, revisión del sistema de frenado, tramado, balanceo y rotación de llantas de ser necesario (Cori Motors, 2020).

En la tabla N.º 4.10 se indica el costo anual de mantenimiento para los modelos eléctricos que se establecieron para realizar el modelo financiero del proyecto, calculados y solicitados en mayo del 2020.

Tabla N.º 4.10. Costo anual de mantenimiento vehículos eléctricos.

Modelo	Dato de la agencia	Costo anual promedio
Hyundai Ioniq Electric	\$1,247.45 por cada 100000 km	\$ 389.62
Nissan Leaf	\$1,200.00 por cada 100000 km	\$ 398.28
BYD S2 ev	\$100.00 por cada 7500 km o al año.	\$ 400.00
Electrobike Maker EM	\$18.00 por cada 7500 km	\$ 72.00

Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por Hyundai, 2020a; Hyundai, 2020b; Cori Motors, 2020; Nissan, 2020 y Electrobike, 2020.

4.3.4 Consumo por tipo de vehículo

4.3.4.1 Costo por consumo de gasolina

Se estima el costo de la gasolina bajo el supuesto de que los vehículos recorrerán 30,000.00 km anuales y las motos 5,000.00 km anuales, y tomando como base el promedio de precios establecido por RECOPE de los últimos 15 meses, tal como se muestra en la figura N.º 4.2 para gasolina tipo super.

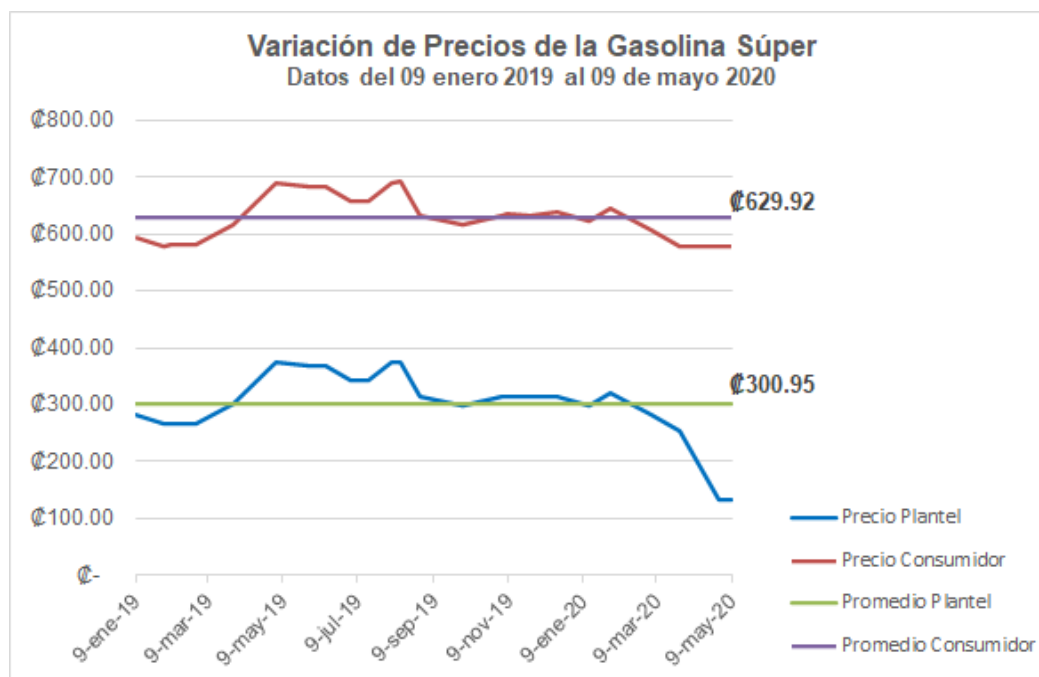


Figura N.º 4.2. Costo promedio de la gasolina super.

Fuente: RECOPE, 2020.

Los costos asociados al consumo de gasolina para los vehículos de combustión calculado con un precio de compra de ₡629.92 por litro se presentan a continuación en la tabla N.º 4.11.

De dicha tabla, cabe mencionar que los Suzuki S-Cross en su versión nueva poseen algunos componentes con tecnología híbrida, lo que hace que el consumo de gasolina sea inferior al de un modelo sedán.

Tabla N.º 4.11. Costo anual de consumo de gasolina para los vehículos de combustión.

Modelo	Eficiencia	Costo por 100 km	Consumo anual de litros	Costo anual consumo de gasolina
Hyundai Grand i10 Sedán	17.3 km/L	₡ 3,641.16	1,743.10	₡ 1,092,346.82
Suzuki S-Cross	18.1 km/L	₡ 3,480.22	1,657.46	₡ 1,044,066.30
Honda GL150	55.0 km/L	₡ 1,145.31	90.91	₡ 57,265.50

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de Hyundai, 2020a; Hyundai, 2020b; Distrito Automotriz, 2020 y Honda CR, 2020.

4.3.4.2 Costo por consumo de electricidad

Igual que con el ítem anterior, se estima el costo asociado al consumo de electricidad bajo el supuesto de que los vehículos recorrerán 30,000 km anuales y las motos 5,000 km anuales, y tomando en cuenta la tarifa establecida por la ARESEP, de agosto 2019 y que aún sigue vigente, en ₡182.72 por kWh. El costo se desglosa en la tabla N.º 4.12.

Tabla N.º 4.12. Costo anual de consumo de electricidad para los vehículos eléctricos.

Modelo	Eficiencia para 100km	Costo por 100km	Consumo Anual de kWh	Costo Anual Consumo Electricidad
Hyundai Ioniq Electric	11.7 kWh	₡ 2,137.82	3,510.00	₡ 641,347.20
Nissan Leaf	17.5 kWh	₡ 3,197.60	5,250.00	₡ 959,280.00
BYD S2 ev	13.0 kWh	₡ 2,375.36	3,900.00	₡ 712,608.00
Eletrobike Maker EM	3.4 kWh	₡ 621.25	170.00	₡ 31,062.40

Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por Hyundai, 2020a; Hyundai, 2020b; Cori Motors, 2020; Nissan, 2020 y Electrobike, 2020.

Además, es importante mencionar que el consumo de electricidad, tomando como base la eficiencia del automotor, se realiza con la información brindada en las fichas técnicas de los vehículos, en donde se establece que la eficiencia se calcula con carreteras con pendientes al 30 % máximo. Para el caso de la motocicleta modelo Maker, la eficiencia se calcula considerando un peso de conductor de 75 kg y una velocidad máxima de uso de 45 km/h. La tabla N.º 4.12 muestra el costo anual de consumo de electricidad en kWh y en colones costarricenses, necesarios para la realización del modelo financiero y el cálculo del beneficio ecológico de adquirir versiones amigables con el ambiente.

Analizando de manera independiente cada modelo, el ahorro en porcentaje para cada uno sería el que se establece en la tabla N.º 4.13, en donde se muestran ahorros importantes de consumo para la tecnología eléctrica comparada con la tecnología de combustión.

Tabla N.º 4.13. Ahorros proyectados de acuerdo con el consumo de gasolina y electricidad.

Modelo	Porcentaje de ahorro
Sedán Ioniq	41.29 %
Sedán Leaf	12.18 %
SUV	31.75 %
Motocicleta	45.76 %

Fuente: Elaboración propia datos extraídos de las tablas N.º 4.11 y N.º 4.12.

4.3.5 Baterías de vehículos

4.3.5.1 Baterías de vehículos de gasolina

En la tabla N.º 4.14 se muestran los costos asociados a la compra de una batería nueva, en caso de que la original de fábrica del vehículo falle o cumpla su vida útil. El dato del costo es variable, debido a la gran variedad de marcas y tipos de baterías para vehículos de combustión interna que hay en el mercado. Sin embargo, para el caso de esta investigación, se contempló el costo de la batería recomendada por la agencia del vehículo correspondiente, para no variar el funcionamiento original del vehículo.

Tabla N.º 4.14. Garantía y costo de las baterías para los vehículos de combustión.

Modelo	Vida útil	Costo
Hyundai Grand i10 Sedán	5 años ***	\$113.00 *
Suzuki S-Cross	5 años ***	\$135.00 **
Honda GL150	5 años ***	\$211.00 **
* Precio de batería genérica recomendada por la agencia.		
** Precio de batería original de agencia.		
***Depende del uso del vehículo.		

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de Hyundai, 2020a; Hyundai, 2020b; Distrito Automotriz, 2020 y Honda CR, 2020.

Por ejemplo, para el caso de los modelos Suzuki S-Cross y Honda GL-150, el costo de la batería es un dato de agencia, mientras que para el Hyundai Grand i10 sedán, el dato es de una empresa representante de la agencia, el cual certifica que no varía el funcionamiento del vehículo.

4.3.5.2 Baterías de vehículos eléctricos

En la tabla N.º 4.15 se muestran los costos y garantías de las baterías de los vehículos eléctricos. Como se puede observar, para los vehículos sedanes y SUV, la vida útil de las baterías es de ocho años aproximadamente; sin embargo, esto no quiere decir que, una vez alcanzados esos ocho años de uso, la batería deje de funcionar. Según estudios, a los ocho años de uso de la batería, esta llega a perder un 20 % de eficiencia.

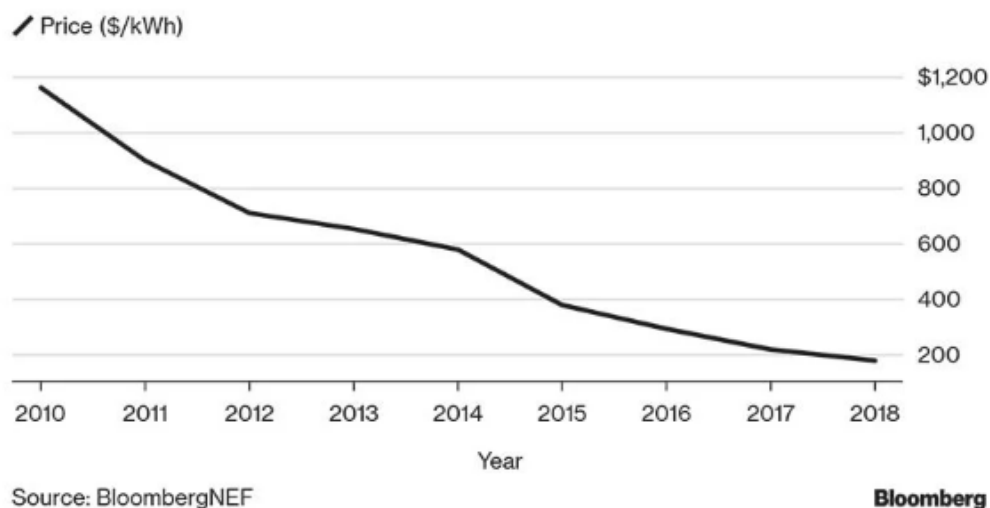
Tabla N.º 4.15. Garantía y costo de las baterías para los vehículos eléctricos.

Modelo	Garantía	Costo
Hyundai Ioniq Electric	10 años	N/A **
Nissan Leaf	8 años o 100000 millas	N/A **
BYD S2 ev	8 años o 500000 km ***	\$ 14,900.00
Electrobike Maker EM	1000 ciclos de descarga ****	\$ 1,000.00
**La agencia hoy en día no maneja el precio de las baterías nuevas.		
***La vida útil se extiende hasta los 16 años.		
****Se considera un ciclo de descarga cuando se alcanza el 80%. Aproximadamente y dependiendo de su uso 1000 ciclos serían 4 años.		

Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por Hyundai, 2020a; Hyundai, 2020b; Cori Motors, 2020; Nissan, 2020 y Electrobike, 2020.

Cabe mencionar que el asesor de ventas de Cori Motors indicó que a pesar de que la vida útil de las baterías BYD son de 16 años promedio, cada batería está formada por celdas, lo que indica que únicamente se podría pensar en cambiar la celda que se dañe y no toda la batería como tal.

Híbridos y Eléctricos (2019a), medio de referencia en España con información especializada del sector de los vehículos eléctricos, indica que de acuerdo con Bloomberg, el costo del kWh para las celdas de las baterías de litio de los carros eléctricos ha disminuido desde el 2010, cuando el precio promedio era de 1,160.00 \$/kWh (en España), pues para el año 2018 se alcanzó un precio promedio de 176.00 \$/kWh (en España) y según las previsiones en 2024, podrían caer por debajo de los 100.00 \$/kWh (en España), según la figura N.º 4.3.



Evolución del precio de las baterías de litio. Fuente: Bloomberg.

Figura N.º 4.3. Evolución del precio de las baterías de litio.
Fuente: *Híbridos y Eléctricos*, 2019a.

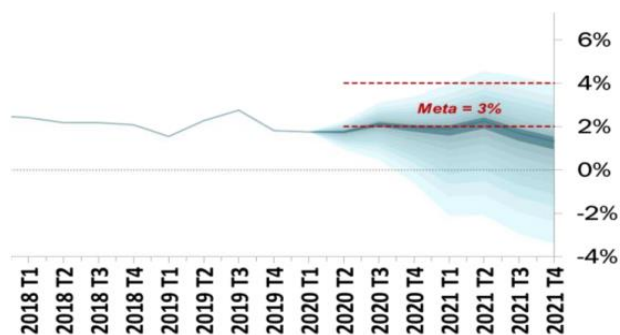
Todos los costos expuestos en esta sección son reales y brindados por las respectivas agencias; sin embargo, por confidencialidad de las ofertas no se pueden anexar a este trabajo.

4.4 Inflación

De acuerdo con el comunicado de prensa emitido el pasado 24 de abril por el Banco Central, sobre la coyuntura macroeconómica ante la pandemia y revisión de proyecciones 2020-2021, debido a que las medidas de cierre de negocios, reducción de movilidad y confinamiento de la población reducen la oferta de bienes y servicios e interrumpen las cadenas globales de suministros, habrá una recesión económica tanto nacional como internacional (Banco Central de Costa Rica, 2020).

Según los estudios del Banco Central, se estima que, debido a estas medidas, se presentará una caída en el volumen de producción de un 3,6 % para este año. Bajo el supuesto de que las medidas de contención sanitaria se irán levantando paulatinamente, la mayor contracción estará concentrada en el segundo y tercer trimestre (Banco Central de Costa Rica, 2020).

Con respecto a la inflación, los modelos de pronóstico señalan que se mantendrá baja. Se proyecta que, para los siguientes dos años, la inflación se encuentre por debajo del rango establecido por el Banco Central, con un promedio de 1,8 %, de acuerdo con la figura N.º 4.4 (Banco Central de Costa Rica, 2020).



^{1/} El gráfico muestra las bandas de predicción de la inflación según el Índice de Precios al Consumidor a lo largo del horizonte de proyección. Se trata de proyecciones no condicionales; es decir, que no toman en consideración las posibles reacciones de política monetaria. La banda más oscura alrededor del valor central concentra el 10% de probabilidad de ocurrencia. Cada par de bandas con tonalidades cada vez más claras acumula un 10% adicional, hasta alcanzar el 90% de probabilidad.

Figura N.º 4.4. Proyección de inflación.

Fuente: Coyuntura macroeconómica ante la pandemia y revisión de proyecciones 2020-2021, BCCR, 2020.

4.5 Depreciaciones

De acuerdo con el Sistema Costarricense de Información Jurídica, se informa que

en cumplimiento de sus deberes y funciones como Órgano Rector del Subsistema de Contabilidad, atribuidos por disposición expresa de la Ley de la Administración Financiera de la República y Presupuestos Públicos N°8131, la Contabilidad Nacional informa a los órganos y entes que se encuentran bajo el ámbito de aplicación de la citada ley, que se ha emitido la Directriz CN-001-2009, de fecha 23 de noviembre del 2009, denominada "Valoración, Revaluación, Depreciación de Propiedad, Planta y Equipo", la cual es de acatamiento obligatorio" (SCIJ, 2009)

En dicho informe se define la depreciación, como la distribución sistemática del costo de un activo durante su vida útil. Además, el porcentaje anual de depreciación por el método de línea recta para los automóviles de uso empresarial corresponde a 10 % y la vida útil de los vehículos se estima en diez años.

4.6 Flujo de caja del proyecto

Con base en los datos recopilados en las tablas anteriores sobre gastos de consumos de combustible y electricidad, costos de adquisición de los vehículos de combustión y eléctricos, así como las estaciones de carga de estos, además de los gastos de mantenimiento para ambas versiones, se elaboraron varias proyecciones de flujos de caja a ocho años considerando cada uno de estos aspectos, tomando en cuenta la inflación meta establecida por el BCCR (2020) en 3 % de acuerdo con la información de la figura N.º 4.4.

Una vez obtenidos y proyectados estos costos y gastos, se confeccionaron los flujos de caja, variando en cada uno de ellos los aspectos por evaluar (compra de vehículos eléctricos o de combustión) y calculando el valor actual neto para cada uno de estos, con el objetivo de determinar cuál de los escenarios es el más conveniente desde el punto de vista financiero para la Universidad de Costa Rica. En cada uno de los flujos se utiliza una tasa de descuento del 6.46 % correspondiente a un certificado de depósito a plazo emitido por el BCCR a ocho

años, establecido en el año 2020; una inflación del 3 %, como se mencionó anteriormente; y usando como referencia un tipo de cambio de 580 colones por cada dólar estadounidense. De igual manera, los flujos se trabajaron en dólares estadounidenses como moneda establecida.

4.6.1. Flujo de caja para compra de vehículos de gasolina

Con respecto a la evaluación de la compra de vehículos de combustión, y tal como se presenta en la tabla N.º 4.2 sobre modelos y costos de los vehículos de agencia, para los flujos proyectados se utilizan los costos de adquisición de los modelos Hyundai Grand i10 Sedán, Suzuki S-Cross y Honda GL 150.

Para este caso, se contemplan tres modelos de flujo diferentes, a saber:

1. Escenario N.º 1, en donde todos los vehículos se adquieren en el año 0.
2. Escenario N.º 2, los vehículos tipo SUV y las motocicletas se adquieren en el año 0, pero los vehículos tipo sedán se adquieren hasta el año 4.
3. Escenario N.º 3, la adquisición de los vehículos y motocicletas se realiza de manera escalonada entre los años 0, 3 y 7.

Para cada escenario se plantea un flujo de caja proyectado a ocho años para analizar de manera independiente el mejor escenario de compra de vehículos. El flujo de los escenarios N.º 1 y N.º 2 corresponden a los anexos N.º 6 y N.º 7, y fueron excluidos de este capítulo ya que, a nivel de análisis, tomando en consideración el VAN, el mejor escenario de compra de vehículos es el escenario N.º 3, cuyo flujo completo correspondiente a la compra de vehículos de gasolina se encuentra desglosado en el anexo N.º 8. En la tabla N.º 4.16 se encuentra la proyección del mismo flujo, pero únicamente se muestra hasta el año 5.

En el modelo de compra escalonada que se presenta en la tabla N.º 4.16 y en el anexo N.º 8, la inversión del año 0 es de aproximadamente USD 63,559.88 (sesenta y tres mil quinientos cincuenta y nueve dólares con ochenta y ocho centavos), mientras que para el año 3 la inversión sería de USD 69,453.59 (sesenta y nueve mil cuatrocientos cincuenta y tres dólares con cincuenta y nueve centavos), y por

último en el año 7 la inversión final sería de USD 39,085.32 (treinta y nueve mil ochenta y cinco dólares con treinta y dos centavos).

Tabla N.º 4.16. Flujo de caja. Compra de vehículos de gasolina según el escenario 3.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos de Gasolina en los Años 0 - 3 - 7						
Años	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Gasto Consumo Gasolina						
Hyundai Grand i10		-\$3,893.08	-\$4,009.87	-\$4,130.17	-\$4,254.07	-\$4,381.70
					-\$4,254.07	-\$4,381.70
Suzuki Scross		-\$3,721.01	-\$3,832.64	-\$3,947.62	-\$4,066.05	-\$4,188.03
					-\$4,066.05	-\$4,188.03
Honda GL 150		-\$204.09	-\$210.21	-\$216.52	-\$223.02	-\$229.71
					-\$223.02	-\$229.71
Gasto Mantenimiento						
Hyundai Grand i10		-\$1,541.67	-\$1,944.44	-\$1,665.12	-\$2,183.39	-\$1,973.34
					-\$1,684.63	-\$2,124.74
Suzuki Scross		-\$1,095.85	-\$1,550.99	-\$1,411.88	-\$1,552.98	-\$1,643.55
					-\$1,197.46	-\$1,694.81
Honda GL 150		\$0.00	-\$1,048.21	-\$595.36	-\$1,077.84	-\$988.83
					\$0.00	-\$1,145.41
Gasto Marchamo						
Hyundai Grand i10		\$0.00	-\$914.57	-\$942.01	-\$970.27	-\$999.37
					\$0.00	-\$999.37
Suzuki Scross		\$0.00	-\$914.57	-\$942.01	-\$970.27	-\$999.37
					\$0.00	-\$999.37
Honda GL 150		\$0.00	-\$328.56	-\$338.42	-\$348.57	-\$359.03
					\$0.00	-\$359.03
Depreciación Vehículos						
Hyundai Grand i10		-\$2,503.94	-\$2,503.94	-\$2,503.94	-\$2,503.94	-\$2,503.94
					-\$2,736.12	-\$2,736.12
Suzuki Scross		-\$3,490.00	-\$3,490.00	-\$3,490.00	-\$3,490.00	-\$3,490.00
					-\$3,813.62	-\$3,813.62
Honda GL 150		-\$362.05	-\$362.05	-\$362.05	-\$362.05	-\$362.05
					-\$395.62	-\$395.62
UAI		-\$16,811.69	-\$21,110.05	-\$20,545.08	-\$40,373.03	-\$45,186.43
Impuestos (0%)		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta		-\$16,811.69	-\$21,110.05	-\$20,545.08	-\$40,373.03	-\$45,186.43

Depreciación Vehículos						
Hyundai Grand i10		\$2,503.94	\$2,503.94	\$2,503.94	\$2,503.94	\$2,503.94
					\$2,736.12	\$2,736.12
Suzuki Scross		\$3,490.00	\$3,490.00	\$3,490.00	\$3,490.00	\$3,490.00
					\$3,813.62	\$3,813.62
Honda GL 150		\$362.05	\$362.05	\$362.05	\$362.05	\$362.05
					\$395.62	\$395.62
Inversiones						
Hyundai Grand i10		-\$25,039.38		-\$27,361.20		
Suzuki Scross		-\$34,900.00		-\$38,136.17		
Honda GL 150		-\$3,620.50		-\$3,956.22		
Costo de Oportunidad		\$0.00				
Flujo de Caja		-\$63,559.88	-\$10,455.70	-\$14,754.06	-\$83,642.69	-\$27,071.69
						-\$31,885.09

Tasa de Descuento	6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares
VAN	-\$293,233.45

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En total, la Universidad estaría invirtiendo USD 172,098.79 (ciento setenta y dos mil noventa y ocho dólares con setenta y nueve centavos) en la renovación de su flotilla (6 vehículos sedanes, 4 vehículos SUV y 5 motocicletas) a lo largo de ocho años, lo cual, a nivel de presupuestos, según los gráficos de la sección 3.2 sobre presupuestos de la Universidad de Costa Rica, se encuentra dentro del presupuesto anual de la institución.

Con respecto a los gastos por consumo de gasolina, para el caso del primer periodo de adquisición (del año 0 al año 3), el gasto por consumo sería de USD 24,165.22 (veinticuatro mil ciento sesenta y cinco dólares con veintidós centavos), mientras que para el segundo periodo de adquisición (del año 4 al año 7) el gasto sería de USD 71,482.60 (setenta y un mil cuatrocientos ochenta y dos dólares con sesenta centavos).

Por último, para el año 8, el gasto sería de USD 24,144.25 (veinticuatro mil ciento cuarenta y cuatro dólares con veinticinco centavos); para un total de USD 119,792.07 (ciento diecinueve mil setecientos noventa y dos dólares con siete centavos) destinados para la compra de combustibles.

De los gastos por mantenimiento de estos vehículos, para el caso del primer periodo de adquisición, el gasto sería de USD 7,523.27 (siete mil quinientos veintitrés

dólares con veintisiete centavos); mientras que para el segundo periodo, el gasto sería de USD 31,623.40 (treinta y un mil seiscientos veintitrés dólares con cuarenta centavos); y, por último, en el año 8, el gasto sería de USD 11,736.45 (once mil setecientos treinta y seis dólares con cuarenta y cinco centavos), para un total de \$50,883.12 (cincuenta mil ochocientos ochenta y tres dólares con doce centavos) destinados para el mantenimiento de los vehículos.

Para el marchamo de los vehículos, se realiza una estimación para calcular el monto para el periodo en estudio. Para el primer periodo de adquisición, el gasto relacionado a este aspecto fue de USD 4,380.14 (cuatro mil trescientos ochenta dólares con catorce centavos); mientras que para el segundo periodo de adquisición fue de USD 16,864.43 (dieciséis mil ochocientos sesenta y cuatro dólares con cuarenta y tres centavos); y, por último, para el año 8 sería de \$5,152.82 (cinco mil ciento cincuenta y dos dólares con ochenta y dos centavos), ya con todas las unidades en funcionamiento. En total, el monto destinado para el pago del marchamo sería de USD 26,397.38 (veintiséis mil trescientos noventa y siete dólares con treinta y ocho centavos).

Tomando en consideración estos aspectos y montando el flujo proyectado a ocho años (anexo N.º 8), descontando el flujo a una tasa del 6.46 %, se obtiene un VAN de USD -293,233.45 (doscientos noventa y tres mil doscientos treinta y tres dólares con cuarenta y cinco centavos).

4.6.2. Flujo de caja para compra de vehículos modelo eléctrico

Para la evaluación de la compra de vehículos eléctricos, a diferencia del modelo de vehículos de combustión, se realiza una comparación de escenarios contemplando como opción de vehículo tipo sedán el Nissan Leaf y el Hyundai Ioniq, por lo que para cada opción se evalúan tres modelos con cada uno de ellos. Se dejan como base los vehículos SUV de Cori Motors tipo BYD y las motocicletas comercializadas por la empresa Electrobike, tal y como se muestra en la tabla N.º 4.2, en donde se muestran los modelos por adquirir en versión eléctrica y los costos asociados a estas inversiones. Además, para esta opción de compra de vehículos eléctricos se

añadió la adquisición de estaciones de carga para poder suplir la demanda de carga eléctrica que los nuevos modelos llegaran a requerir.

Al igual que en la opción de compra de vehículos de combustión, se realizan tres escenarios de flujos proyectados para la compra de vehículos eléctricos y, para cada escenario se analiza la incorporación de dos tipos de sedanes, el Leaf y el Ioniq.

1. Escenario N.º 1, en donde todos los vehículos se adquieren en el año 0.
2. Escenario N.º 2, los vehículos tipo SUV y las motocicletas se adquieren en el año cero, pero los vehículos tipo sedán se adquieren hasta el año 4.
3. Escenario N.º 3, la adquisición de los vehículos y motocicletas se realiza de manera escalonada entre los años 0, 3 y 7.

Tabla N.º 4.17. Flujo de caja. Compra de vehículos de eléctricos según escenario 3 y Sedán Hyundai Ioniq Electric.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en los Años 0 - 3 - 7 (Sedán: Ioniq)						
Años	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Gasto Consumo Energético						
Hyundai Ioniq Electric		-\$2,277.89	-\$2,346.22	-\$2,416.61	-\$2,489.11	-\$2,563.78
					-\$2,489.11	-\$2,563.78
BYD S2 ev		-\$2,530.99	-\$2,606.92	-\$2,685.12	-\$2,765.68	-\$2,848.65
					-\$2,765.68	-\$2,848.65
Electrobike Maker		-\$110.33	-\$113.63	-\$117.04	-\$120.56	-\$124.17
					-\$120.56	-\$124.17
Gasto Mantenimiento						
Hyundai Ioniq Electric		-\$734.88	-\$884.90	-\$830.78	-\$938.79	-\$827.12
					-\$803.03	-\$966.95
BYD S2 ev		-\$824.00	-\$848.72	-\$874.18	-\$900.41	-\$927.42
					-\$900.41	-\$927.42
Electrobike Maker		-\$148.32	-\$152.77	-\$157.35	-\$162.07	-\$166.94
					-\$162.07	-\$166.94

Gasto Marchamo					
Hyundai Ioniq Electric	\$0.00	-\$588.79	-\$988.33	-\$1,337.25	-\$1,642.30
				\$0.00	-\$643.39
BYD S2 ev	\$0.00	-\$588.79	-\$988.33	-\$1,337.25	-\$1,642.30
				\$0.00	-\$643.39
Electrobike Maker	\$0.00	-\$206.08	-\$345.92	-\$468.04	-\$574.81
				\$0.00	-\$225.19
Depreciación Vehículos					
Hyundai Ioniq Electric	-\$7,780.00	-\$7,780.00	-\$7,780.00	-\$7,780.00	-\$7,780.00
				-\$8,501.42	-\$8,501.42
BYD S2 ev	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00
				-\$6,534.51	-\$6,534.51
Electrobike Maker	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00
				-\$1,202.00	-\$1,202.00
Depreciación Estaciones					
	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28
				-\$4,103.50	-\$4,103.50
UAI	-\$25,241.68	-\$26,952.10	-\$28,018.95	-\$56,716.70	-\$59,384.05
Impuestos (0%)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta	-\$25,241.68	-\$26,952.10	-\$28,018.95	-\$56,716.70	-\$59,384.05
Depreciación Vehículos					
Hyundai Ioniq Electric	\$7,780.00	\$7,780.00	\$7,780.00	\$7,780.00	\$7,780.00
				\$8,501.42	\$8,501.42
BYD S2 ev	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00
				\$6,534.51	\$6,534.51
Electrobike Maker	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00
				\$1,202.00	\$1,202.00
Depreciación Estaciones					
	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28
				\$4,103.50	\$4,103.50
Inversiones					
Hyundai Ioniq Electric	-\$77,800.00		-\$85,014.16		
BYD S2 ev	-\$59,800.00		-\$65,345.07		
Electrobike Maker	-\$11,000.00		-\$12,020.00		
Estaciones de Carga	-\$37,552.80		-\$41,034.96		
Costo de Oportunidad	\$0.00				
Flujo de Caja	-\$186,152.80	-\$6,626.40	-\$8,336.82	-\$212,817.86	-\$17,760.00
					-\$20,427.35
Tasa de Descuento 6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares					
VAN					-\$519,512.67

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Para cada escenario se plantea un flujo de caja proyectado a ocho años, para analizar de manera independiente el mejor escenario de compra de vehículos. El flujo de los escenarios N.º 1 y N.º 2 corresponden a los anexos N.º 9, N.º 10, N.º 11

y N.º 12, y fueron excluidos de esta sección ya que, a nivel de análisis, tomando en consideración el VAN, el mejor escenario de compra de vehículos es el escenario N.º 3, cuyo flujo correspondiente a la compra de vehículos eléctricos se encuentra de manera completa desglosado en los anexos N.º 13 y N.º 14; además, en las tablas N.º 4.17 y N.º 4.18 se muestra hasta los primeros cinco años de este flujo.

En el escenario 3, con la opción de adquirir los sedanes Hyundai Ioniq Electric y tomando en cuenta los gastos de consumo eléctrico, mantenimiento, marchamos, así como las inversiones de los vehículos y las estaciones de carga, se obtuvieron montos que se muestran en la tabla N.º 4.17.

Con respecto a los montos de inversión por la adquisición de los vehículos y las estaciones en el año 0 se estimó un valor de USD 188,600.00 (ciento ochenta y ocho mil seiscientos dólares); para el segundo periodo de adquisición (en el año 3) la inversión sería de USD 206,088.31 (doscientos seis mil ochenta y ocho dólares con treinta y un centavos); y, por último, en el año 7 sería de USD 102,446.49 (ciento dos mil cuatrocientos cuarenta y seis dólares con cuarenta y nueve centavos).

Para esta opción de compra de vehículos eléctricos se estaría realizando una inversión total de USD 497,136.81 (cuatrocientos noventa y siete mil cientos treinta y seis dólares con ochenta y un centavos) a lo largo del periodo de los ocho años (anexo N.º 13), a la que, de acuerdo con la partida presupuestaria de la Universidad desglosada en la sección 3.2 del presente trabajo de investigación, la institución puede hacerle frente asumiendo que anualmente se destine cierta cantidad de dinero del presupuesto a la mejora de la flota vehicular dentro de la institución.

Con respecto a los gastos por el consumo eléctrico de los vehículos, para el primer periodo de adquisición (del año 0 al año 3) los montos son de aproximadamente USD 15,204.76 (quince mil doscientos cuatro dólares con setenta y seis centavos); mientras que para el segundo periodo (del año 4 al 7), el monto es de USD 43,879.00 (cuarenta y tres mil ochocientos setenta y nueve dólares); y, por último, en el año 8, el monto sería de USD 14,969.35 (catorce mil novecientos sesenta y nueve dólares con treinta y cinco centavos). En total, el monto que la Universidad

debería destinar por consumo eléctrico sería de aproximadamente USD 74,053.11 (setenta y cuatro mil cincuenta y tres dólares con once centavos).

En cuanto al mantenimiento de los vehículos, para el primer periodo de adquisición, el monto sería de USD 5,455.90 (cinco mil cuatrocientos cincuenta y cinco dólares con noventa centavos); para el segundo periodo, un total de USD 15,898.82 (quince mil ochocientos noventa y ocho dólares con ochenta y dos centavos); y, por último, en el año 8, un monto de USD 5,347.11 (cinco mil trescientos cuarenta y siete dólares con once centavos). El total general sería de USD 26,701.83 (veintiséis mil setecientos uno dólares con ochenta y tres centavos).

Con respecto al tema de los costos del marchamo para estos vehículos, se realizó la misma estimación utilizada en los carros de combustión. Para este factor, el monto para el primer año de adquisición sería de USD 3,706.24 (tres mil setecientos seis dólares con veinticuatro centavos) y para el segundo periodo de adquisición sería de USD 24,294.92 (veinticuatro mil doscientos noventa y cuatro dólares con noventa y dos centavos); mientras que para el último año del flujo (año 8), el monto sería de USD 9,343.64 (nueve mil trescientos cuarenta y tres dólares con sesenta y cuatro centavos). En total se estaría destinando, aproximadamente, USD 37,344.80 (treinta y siete mil trescientos cuarenta y cuatro dólares con ochenta centavos). Es importante recalcar que, en el caso de los vehículos eléctricos, el monto del marchamo es escalonado establecido por ley, tal y como se mencionó en los capítulos anteriores.

Tomando en consideración estos aspectos y montando el flujo proyectado a ocho años (anexo N.º 13), se descontó a una tasa del 6.46 % y se obtuvo un VAN de USD -519,512.67 (quinientos diecinueve mil quinientos doce dólares con sesenta y siete centavos).

En la segunda opción de vehículos eléctricos (variando el modelo sedán y utilizando el Nissan Leaf), según la tabla N.º 4.18 o el anexo N.º 14, los montos por el concepto de inversión en el año 0 serían de USD 196,600.00 (ciento noventa y seis mil seiscientos dólares); para el año 3, de USD 214,830.13 (doscientos catorce mil ochocientos treinta dólares con trece centavos); y para el año 7, de USD 112,287.48

(ciento doce mil doscientos ochenta y siete dólares con cuarenta y ocho centavos). Si la Universidad considera esta alternativa, estaría invirtiendo un total de USD 523,717.61 (quinientos veintitrés mil setecientos diecisiete dólares con sesenta y un centavos).

Tabla N.º 4.18. Flujo de caja. Compra de vehículos de eléctricos según escenario 3 y sedán Nissan Leaf.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en los Años 0 - 3 - 7 (Sedán: Leaf)						
Años	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Gasto Consumo Energético						
Nissan Leaf		-\$3,777.01	-\$3,890.32	-\$4,007.03	-\$4,127.24	-\$4,251.06
					-\$4,127.24	-\$4,251.06
BYD S2 ev		-\$2,530.99	-\$2,606.92	-\$2,685.12	-\$2,765.68	-\$2,848.65
					-\$2,765.68	-\$2,848.65
Electrobike Maker		-\$110.33	-\$113.63	-\$117.04	-\$120.56	-\$124.17
					-\$120.56	-\$124.17
Gasto Mantenimiento						
Nissan Leaf		-\$820.45	-\$845.06	-\$870.41	-\$896.53	-\$923.42
					-\$896.53	-\$923.42
BYD S2 ev		-\$824.00	-\$848.72	-\$874.18	-\$900.41	-\$927.42
					-\$900.41	-\$927.42
Electrobike Maker		-\$148.32	-\$152.77	-\$157.35	-\$162.07	-\$166.94
					-\$162.07	-\$166.94
Gasto Marchamo						
Nissan Leaf		\$0.00	-\$588.79	-\$988.33	-\$1,337.25	-\$1,642.30
					\$0.00	-\$643.39
BYD S2 ev		\$0.00	-\$588.79	-\$988.33	-\$1,337.25	-\$1,642.30
					\$0.00	-\$643.39
Electrobike Maker		\$0.00	-\$206.08	-\$345.92	-\$468.04	-\$574.81
					\$0.00	-\$225.19

Depreciación Vehículos						
Nissan Leaf	-	\$8,580.00	-	\$8,580.00	-	\$8,580.00
		\$0.00		\$9,375.60		\$9,375.60
		\$0.00		\$0.00		\$0.00
BYD S2 ev	-	\$5,980.00	-	\$5,980.00	-	\$5,980.00
		\$0.00		\$6,534.51		\$6,534.51
		\$0.00		\$0.00		\$0.00
Electrobike Maker	-	\$1,100.00	-	\$1,100.00	-	\$1,100.00
		\$0.00		\$1,202.00		\$1,202.00
		\$0.00		\$0.00		\$0.00
Depreciación Estaciones		\$3,755.28		\$3,755.28		\$3,755.28
		\$0.00		\$4,103.50		\$4,103.50
		\$0.00		\$0.00		\$0.00
UAI		-\$27,626.37		-\$29,256.37		-\$30,449.01
Impuestos (0%)		\$0.00		\$0.00		\$0.00
Utilidad Neta		-\$27,626.37		-\$29,256.37		-\$30,449.01
				-\$61,718.39		-\$64,485.57
				\$0.00		\$0.00
Depreciación Vehículos						
Nissan Leaf	\$8,580.00	\$8,580.00	\$8,580.00	\$8,580.00	\$8,580.00	\$8,580.00
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$9,375.60	\$9,375.60	\$9,375.60
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
BYD S2 ev	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$6,534.51	\$6,534.51	\$6,534.51
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Electrobike Maker	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,202.00	\$1,202.00	\$1,202.00
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Depreciación Estaciones	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$4,103.50	\$4,103.50	\$4,103.50
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Inversiones						
Nissan Leaf	-\$85,800.00		-\$93,755.98			
BYD S2 ev	-\$59,800.00		-\$65,345.07			
Electrobike Maker	-\$11,000.00		-\$12,020.00			
Estaciones de Carga	-\$37,552.80		-\$41,034.96			
Costo de Oportunidad	\$0.00					
Flujo de Caja	-\$194,152.80	-\$8,211.09	-\$9,841.09	-\$223,189.73	-\$21,087.51	-\$23,854.68
Tasa de Descuento 6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares						
VAN	-\$558,294.20					

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En el gasto relacionado con el consumo eléctrico, para el primer periodo de adquisición, el monto sería de USD 19,838.40 (diecinueve mil ochocientos treinta y ocho dólares con cuarenta centavos), mientras que para el segundo periodo de adquisición y en el año 8, los montos serían de USD 57,251.12 (cincuenta y siete mil doscientos cincuenta y un dólares con doce centavos) y USD 20,500.56 (veinte mil quinientos dólares con cincuenta y seis centavos), respectivamente. Se tendría un total general de USD 97,590.08 (noventa y siete mil quinientos noventa dólares con ocho centavos).

El costo de mantenimiento de los vehículos, de acuerdo con el flujo que se proyecta, sería de USD 5,541.27 (cinco mil quinientos cuarenta y un dólares con veintisiete centavos), USD 15,991.40 (quince mil novecientos noventa y un dólares con cuarenta centavos) y USD 5,510.01 (cinco mil quinientos diez dólares con un centavo), respectivamente, para los años 1, 4 y 8. En total, el monto destinado en mantenimiento para esta opción sería de USD 27,042.68 (veintisiete mil cuarenta y dos dólares con sesenta y ocho centavos).

Para el gasto por marchamo, en el primer periodo de adquisición se deben destinar USD 3,706.24 (tres mil setecientos seis dólares con veinticuatro centavos); y USD 24,294.92 (veinticuatro mil doscientos noventa y cuatro dólares con noventa y dos centavos) y USD 9,343.64 (nueve mil trescientos cuarenta y tres dólares con sesenta y cuatro centavos) para los años 4 y 8. En total, el monto destinado para solventar este gasto sería de USD 37,344.80 (treinta y siete mil trescientos cuarenta y cuatro dólares con ochenta centavos).

Tomando en consideración todo lo anterior, para el flujo proyectado a 8 años (anexo N.º 14) con la versión de sedanes tipo Nissan Leaf, descontados a una tasa de 6.46 %, se obtuvo un VAN de USD -558,294.20 (quinientos cincuenta y ocho mil doscientos noventa y cuatro dólares con veinte centavos).

4.7 Beneficios de comprar vehículos eléctricos

4.7.1. Beneficio financiero de comprar vehículos eléctricos

Realizando la comparación del resultado del valor actual neto para los tres modelos (eléctricos y de combustión) que se muestran en el anexo N.º 15, resulta evidente que financieramente la opción de compra de vehículos de combustión es la más factible para la Universidad, ya que para el escenario de la compra de vehículos de combustión, el VAN es de USD -293,233.45, mientras que para las opciones de compra de vehículos eléctricos se obtienen valores de USD -519,512.67 y USD -558,294.20. El escenario de utilizar el modelo del Nissan Leaf prácticamente duplica el escenario de vehículos de combustión, y aunque el otro escenario con el Hyundai Ioniq es menor, la diferencia sigue siendo mayor.

Sin embargo, analizando por separado cada aspecto del flujo, se puede determinar que, en temas de consumo de combustible versus consumo eléctrico, los montos destinados para los vehículos de combustión superan el de consumo eléctrico, pasando de gastos en gasolina de USD 119,792.07 a un consumo en electricidad de USD 74,053.11 o USD 97,590.08, dependiendo del modelo sedan por escoger.

Para el caso del mantenimiento, se puede ver el mismo comportamiento, se está pasando de aproximadamente USD 51,000.00 (cincuenta y un mil dólares) en vehículos de combustión, a USD 27,000.00 (veintisiete mil dólares) en los vehículos eléctricos; es decir, una reducción de casi el 50 %.

Con respecto al tema del marchamo, en ambas opciones se manejan montos muy similares, por lo que no es un aspecto que diferencia ambas opciones. No obstante, en donde sí se ve una gran diferencia es en la inversión inicial de compra que hay que hacer en cada modelo. Para la opción de adquirir vehículos de combustión, la inversión no supera los USD 180,000.00 (ciento ochenta mil dólares), mientras que en los modelos de opciones eléctricas las inversiones rondan los USD 500,000.00 (quinientos mil dólares), siendo la opción del sedán Hyundai Ioniq la más viable de entre las dos versiones eléctricas en estudio.

Un punto importante por tener en consideración en este análisis, dejando de lado la inversión inicial de compra de los vehículos eléctricos, es la comparación punto a punto de cada aspecto de gasto asociado a la compra de dicha tecnología. Por ejemplo, como se muestra en la tabla N.º 4.13, el ahorro de dinero por consumo de electricidad ronda el 40 % en comparación con el consumo de gasolina anual para los vehículos de combustión.

Por otra parte, la vida útil de las baterías de los vehículos eléctricos es mucho mayor que las baterías de los vehículos de gasolina y, aunque, el precio sea mucho mayor, dichas baterías ofrecen la opción de cambiar únicamente las celdas dañadas.

En cuanto a los mantenimientos, el costo anual de este rubro para los vehículos eléctricos es mucho menor que en la otra tecnología, ya que, como se mencionó,

los VE requieren hasta un 90 % menos partes que un VG, y el ahorro en este punto también es bastante notorio.

Por último, a nivel de marchamos, en el país existe el beneficio económico establecido por ley para los primeros cinco años de circulación del automotor.

Además de lo anterior, hay que considerar la transición que se estaría dando a tecnologías más amigables con el ambiente y su impacto positivo en comparación con las tecnologías de combustibles fósiles. Entre ellas, la disminución en la huella de carbono que se estaría dando al utilizar estos vehículos eléctricos; además, no se puede dejar de lado que, para la Universidad de Costa Rica, el cambio a tecnologías limpias es un cumplimiento de ley establecido por el gobierno.

4.7.2. Beneficio ecológico de comprar vehículos eléctricos

Como se mencionó en el capítulo 3, y de acuerdo con la información de las figuras N.º 3.2 y N.º 3.3, para el año 2018, la emisión de gases efecto invernadero fue de 976.4 toneladas, mientras que para el año 2019 esta cantidad aumentó a 1,164.4 toneladas.

Una de las principales razones por las cuales es necesario realizar la sustitución a vehículos eléctricos es para empezar a disminuir paulatinamente las emisiones de GEI que la institución está generando anualmente.

Para calcular la disminución en las emisiones de GEI, se tomó como modelo de cálculo el presentado en la norma INTE ISO-14064-1, la cual especifica los principios y requisitos para la cuantificación, y el informe de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel de organización; así como los factores de emisión publicados por el Instituto Meteorológico Nacional (2019).

Tabla N.º 4.19. *Emisiones de GEI proyectadas para los vehículos de combustión.*

Vehículo	Unid	Litros (anual)	Costo (anual)	kg GEI eq	Tn GEI eq
Hyundai Grand i10 Sedán	6	10,458.60	₪ 6,554,080.92	24,303.98	24.306
Suzuki S-Cross	4	6,629.84	₪ 4,176,265.20	15,406.60	15.406
Honda GL 150	5	454.55	₪ 286,327.50	1,056.30	1.056
Total	15	17,542.99	₪11,016,673.62	40,766.88	40.769

Nota: cálculos en base a los datos de la Tabla N.º 4.11

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla N.º 4.20. *Emisiones de GEI proyectadas para los vehículos eléctricos.*

Vehículo	Unid	kWh (anual)	Costo (anual)	kg GEI eq	Tn GEI eq
Hyundai Ioniq Electric	6	21,060.00	₪ 3,848,083.20	831.87	0.8319
Nissan Leaf	6	31,500.00	₪ 5,755,680.00	1244.25	1.2443
BYD S2 EV	4	15,600.00	₪ 2,850,432.00	616.2	0.6162
Electrobike Maker	5	1,700.00	₪ 155,312.00	33.575	0.0336
Total, op.1 **	15	38360.00	₪ 6,853,827.20	1481.645	1.4817
Total, op.2 **	15	48800.00	₪ 8,761,424.00	1894.025	1.8941

Nota: cálculos en base a los datos de la Tabla N.º 4.12

** Cada opción se establece en la compra de 6 sedanes, 4 SUVs y 5 motocicletas.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

De acuerdo con la tabla N.º 4.19, las emisiones proyectadas por el uso de los vehículos de combustión son de 40.769 toneladas anuales, mientras que si se observan los resultados de la tabla N.º 4.20, las emisiones por el uso de los vehículos eléctricos no alcanzan las 2 toneladas. Si se comparan ambos modelos, se puede notar una reducción en aproximadamente el 95 % de las emisiones de GEI, si se utiliza el escenario de sustitución a vehículos eléctricos.

Si bien las emisiones por parte de los vehículos de combustión se pueden catalogar como emisiones directas por el uso de los combustibles para generar el movimiento del vehículo, para el caso de los vehículos eléctricos no es así. La emisión de GEI para generar el movimiento es cero en el caso de los vehículos eléctricos; sin embargo, las emisiones por el uso de energía eléctrica conllevan una generación de gases de efecto invernadero de manera indirecta, y que se debe calcular de

acuerdo con la metodología propuesta por la norma INTE ISO-14064-1. Por lo tanto, aunque la emisión directa de GEI en el recorrido de un vehículo eléctrico es cero, sus emisiones indirectas para este caso representan aproximadamente 1.482 toneladas anuales (en caso de utilizar la opción 1).

En general, se puede concluir que la huella de carbono de un vehículo eléctrico es mucho menor que la de un vehículo de combustión, debido a factores como, por ejemplo, que no utiliza combustibles fósiles, no requiere cambios de aceite y contempla un menor mantenimiento en temas de repuestos y partes; así como otros beneficios, tal y como se muestra en la figura N.º 4.5.



Figura N.º 4.5. Beneficios de comprar un vehículo eléctrico.
Fuente: Hyundai CR, 2020.

4.8 Cuadro resumen de ventajas y desventajas de los vehículos.

Vehículos eléctricos VE	
Ventajas	Desventajas
Ahorros en mantenimiento anual del automotor, ya que los VE tienen cerca del 90 % menos partes.	Falta de infraestructura país, entiéndase estaciones de carga en distintos puntos del país.
Ahorro en cerca del 40 %, en consumo. Este dato podría variar dependiendo del modelo que se adquiera.	Altos costos de adquisición de las estaciones de carga que la Universidad tendrá que asumir.

Bajas emisiones de GEI (beneficio ecológico). GEI disminuiría un 96 % en comparación con adquirir VG.	Poca oferta en el mercado de modelos de vehículos eléctricos, no toda la flota se podría cambiar a eléctrica.
Cuentan con legislación para exoneraciones especiales.	El costo de adquisición de un VE es superior al del VG.
Ser parte de la iniciativa país y formar parte del Plan Nacional de Descarbonización.	Poca disponibilidad de tránsito de los vehículos eléctricos debido a que no hay actualmente una red de carga.

Vehículos de gasolina VG	
Ventajas	Desventajas
Amplia oferta de vehículos de combustión a nivel país.	Altos costos de mantenimiento anual.
Acceso al sistema de mantenimiento universitario.	Altos costos por consumo de combustible.
Bajos costos de adquisición de vehículos de combustión.	Altas emisiones de GEI, perjudicial para el ambiente.
Mayor disponibilidad de tránsito de los vehículos de combustión, al contar con una amplia red de distribución de combustibles.	No cuentan con exoneraciones especiales.

5. CAPÍTULO V. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Como se ha establecido en el presente trabajo de investigación, la renovación de la flota vehicular de la Universidad de Costa Rica parte del cumplimiento de la ley del Plan Nacional de Descarbonización que es una meta gubernamental del presente presidente de la República, el señor Carlos Alvarado Quesada. Dicho lo anterior, las conclusiones arrojadas por esta indagación se desglosan a continuación:

- Este proyecto de investigación se basa en la adquisición y renovación del 10 % de la flota vehicular de la sede Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica, y se establece en la compra de 15 vehículos eléctricos (6 sedanes, 4 SUVs y 5 motocicletas).
- El análisis de los VAN para cada flujo elaborado arrojó que la mejor alternativa para la Universidad de Costa Rica para renovar con vehículos eléctricos su flota es la compra de 6 Hyundai Ioniq Electric, 4 BYD S2 de Cori Motors y 5 motocicletas Electrobike Maker EM, adquiridos de manera escalonada según la siguiente distribución:
 - Año 0: compra de 2 sedán Hyundai Ioniq Electric, 2 SUV BYD S2, 2 motocicletas Maker y 1 estación tipo L3.
 - Año 3: compra de 2 sedán Hyundai Ioniq Electric, 2 SUV BYD S2, 2 motocicletas Maker y 1 estación tipo L3.
 - Año 7: compra de 2 sedán Hyundai Ioniq Electric y 1 motocicleta Maker.
- La inversión inicial de compra de vehículos eléctricos es aproximadamente un 50 % más, comparado con la opción de comprar autos de gasolina; este dato es calculado del análisis de los modelos expuestos en el capítulo 4 de la presente investigación.
- A nivel de inversión inicial, la tecnología eléctrica en vehículos a nivel país presenta costos iniciales elevados en comparación con la tecnología de combustión, ya que aproximadamente en el año 2017 se empezaron a comercializar los primeros vehículos eléctricos y al ser un producto nuevo en el

país, la falta de competencia hace que su costo inicial sea mayor a su equivalente en tecnología de combustión.

- Del punto anterior, y con la implementación de la Ley N.º 9518, Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico, promulgada en enero del 2018, se prevé que conforme avancen los años, los costos de adquisición de los vehículos eléctricos disminuyan y se vuelvan asequibles para su consumo masivo.
- Dejando de lado la inversión inicial de adquirir un vehículo eléctrico, el ahorro de dinero al comprar un sedán eléctrico versus un sedán de gasolina en cuanto a consumo es de cerca del 42 %, lo cual a grandes escalas de análisis de periodos a largo plazo es un ahorro significativo para la Universidad.
- Un motor de un vehículo eléctrico, de acuerdo con los expertos en el tema, tiene cerca del 90 % menos partes que un motor de combustión, por lo cual el ahorro en mantenimiento al comprar un automóvil eléctrico es de aproximadamente un 50 %.
- La vida útil de las baterías de los vehículos eléctricos es superior a la vida útil de las baterías de los automóviles de combustión. El precio de una batería nueva eléctrica es de aproximadamente un 50 % del costo de todo el vehículo; sin embargo, al estar conformadas por celdas, es posible realizar cambios únicamente a las celdas que con el tiempo se van dañando, y estas se comercializan a precios asequibles para el consumidor.
- El vehículo más antiguo que se piensa renovar con este proyecto tiene 26 años de vida, por lo cual se asume que el valor agregado de esta sustitución va más allá de un costo por consumo de gasolina, ya que se sabe por experiencia que los vehículos viejos requieren cambio de repuestos más seguido que un automotor nuevo.
- Con la implementación de una flota vehicular eléctrica, la Universidad requiere hacerle frente al gasto de estaciones de carga que suplan la demanda de energía requerida para el funcionamiento de las unidades eléctricas, que se propone que funcionen por medio del sistema de activación RFID, establecido en el país por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz para ese propósito. En

este sistema, mediante un NISE, se genera un recibo mensual de cobro asociado, en este caso, a la Universidad de Costa Rica.

- Existen estaciones tipo L2 y tipo L3, pero en esta investigación se analizó el caso de comprar únicamente estaciones de carga rápida tipo L3, por el tiempo de funcionamiento y la cantidad de vehículos por comprar; además, es una inversión que le sirve a la Universidad para la compra de más unidades eléctricas a largo plazo.
- El costo de adquisición de una unidad de carga rápida tipo L3 ronda aproximadamente el 100 % del costo de compra de un vehículo eléctrico.
- Actualmente, Costa Rica posee un beneficio económico de exoneración para los primeros cinco años en el costo del marchamo, que va desde pagar 0 colones en el primer año, hasta pagar el 80 % del costo total del marchamo en el quinto año; para el sexto año, este beneficio se termina y se debe cancelar el 100 % del costo del marchamo. Sin embargo, la compra de vehículos de gasolina no genera este beneficio en ningún momento.
- La Universidad de Costa Rica no utiliza procesos de remate de vehículos para darle fin a los autos que desecha; su plan activo es reenviar a las sedes regionales los vehículos que se renuevan, para terminar de darle fin a su vida útil hasta que estos no funcionen del todo.
- El beneficio ecológico recibido con la implementación de este proyecto se basa en que las toneladas de gases de efecto invernadero disminuirían un 96,4 % al adquirir los 15 vehículos en versión eléctrica propuestos en esta investigación, en comparación con adquirir 15 vehículos de combustión, pasando de 41 toneladas anuales a 1.5 toneladas anuales.
- No toda la flota vehicular de la Universidad de Costa Rica se puede pasar a tecnología eléctrica, ya que existen modelos equivalentes que en el país no se comercializan y algunos de ellos, incluso, no existen a nivel mundial, tal es el caso de la maquinaria de construcción propiedad de la institución que funciona con diésel o bien los vehículos tipo *pick up*.

5.2 Recomendaciones

Las recomendaciones descritas en esta sección se basan en posibles alternativas para futuros trabajos de investigación que permitan ampliar lo aquí expuesto. Es de suma importancia establecer que este proyecto queda completamente abierto para que algún egresado del Posgrado en Administración y Dirección de Empresas con énfasis en Finanzas optimice lo presentado en este trabajo y le dé un valor agregado a lo que los sustentantes aportaron.

Por lo que, como recomendaciones sobre la anterior indagación, se presentan los siguientes puntos, en caso de que algún estudiante esté interesado en seguir con la investigación:

- Proponer otros modelos de vehículos eléctricos con otros costos asociados para realizar una comparación de costos con la propuesta y los modelos de este proyecto, con el fin de establecer si esta propuesta de compra es la mejor desde el punto de vista técnico y financiero, siempre y cuando se consideren todas las variables que resultaron de esta indagación.
- Analizar financieramente la posibilidad de realizar la inversión de los vehículos en los años 0, 1 y 2, para no extender la compra de los quince automotores a siete años y estimar cuánto ahorro podría percibir la Universidad si se aprovecha el recurso de mecánicos que forman parte de la planilla de la UCR.
- Además, sobre el punto anterior, se debe considerar que el beneficio de exoneración por legislación puede tener plazo definido de aplicación, por lo cual, se recomienda analizar la propuesta para los años 0, 1 y 2, en donde se pueda optar por este recurso, de manera tal que la Universidad obtenga un beneficio de esto.
- Extender en más del 10 % la renovación de la flota a vehículos eléctricos, ajustándose y aprovechando el 100 % de los presupuestos anuales establecidos por la Universidad de Costa Rica para la compra de activos tipo vehículos empresariales.
- Realizar una investigación financiera que le permita a la institución saber cuánto le va a costar a largo plazo renovar casi el 100 % de su flota a tecnologías

limpias, tomando en consideración que no todos los automotores se pueden renovar y agregando el beneficio ecológico que tendría la Universidad de Costa Rica y que les sumaría valor a sus políticas ambientales.

- Proponer el modelo financiero de renovación del punto anterior, considerando una alternativa en la cual los vehículos de desecho puedan venderse, mediante los métodos de remate establecidos en la Ley de Contratación Administrativa, N.º 7494, antes de que cumplan su vida útil, con el fin de poder recuperar parte de la inversión inicial de la compra de vehículos eléctricos.

REFERENCIAS

- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1995). *Ley de Contratación Administrativa, Ley N.º 7494*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=24284&nValor3=95769&strTipM=TC
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2018). *Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico, Ley N.º 9518*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=85810
- Autoridad Reguladora de Servicios Públicos, ARESEP. (2020). *ARESEP define tarifa única para la red de centros de carga rápida de vehículos eléctricos*. Recuperado de <https://aresep.go.cr/noticias/2778-aresep-define-tarifa-unica-para-la-red-de-centros-de-carga-rapida-de-vehiculos-electricos#:~:text=Imprimir-ARESEP%20define%20tarifa%20%C3%BAnica%20para%20la%20red%20de%20centros%20de,carga%20en%20todo%20el%20pa%C3%ADs>.
- Banco Central de Costa Rica. (2020). *Coyuntura macroeconómica ante la pandemia y revisión de proyecciones 2020-2021*. Recuperado de https://activos.bccr.fi.cr/sitios/bccr/publicaciones/DocPolíticaMonetariaInflación/CP-BCCR-014-2020-Coyuntura_macro_revisión_proyecciones_2020-2021.pdf

- Barquero, K. (16 de abril de 2019). UCR es la primera universidad con estación de recarga rápida para autos eléctricos. *La República*. Recuperado de <https://www.larepublica.net/noticia/ucr-es-la-primer-universidad-con-estacion-de-recarga-rapida-para-autos-electricos>
- Callejo, A. (2019). *¿Son realistas las autonomías anunciadas por los fabricantes de coches eléctricos? Diferencias entre las cifras EPA, WLTP y NEDC*. España. Recuperado de <https://forococheselectricos.com/2019/03/son-realistas-las-autonomias-anunciadas-por-los-fabricantes-de-coches-electricos-diferencias-entre-las-cifras-epa-wltp-y-nedc.html>
- Chacón, A., Jiménez, G., Montenegro, J., Sasa, J., & Blanco, K. (2012). *Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono*. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/natc/crinir2.pdf>
- CONARE. (2018). *Estadísticas de Centroamérica 2018*. Recuperado de <https://www.estadisticascentroamerica.estadonacion.or.cr/visualizaciones-erca/i-ambientales-visualizaciones-centroamerica.html>
- Cori Motors. (2020). *BYD S2 ev*. Recuperado de <https://www.bydautocr.com/>
- Consejo Universitario de la Universidad de Costa Rica. (1974). *Estatuto Orgánico de la Universidad de Costa Rica*. Recuperado de http://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/estatuto_organico.pdf
- Costa Rica Limpia. (2017). *Esencialmente eléctrica: Cómo puede abanderar Costa Rica la movilidad eléctrica*. Recuperado de <https://www.costaricalimpia.org/movilidad-electrica/2019/3/6/esencialmente-elctrica-cmo-puede-abanderar-costa-rica-la-movilidad-elctrica>

- CR Autos. (2020a). *Ioniq Electric Limited*. Recuperado de <https://crautos.com/autosnuevos/cardetail.php?c=4757744&b=16>
- CR Autos. (2020b). *TM Accent Elegant*. Recuperado de <https://crautos.com/autosnuevos/cardetail.php?c=1618261&b=16>
- Dirección de Cambio Climático. (2018). *Cambio climático. ¿Cómo afecta a Costa Rica?* Recuperado de <https://cambioclimatico.go.cr/cambio-climatico/generalidades/>
- Distrito Automotriz. (2020). *Suzuki S-Cross*. Recuperado de <https://suzuki.cr/index>
- ELCO, S.A. (2020). *Estaciones de carga*. Recuperado de <https://www.elcocrc.com/productos>
- Electrobike. (2020). *Electrobike Maker*. Recuperado de <https://www.electrobikecr.com/>
- Frías, P. y Román, J. (2019). *Vehículo eléctrico: situación actual y perspectivas futuras*. Recuperado de <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/411/FR%C3%8DAS%20Y%20ROM%C3%81N.pdf>
- Fuentes, D. y Quirós, J. (2019). *Propuesta de transición de una flotilla vehicular basada en combustibles fósiles a una flotilla de vehículos eléctricos en la Universidad de Costa Rica*. Recuperado de <https://eie.ucr.ac.cr/laboratorios/eperlab/>
- Garza, J. (11 de junio de 2019). UCR espera transformar su flotilla a eléctrica ahorrando recursos. *La República*. Recuperado de

<https://www.larepublica.net/noticia/ucr-espera-transformar-su-flotilla-a-electrica-ahorrando-recursos>

Gobierno de Costa Rica. (2018). *Gobierno emite decretos y directriz para incentivar uso de vehículos eléctricos en la población y en instituciones*. Recuperado de <https://presidencia.go.cr/comunicados/2018/11/gobierno-emite-decretos-y-directriz-para-incentivar-uso-de-vehiculos-electricos-en-la-poblacion-y-en-instituciones/>

Gobierno de Costa Rica. (2019). *Plan de Descarbonización, Compromiso del Gobierno del Bicentenario*. Recuperado de <https://minae.go.cr/images/pdf/Plan-de-Descarbonizacion-1.pdf>

Herrera, A., Molina, A., Cordero, D., Palavacini, E., González, E., Solera, F., . . . Rodríguez, R. (2015). *Plan nacional de energía 2015-2030*. Recuperado de <https://minae.go.cr/recursos/2015/pdf/VII-PNE.pdf>

Híbridos y Eléctricos. (2019a). *Los precios de las baterías llegan a mínimos históricos en 2018*. España. Recuperado de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/precios-baterias-llegan-minimos-historicos-2018/20181221092913024110.html>

Híbridos y Eléctricos. (2019b). *Mantenimiento del coche eléctrico: esto es todo lo que tienes que saber*. España. Recuperado de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/mantenimiento-coche-electrico-es-todo-tienes-saber/20190609163333028154.html>

Honda CR. (2020). *Honda GL 150*. Recuperado de <https://mundohonda.cr/>

Hyundai. (2020a). *Hyundai Ioniq Electric*. Recuperado de <https://www.hyundaicr.com/>

- Hyundai. (2020b). *Hyundai Grand i10 Sedán*. Recuperado de <https://www.hyundaicr.com/>
- Instituto Meteorológico Nacional. (2019). *Factores de Emisión de Gases Efecto Invernadero*. Recuperado de <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/factoresemision/factoresemision2019/index.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos, INEC. (2020). *Índice de Precios al Consumidor*. Recuperado de <https://www.inec.cr/economia/indice-de-precios-al-consumidor>
- Kreuzer, F. M. y Wilmsmeier, G. (2014). *Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe*. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36798/1/S1420695_es.pdf
- López, G. y Galarza, S. (2016). *Movilidad eléctrica: oportunidades para Latinoamérica*. Recuperado de https://movelatam.org/Movilidad%20electrica_%20Oportunidades%20para%20AL.pdf
- MINAE. (2020). *Vehículos eléctricos de Costa Rica*. Recuperado de <https://energia.minae.go.cr/?p=5634>
- Movilidad Eléctrica. (2018a). *Autonomía real, autonomía NEDC, autonomía WLTP... ¿conoces las diferencias?* España. Recuperado de <https://movilidadelectrica.com/autonomia-real-autonomia-nedc-autonomia-wltp-conoces-las-diferencias/>

- Movilidad Eléctrica. (2018b). *Todas las claves del WLTP, el nuevo protocolo de emisiones*. España. Recuperado de <https://movilidadelectrica.com/todas-las-claves-del-wltp-el-nuevo-protocolo-de-emisiones/>
- Nissan CR. (2020). *Nissan Leaf*. Recuperado de <https://www.nissancr.com/>
- Poder Ejecutivo. (2006). *Reglamento a la Ley de Contratación Administrativa*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=58314&nValor3=94041¶m2=1&strTipM=TC&IResultado=2&strSim=simp
- Poder Ejecutivo. (2018). *Reglamento de Incentivos para el Transporte Eléctrico*. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=86581
- Programa Estado de la Nación. (2018). *Informe Estado de la Nación*. Recuperado de <https://estadonacion.or.cr/presentacion-principales-resultados-informe-estado-de-la-nacion-2018/>
- Recope. (2020). Precios históricos. Recuperado de <https://www.recope.go.cr/productos/precios-nacionales/historicos/>
- Salas, T. (2019). *Notas del curso: Análisis Avanzado de Estados Financieros*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Sandí, S. (2019). Carros Eléctricos Pagan Menos Marchamo Durante Cinco Años. *Periódico La Teja*. Recuperado de <https://www.lateja.cr/nacional/carros-electricos-pagan-menos-marchamo-durante/Y2HYBOED6ZFX5DGRHUFMTTDOFU/story/>

Sistema Costarricense de Información Jurídica. (2009). *Valoración, Renovación, Depreciación de la Propiedad, Planta y Equipo. Contabilidad Nacional.*

Recuperado de

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=67206&nValor3=79528¶m2=1&strTipM=TC&IResultado=2&strSim=simp

Sistema Costarricense de Información Jurídica. (2019). *Actualización de la lista de valores de vehículos, aeronaves y embarcaciones, así como los montos*

de valor y tasa mínima. Recuperado de

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=89934&nValor3=0&strTipM=TC

Solé, R. (2018). *Notas del Curso Preparación y Evaluación de Proyectos.* San José: Universidad de Costa Rica.

Universidad de Costa Rica. (2017). *Movilidad eléctrica: ¡vehículos eléctricos al poder!*. Recuperado de

<https://www.ucr.ac.cr/noticias/2017/07/20/movilidad-electrica-vehiculos-electricos-al-poder.html>

Universidad de Costa Rica. (2018). *Contratación Administrativa 2018.* Recuperado de

https://www.ucr.ac.cr/medios/documentos/2019/contratacion_administrativa_2018.pdf

Universidad de Costa Rica. (2020a). *Acerca de la UCR.* Recuperado de <https://www.ucr.ac.cr/>

Universidad de Costa Rica. (2020b). *Oficina de Administración Financiera*.

Recuperado de <https://oaf.ucr.ac.cr/quienes-somos>

Universidad de Costa Rica. (2020c). *Oficina de Planificación Universitaria*.

Recuperado de <http://oplau.ucr.ac.cr/es/publicaciones/presupuesto>

Universidad de Costa Rica. (2020d). *Oficina de Servicios Generales*. Recuperado

de <https://osg.ucr.ac.cr/>

Vergara, W., Fenhann, J., y Schletz, M. (2016). *Carbono Cero América Latina: Una*

vía para la descarbonización neta de la economía regional para mediados

de este siglo. Recuperado de

https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/123116630/Carbono_Cero.pdf

ANEXOS

Anexo N.º 1. Presupuesto para la partida de equipo de transporte 5010200.

Unidad	Monto Presupuestado		
	2017	2018	2019
Universidad de Costa Rica	₡332,542,644.00	₡495,021,000.00	₡329,848,844.66
05 Programa de Administración	₡ 233,615,000.00	₡ 314,946,000.00	₡ 197,848,844.66
05 Programa de Administración 0502 Servicios	₡ 233,615,000.00	₡ 314,946,000.00	₡ 197,848,844.66
05 Programa de Administración 050203 Unidad. Coord. Oficina de Servicios Generales	₡ 250,000.00	₡ 280,000.00	₡ 271,844.66
05 Programa de Administración 05020302 Sección de Construcciones y Mantenimiento	₡ 250,000.00	₡ 280,000.00	₡ 271,844.66
05 Programa de Administración 050204 Servicios de Apoyo de Administración	₡ 233,365,000.00	₡ 314,366,000.00	₡ 197,577,000.00
05 Programa de Administración 050205 Proyectos de Administración	₡ -	₡ 300,000.00	₡ -

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de la Oficina de Planificación Universitaria de la Universidad de Costa Rica, 2020c.

Anexo N.º 2. Presupuesto para la partida de combustibles y lubricantes 2010100.

Unidad	Monto Presupuestado		
	2017	2018	2019
Universidad de Costa Rica	₡ 547,138,254.47	₡ 550,142,254.67	₡ 534,444,251.00
05 Programa de Administración	₡ 400,040,000.00	₡ 400,000,000.00	₡ 388,349,514.66
05 Programa de Administración 0502 Servicios	₡ 400,040,000.00	₡ 400,000,000.00	₡ 388,349,514.66
05 Programa de Administración 050203 Unid. Coord. Oficina de Servicios Generales	₡ 400,000,000.00	₡ 400,000,000.00	₡ 388,349,514.66
05 Programa de Administración 05020304 Sección de Transportes	₡ 400,000,000.00	₡ 400,000,000.00	₡ 388,349,514.66

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de la Oficina de Planificación Universitaria de la Universidad de Costa Rica, 2020c.

Anexo N.º 3. Presupuesto para la partida de repuestos 20402.

Unidad	Monto Presupuestado		
	2017	2018	2019
Universidad de Costa Rica	₡ 1,029,860,854.66	₡ 870,379,934.00	₡ 413,836,859.69
05 Programa de Administración	₡ 240,750,000.00	₡ 248,000,000.00	₡ 18,359,223.30
05 Programa de Administración 0502 Servicios	₡ 239,600,000.00	₡ 244,900,000.00	₡ 15,737,864.00
05 Programa de Administración 050202 Oficina de Suministros	₡ 2,000,000.00	₡ 1,500,000.00	₡ 1,456,310.68
05 Programa de Administración 050203 Unidad Coordinadora Oficina de Servicios Generales	₡ 237,600,000.00	₡ 243,400,000.00	₡ 14,281,553.40
05 Programa de Administración 05020301 Unidad Coordinación Oficina de Servicios Generales	₡ 400,000.00	₡ 400,000.00	₡ 291,262.14
05 Programa de Administración 05020302 Sección de Construcciones y Mantenimiento	₡ 1,800,000.00	₡ 2,000,000.00	₡ 3,165,048.54
05 Programa de Administración 05020303 Sección de Correos	₡ 150,000.00	₡ 150,000.00	₡ 145,631.07
05 Programa de Administración 05020304 Sección de Transportes	₡ 50,000,000.00	₡ 55,000,000.00	₡ -
05 Programa de Administración 05020305 Sección de Seguridad y Tránsito	₡ 10,000,000.00	₡ 10,500,000.00	₡ 10,679,611.85
05 Programa de Administración 05020306 Sección de Servicios Contratados	₡ 250,000.00	₡ 250,000.00	₡ -
05 Programa de Administración 05020309 Sección de Maquinaria y Equipo	₡ 175,000,000.00	₡ 175,000,000.00	₡ -

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de la Oficina de Planificación Universitaria de la Universidad de Costa Rica, 2020c.

Anexo N.º 4. *Compras de vehículos institucionales para la UCR.*

Número de procedimiento	Cantidad	Tipo	Líneas	Presupuesto
2019LA-000031-0000900001 (Compra de Vehículos Institucionales)	1	Microbús	Capacidad 12 pasajeros. Motor 4 cilindros. Turbo diésel.	€105,047,373.40
	1	Microbús	Capacidad 8 pasajeros.	
	1	Vehículo	Tipo hatchback. Capacidad 5 pasajeros.	
2019CD-000255-0000900001 (Compra de Vehículos Institucionales)	1	Microbús	Capacidad 12 pasajeros. Motor 4 cilindros. Turbo diésel.	€145,619,373.40
	1	Microbús	Capacidad 8 pasajeros.	
	1	Vehículo	Tipo hatchback. Capacidad 5 pasajeros.	
2019LA-000026-0000900001 (Compra de Vehículos Eléctricos)	8	Vehículo	Tipo sedán. Capacidad 5 pasajeros. Sistema eléctrico. Centro de carga semi rápido.	€173,457,600.00
2019LA-000020-0000900001 (Compra de Vehículos Institucionales)	1	Microbús	Capacidad 12 pasajeros. Motor 4 cilindros. Turbo diésel.	€224,817,240.00
	1	Vehículo	Tipo Pick Up 4x4. Color blanco. Turbo diésel. Doble cabina.	
	1	Vehículo	Tipo familiar 4x4. Capacidad 7 pasajeros.	
	1	Camión	Mediano con doble cabina. Tracción sencilla 4x2.	
2019LA-000020-0000900001 (Compra de Vehículos Institucionales)	1	Microbús	Capacidad 16 pasajeros.	€224,817,240.00
	1	Vehículo	Tipo Pick Up 4x4. Turbo diésel. Doble cabina.	
	3	Vehículo	Tipo Pick Up 4x4. Turbo diésel. Doble cabina.	
	1	Vehículo	Tipo sedán. Capacidad 5 pasajeros. Sistema eléctrico. Centro de carga semi rápido.	
	2	Vehículo	Tipo SUV. Capacidad 5 pasajeros. Tecnología híbrida.	

2018LA-000023-0000900001 (Compra de Vehículos Institucionales)	1	Microbús	Capacidad 15 personas. Motor diésel.	€202,500,000.00
	2	Vehículo	Tipo SUV. Transmisión manual 4x2. Capacidad 5 pasajeros.	
	1	Camión	7.5 Toneladas. Transmisión manual.	
	1	Camión	3.2 toneladas. Con góndola de volteo 4x4.	
	1	Vehículo	Tipo VAN. Transmisión automática.	
	1	Vehículo	Tipo panel. Capacidad 2 pasajeros. Motor diésel.	
	2018LA-000017-0000900001 (Compra de Vehículos Institucionales)	1	Camión	
1		Camión	Con góndola de volteo 4x4. Motor 5000cc.	
7		Motocicletas	Motor 150CC. 4 tiempos	
1		Vehículo	Tipo Sedán. Capacidad 5 pasajeros. Motor 1500 cc de gasolina.	
1		Vehículo	Tipo Pick Up. Doble cabina 4x4. Transmisión manual. Motor diésel.	
1		Vehículo	Tipo pick up 4x2. Último modelo. Doble cabina.	
1		Vehículo	Tipo VAN. Transmisión automática.	
1		Vehículo	Tipo familiar 4x4.	
1		Microbús	Capacidad 40 pasajeros. Con elevador de silla de ruedas y retardador.	
3		Microbús	Tracción 4x2. Capacidad 28 a 30 pasajeros.	
1	Vehículo	Tipo panel. Capacidad 2 pasajeros. Motor diésel.		
2018CD-000062-0000900001 (Cargador Rápido para Vehículo Eléctrico)			Cargador rápido para vehículo eléctrico con servicio de instalación de electrolinera, instalación mecánica de la electrolinera. Voltaje de entrada 400 V +/- 10% frecuencia 60 Hz fases tres + neutro + conexión a tierra potencia total de salida 45 kw continuos, picos de 50 kw corriente de salida 0 a 129 A.	€23,879,418.00

2018LA-000001-0000900001 (Compra de Vehículos Institucionales)	1	Microbús	Capacidad 30 pasajeros.	
	1	Microbús	Capacidad 20 a 25 pasajeros.	
	1	Vehículo	Tracción 4x4 todo terreno.	
			Tipo híbrido.	
	2	Vehículo	Doble tracción de gasolina.	
			Capacidad 5 pasajeros.	
	1	Microbús	Capacidad 8 pasajeros.	
	2	Vehículo	Tipo panel. Motor diésel.	€276,611,937.95
	2	Vehículo	Tipo pick up doble cabina.	
	2	Vehículo	2 vehículo tipo pick up 4x4, diésel.	
2017LA-000028-0000900001 (Compra de Buses Urbanos)			Tipo urbano de 13.20m	
	2	Autobús	Piso bajo con 45 asientos. 270 caballos de fuerza. Cilindros 114mm x 135mm.	€134,000,000.00
			Tipo eléctrico. Capacidad 5 pasajeros. Dirección electro-asistida.	
	1	Vehículo	Puerto de carga rápida. Suspensión delantera con barra estabilizadora. Suspensión trasera con barra de torsión.	€22,000,000.00
2017LA-000020-0000900001 (Compra de Vehículos Institucionales)	4	Vehículo	Tipo pick up doble cabina. 4x4 manual. Motor diésel.	
	1	Vehículo	Tipo familiar 4x4 todo terreno. Transmisión manual.	€302,617,040.00
	3	Microbús	Capacidad 30 pasajeros.	
	2	Vehículo	Tipo panel. Motor diésel. Con cabina cerrada.	
	1	Retroexcavadora	Aire acondicionado. Tracción 4x4.	

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de Universidad de Costa Rica, 2020d.

Anexo N.º 5. *Variación de precios de la gasolina super.*

Variación de Precios de la Gasolina Súper				
enero 2019 - abril 2020				
Fecha de cambio	Precio Plantel	Impuesto Único	Precio Consumidor	
9-ene-19	₡ 282.56	₡ 255.25	₡ 596.00	
31-ene-19	₡ 266.76	₡ 255.25	₡ 580.00	
7-feb-19	₡ 266.76	₡ 257.75	₡ 582.00	
27-feb-19	₡ 265.58	₡ 257.75	₡ 581.00	
29-mar-19	₡ 302.37	₡ 257.75	₡ 618.00	
3-may-19	₡ 375.39	₡ 257.75	₡ 691.00	
30-may-19	₡ 368.57	₡ 257.75	₡ 684.00	
12-jun-19	₡ 368.57	₡ 257.75	₡ 684.00	
3-jul-19	₡ 343.22	₡ 257.75	₡ 659.00	
18-jul-19	₡ 342.56	₡ 257.75	₡ 658.00	
5-ago-19	₡ 373.48	₡ 257.75	₡ 689.00	
13-ago-19	₡ 373.48	₡ 260.25	₡ 692.00	
28-ago-19	₡ 313.61	₡ 260.25	₡ 632.00	
2-oct-19	₡ 298.15	₡ 260.25	₡ 616.00	
4-nov-19	₡ 315.65	₡ 260.25	₡ 634.00	
8-nov-19	₡ 315.65	₡ 261.75	₡ 635.00	
27-nov-19	₡ 313.83	₡ 261.75	₡ 634.00	
19-dic-19	₡ 313.84	₡ 261.75	₡ 638.00	
13-ene-20	₡ 299.36	₡ 261.75	₡ 624.00	
31-ene-20	₡ 320.56	₡ 261.75	₡ 645.00	
4-mar-20	₡ 281.35	₡ 261.75	₡ 606.00	
28-mar-20	₡ 255.47	₡ 261.75	₡ 580.00	
28-abr-20	₡ 132.96	₡ 384.25	₡ 580.00	
Promedio	₡ 308.25	₡ 264.68	₡ 632.09	

Fuente: RECOPE, 2020.

Anexo N.º 6. Flujo de caja. Compra de vehículos de gasolina según escenario 1.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos de Gasolina en el Año 0									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Gasto Consumo Gasolina									
Hyundai Grand i10		-\$11,679.24	-\$12,029.62	-\$12,390.51	-\$12,762.22	-\$13,145.09	-\$13,539.44	-\$13,945.62	-\$14,363.99
Suzuki Scross		-\$7,442.02	-\$7,665.28	-\$7,895.24	-\$8,132.10	-\$8,376.06	-\$8,627.34	-\$8,886.16	-\$9,152.75
Honda GL 150		-\$510.23	-\$525.53	-\$541.30	-\$557.54	-\$574.27	-\$591.49	-\$609.24	-\$627.52
Gasto Mantenimiento									
Hyundai Grand i10		-\$4,625.01	-\$5,833.31	\$4,995.35	-\$6,550.18	-\$5,920.01	-\$5,926.39	-\$6,675.69	-\$6,287.31
Suzuki Scross		-\$2,191.70	-\$3,101.98	-\$2,823.75	-\$3,105.97	-\$3,287.10	-\$3,085.59	-\$3,132.95	-\$3,151.44
Honda GL 150		\$0.00	-\$2,620.52	-\$1,488.39	-\$2,694.59	-\$2,472.07	-\$2,980.09	-\$549.91	-\$2,840.28
Gasto Marchamo									
Hyundai Grand i10		\$0.00	-\$2,743.71	-\$2,826.02	-\$2,910.80	-\$2,998.12	-\$3,088.07	-\$3,180.71	-\$3,276.13
Suzuki Scross		\$0.00	-\$1,829.14	-\$1,884.01	-\$1,940.53	-\$1,998.75	-\$2,058.71	-\$2,120.47	-\$2,184.09
Honda GL 150		\$0.00	-\$821.41	-\$846.05	-\$871.43	-\$897.58	-\$924.51	-\$952.24	-\$980.81
Depreciación Vehículos									
Hyundai Grand i10		-\$7,511.81	-\$7,511.81	-\$7,511.81	-\$7,511.81	-\$7,511.81	-\$7,511.81	-\$7,511.81	-\$7,511.81
Suzuki Scross		-\$6,980.00	-\$6,980.00	-\$6,980.00	-\$6,980.00	-\$6,980.00	-\$6,980.00	-\$6,980.00	-\$6,980.00
Honda GL 150		-\$905.13	-\$905.13	-\$905.13	-\$905.13	-\$905.13	-\$905.13	-\$905.13	-\$905.13
UAI		-\$41,845.14	-\$52,567.43	-\$41,096.86	-\$54,922.30	-\$55,065.98	-\$56,218.57	-\$55,449.94	-\$58,261.25
Impuestos (0%)		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta		-\$41,845.14	-\$52,567.43	-\$41,096.86	-\$54,922.30	-\$55,065.98	-\$56,218.57	-\$55,449.94	-\$58,261.25
Depreciación Vehículos									
Hyundai Grand i10		\$7,511.81	\$7,511.81	\$7,511.81	\$7,511.81	\$7,511.81	\$7,511.81	\$7,511.81	\$7,511.81
Suzuki Scross		\$6,980.00	\$6,980.00	\$6,980.00	\$6,980.00	\$6,980.00	\$6,980.00	\$6,980.00	\$6,980.00
Honda GL 150		\$905.13	\$905.13	\$905.13	\$905.13	\$905.13	\$905.13	\$905.13	\$905.13
Inversiones									
Grand i10		-\$75,118.13							
Suzuki Scross		-\$69,800.00							
Honda GL 150		-\$9,051.25							
Costo de Oportunidad		\$0.00							
Flujo de Caja		-\$153,969.38	-\$26,448.20	-\$37,170.49	-\$25,699.92	-\$39,525.36	-\$39,669.04	-\$40,821.63	-\$42,864.31
Tasa de Descuento		6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares							
VAN		-\$372,546.69							

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Anexo N.º 7. Flujo de caja. Compra de vehículos de gasolina según escenario 2.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos de Gasolina en los Años 0 y 4									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Gasto Consumo Gasolina									
Hyundai Grand i10						-\$13,145.09	-\$13,539.44	-\$13,945.62	-\$14,363.99
Suzuki Scross		-\$7,225.26	-\$7,442.02	-\$7,665.28	-\$7,895.24	-\$8,132.10	-\$8,376.06	-\$8,627.34	-\$8,886.16
Honda GL 150		-\$495.37	-\$510.23	-\$525.53	-\$541.30	-\$557.54	-\$574.27	-\$591.49	-\$609.24
Gasto Mantenimiento									
Hyundai Grand i10						-\$5,205.49	-\$6,565.44	\$5,622.31	-\$7,372.29
Suzuki Scross		-\$2,127.86	-\$3,011.63	-\$2,741.51	-\$3,015.50	-\$3,191.36	-\$2,995.72	-\$3,041.70	-\$3,059.65
Honda GL 150		\$0.00	-\$2,544.20	-\$1,445.04	-\$2,616.11	-\$2,400.07	-\$2,893.29	-\$533.90	-\$2,757.55
Gasto Marchamo									
Hyundai Grand i10						\$0.00	-\$3,088.07	-\$3,180.71	-\$3,276.13
Suzuki Scross		\$0.00	-\$1,775.86	-\$182.91	-\$1,884.01	-\$1,940.53	-\$1,998.75	-\$2,058.71	-\$2,120.47
Honda GL 150		\$0.00	-\$797.49	-\$821.41	-\$846.05	-\$871.43	-\$897.58	-\$924.51	-\$952.24
Depreciación Vehículos									
Hyundai Grand i10						-\$8,454.61	-\$8,454.61	-\$8,454.61	-\$8,454.61
Suzuki Scross		-\$6,980.00	-\$6,980.00	-\$6,980.00	-\$6,980.00	-\$6,980.00	-\$6,980.00	-\$6,980.00	-\$6,980.00
Honda GL 150		-\$905.13	-\$905.13	-\$905.13	-\$905.13	-\$905.13	-\$905.13	-\$905.13	-\$905.13
UAI		-\$17,733.62	-\$23,966.54	-\$21,266.81	-\$24,683.34	-\$51,783.35	-\$57,268.35	-\$43,621.40	-\$59,737.47
Impuestos (0%)		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta		-\$17,733.62	-\$23,966.54	-\$21,266.81	-\$24,683.34	-\$51,783.35	-\$57,268.35	-\$43,621.40	-\$59,737.47
Depreciación Vehículos									
Hyundai Grand i10						\$8,454.61	\$8,454.61	\$8,454.61	\$8,454.61
Suzuki Scross		\$6,980.00	\$6,980.00	\$6,980.00	\$6,980.00	\$6,980.00	\$6,980.00	\$6,980.00	\$6,980.00
Honda GL 150		\$905.13	\$905.13	\$905.13	\$905.13	\$905.13	\$905.13	\$905.13	\$905.13
Inversiones									
Hyundai Grand i10					-\$84,546.12				
Suzuki Scross		-\$69,800.00							
Honda GL 150		-\$9,051.25							
Costo de Oportunidad		\$0.00							
Flujo de Caja		-\$78,851.25	-\$9,848.49	-\$16,081.42	-\$13,381.69	-\$101,344.34	-\$35,443.61	-\$40,928.61	-\$27,281.66
Tasa de Descuento		6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares							
VAN		-\$290,212.03							

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Anexo N.º 8. Flujo de caja. Compra de vehículos de gasolina según escenario 3.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos de Gasolina en los Años 0 - 3 - 7									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Gasto Consumo Gasolina									
Hyundai Grand i10		-\$3,893.08	-\$4,009.87	-\$4,130.17	-\$4,254.07	-\$4,381.70	-\$4,513.15	-\$4,648.54	-\$4,788.00
					-\$4,254.07	-\$4,381.70	-\$4,513.15	-\$4,648.54	-\$4,788.00
Suzuki Scross		-\$3,721.01	-\$3,832.64	-\$3,947.62	-\$4,066.05	-\$4,188.03	-\$4,313.67	-\$4,443.08	-\$4,576.37
					-\$4,066.05	-\$4,188.03	-\$4,313.67	-\$4,443.08	-\$4,576.37
Honda GL 150		-\$204.09	-\$210.21	-\$216.52	-\$223.02	-\$229.71	-\$236.60	-\$243.70	-\$251.01
					-\$223.02	-\$229.71	-\$236.60	-\$243.70	-\$251.01
									-\$125.50
Gasto Mantenimiento									
Hyundai Grand i10		-\$1,541.67	-\$1,944.44	-\$1,665.12	-\$2,183.39	-\$1,973.34	-\$1,975.46	-\$2,225.23	-\$2,095.77
					-\$1,684.63	-\$2,124.74	-\$1,819.52	-\$2,385.85	-\$2,156.32
Suzuki Scross		-\$1,095.85	-\$1,550.99	-\$1,411.88	-\$1,552.98	-\$1,643.55	-\$1,542.80	-\$1,566.48	-\$1,896.06
					-\$1,197.46	-\$1,694.81	-\$1,542.80	-\$1,696.99	-\$1,795.95
Honda GL 150		\$0.00	-\$1,048.21	-\$595.36	-\$1,077.84	-\$988.83	-\$1,192.04	-\$219.97	-\$1,136.11
					\$0.00	-\$1,145.41	-\$650.56	-\$1,177.78	-\$1,080.52
									\$0.00
Gasto Marchamo									
Hyundai Grand i10		\$0.00	-\$914.57	-\$942.01	-\$970.27	-\$999.37	-\$1,029.36	-\$1,060.24	-\$1,092.04
					\$0.00	-\$999.37	-\$1,029.36	-\$1,060.24	-\$1,092.04
Suzuki Scross		\$0.00	-\$914.57	-\$942.01	-\$970.27	-\$999.37	-\$1,029.36	-\$1,060.24	-\$1,092.04
					\$0.00	-\$999.37	-\$1,029.36	-\$1,060.24	-\$1,092.04
Honda GL 150		\$0.00	-\$328.56	-\$338.42	-\$348.57	-\$359.03	-\$369.80	-\$380.90	-\$392.32
					\$0.00	-\$359.03	-\$369.80	-\$380.90	-\$392.32
									\$0.00
Depreciación Vehículos									
Hyundai Grand i10		-\$2,503.94	-\$2,503.94	-\$2,503.94	-\$2,503.94	-\$2,503.94	-\$2,503.94	-\$2,503.94	-\$2,503.94
					-\$2,736.12	-\$2,736.12	-\$2,736.12	-\$2,736.12	-\$2,736.12
Suzuki Scross		-\$3,490.00	-\$3,490.00	-\$3,490.00	-\$3,490.00	-\$3,490.00	-\$3,490.00	-\$3,490.00	-\$3,490.00
					-\$3,813.62	-\$3,813.62	-\$3,813.62	-\$3,813.62	-\$3,813.62
Honda GL 150		-\$362.05	-\$362.05	-\$362.05	-\$362.05	-\$362.05	-\$362.05	-\$362.05	-\$362.05
					-\$395.62	-\$395.62	-\$395.62	-\$395.62	-\$395.62
									-\$222.64
UAI		-\$16,811.69	-\$21,110.05	-\$20,545.08	-\$40,373.03	-\$45,186.43	-\$45,008.38	-\$46,247.01	-\$58,243.40
Impuestos (0%)		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta		-\$16,811.69	-\$21,110.05	-\$20,545.08	-\$40,373.03	-\$45,186.43	-\$45,008.38	-\$46,247.01	-\$58,243.40
Depreciación Vehículos									
Hyundai Grand i10		\$2,503.94	\$2,503.94	\$2,503.94	\$2,503.94	\$2,503.94	\$2,503.94	\$2,503.94	\$2,503.94
					\$2,736.12	\$2,736.12	\$2,736.12	\$2,736.12	\$2,736.12
Suzuki Scross		\$3,490.00	\$3,490.00	\$3,490.00	\$3,490.00	\$3,490.00	\$3,490.00	\$3,490.00	\$3,490.00
					\$3,813.62	\$3,813.62	\$3,813.62	\$3,813.62	\$3,813.62
Honda GL 150		\$362.05	\$362.05	\$362.05	\$362.05	\$362.05	\$362.05	\$362.05	\$362.05
					\$395.62	\$395.62	\$395.62	\$395.62	\$395.62
									\$222.64
Inversiones									
Hyundai Grand i10		-\$25,039.38		-\$27,361.20				-\$15,397.64	
Suzuki Scross		-\$34,900.00		-\$38,136.17				-\$21,461.30	
Honda GL 150		-\$3,620.50		-\$3,956.22				-\$2,226.38	
Costo de Oportunidad		\$0.00							
Flujo de Caja		-\$63,559.88	-\$10,455.70	-\$14,754.06	-\$83,642.69	-\$27,071.69	-\$31,885.09	-\$31,707.03	-\$72,030.98
Tasa de Descuento		6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares							
VAN		-\$293,233.45							

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Anexo N.º 9. Flujo de caja. Compra de vehículos eléctricos según escenario 1 y sedán Hyundai Ioniq Electric.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en el Año 0 (Sedán: Ioniq)									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Gasto Consumo Energético									
Hyundai Ioniq Electric	-\$6,833.66	-\$7,038.67	-\$7,249.84	-\$7,467.33	-\$7,691.35	-\$7,922.09	-\$8,159.75	-\$8,404.55	
BYD S2 ev	-\$5,061.97	-\$5,213.83	-\$5,370.25	-\$5,531.36	-\$5,697.30	-\$5,868.22	-\$6,044.26	-\$6,225.59	
Electrobike Maker	-\$275.81	-\$284.09	-\$292.61	-\$301.39	-\$310.43	-\$319.74	-\$329.33	-\$339.21	
Gasto Mantenimiento									
Hyundai Ioniq Electric	-\$2,204.65	-\$2,654.69	-\$2,492.34	-\$2,816.36	-\$2,481.36	-\$2,987.88	-\$2,805.15	-\$3,169.84	
BYD S2 ev	-\$1,648.00	-\$1,697.44	-\$1,748.36	-\$1,800.81	-\$1,854.84	-\$1,910.48	-\$1,967.80	-\$2,026.83	
Electrobike Maker	-\$370.80	-\$381.92	-\$393.38	-\$405.18	-\$417.34	-\$429.86	-\$442.75	-\$456.04	
Gasto Marchamo									
Hyundai Ioniq Electric	\$0.00	-\$1,766.37	-\$2,964.99	-\$4,011.75	-\$4,926.90	-\$6,168.62	-\$6,353.68	-\$6,544.29	
BYD S2 ev	\$0.00	-\$1,177.58	-\$1,976.66	-\$2,674.50	-\$3,284.60	-\$4,112.41	-\$4,235.79	-\$4,362.86	
Electrobike Maker	\$0.00	-\$515.19	-\$864.79	-\$1,170.09	-\$1,437.01	-\$1,799.18	-\$1,853.16	-\$1,908.75	
Depreciación Vehículos									
Hyundai Ioniq Electric	-\$23,340.00	-\$23,340.00	-\$23,340.00	-\$23,340.00	-\$23,340.00	-\$23,340.00	-\$23,340.00	-\$23,340.00	-\$23,340.00
BYD S2 ev	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00
Electrobike Maker	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00
Depreciación Estaciones	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
UAI	-\$54,444.90	-\$58,779.80	-\$61,403.22	-\$64,228.78	-\$66,151.12	-\$69,568.49	-\$70,241.67	-\$71,487.96	
Impuestos (0%)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta	-\$54,444.90	-\$58,779.80	-\$61,403.22	-\$64,228.78	-\$66,151.12	-\$69,568.49	-\$70,241.67	-\$71,487.96	
Depreciación Vehículos									
Hyundai Ioniq Electric	\$23,340.00	\$23,340.00	\$23,340.00	\$23,340.00	\$23,340.00	\$23,340.00	\$23,340.00	\$23,340.00	\$23,340.00
BYD S2 ev	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00
Electrobike Maker	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00
Depreciación Estaciones	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Inversiones									
Hyundai Ioniq Electric	-\$233,400.00								
BYD S2 ev	-\$119,600.00								
Electrobike Maker	-\$27,500.00								
Estaciones de Carga	\$0.00								
Costo de Oportunidad	\$0.00								
Flujo de Caja	-\$380,500.00	-\$16,394.90	-\$20,729.80	-\$23,353.22	-\$26,178.78	-\$28,101.12	-\$31,518.49	-\$32,191.67	-\$33,437.96
Tasa de Descuento	6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN	-\$537,158.75								

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Anexo N.º 10. Flujo de caja. Compra de vehículos eléctricos según escenario 1 y sedán Nissan Leaf.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en el Año 0 (Sedán: Leaf)									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Gasto Consumo Energético									
Nissan Leaf	-\$11,331.04	-\$11,670.97	-\$12,021.10	-\$12,381.73	-\$12,753.19	-\$13,135.78	-\$13,529.86	-\$13,935.75	
BYD S2 ev	-\$5,061.97	-\$5,213.83	-\$5,370.25	-\$5,531.36	-\$5,697.30	-\$5,868.22	-\$6,044.26	-\$6,225.59	
Electrobike Maker	-\$275.81	-\$284.09	-\$292.61	-\$301.39	-\$310.43	-\$319.74	-\$329.33	-\$339.21	
Gasto Mantenimiento									
Nissan Leaf	-\$2,461.34	-\$2,535.19	-\$2,611.24	-\$2,689.58	-\$2,770.27	-\$2,853.37	-\$2,938.97	-\$3,027.14	
BYD S2 ev	-\$1,648.00	-\$1,697.44	-\$1,748.36	-\$1,800.81	-\$1,854.84	-\$1,910.48	-\$1,967.80	-\$2,026.83	
Electrobike Maker	-\$370.80	-\$381.92	-\$393.38	-\$405.18	-\$417.34	-\$429.86	-\$442.75	-\$456.04	
Gasto Marchamo									
Nissan Leaf	\$0.00	-\$1,766.37	-\$2,964.99	-\$4,011.75	-\$4,926.90	-\$6,168.62	-\$6,353.68	-\$6,544.29	
BYD S2 ev	\$0.00	-\$1,177.58	-\$1,976.66	-\$2,674.50	-\$3,284.60	-\$4,112.41	-\$4,235.79	-\$4,362.86	
Electrobike Maker	\$0.00	-\$515.19	-\$864.79	-\$1,170.09	-\$1,437.01	-\$1,799.18	-\$1,853.16	-\$1,908.75	
Depreciación Vehículos									
Nissan Leaf	-\$25,740.00	-\$25,740.00	-\$25,740.00	-\$25,740.00	-\$25,740.00	-\$25,740.00	-\$25,740.00	-\$25,740.00	-\$25,740.00
BYD S2 ev	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00
Electrobike Maker	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00
Depreciación Estaciones	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
UAI	-\$61,598.97	-\$65,692.59	-\$68,693.39	-\$71,416.40	-\$73,901.87	-\$77,047.67	-\$78,145.60	-\$79,276.47	
Impuestos (0%)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta	-\$61,598.97	-\$65,692.59	-\$68,693.39	-\$71,416.40	-\$73,901.87	-\$77,047.67	-\$78,145.60	-\$79,276.47	
Depreciación Vehículos									
Nissan Leaf	\$25,740.00	\$25,740.00	\$25,740.00	\$25,740.00	\$25,740.00	\$25,740.00	\$25,740.00	\$25,740.00	\$25,740.00
BYD S2 ev	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00
Electrobike Maker	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00
Depreciación Estaciones	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Inversiones									
Nissan Leaf	-\$257,400.00								
BYD S2 ev	-\$119,600.00								
Electrobike Maker	-\$27,500.00								
Estaciones de Carga	\$0.00								
Costo de Oportunidad	\$0.00								
Flujo de Caja	-\$404,500.00	-\$21,148.97	-\$25,242.59	-\$28,243.39	-\$30,966.40	-\$33,451.87	-\$36,597.67	-\$37,695.60	-\$38,826.47
Tasa de Descuento	6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN	-\$591,604.48								

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Anexo N.º 11. Flujo de caja. Compra de vehículos eléctricos según escenario 2 y sedán Hyundai Ioniq Electric.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en los Años 0 y 4 (Sedán: Ioniq)										
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ingresos		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	
Gasto Consumo Energético										
Hyundai Ioniq Electric						-\$7,691.35	-\$7,922.09	-\$8,159.75	-\$8,404.55	
BYD S2 ev		-\$4,914.54	-\$5,061.97	-\$5,213.83	-\$5,370.25	-\$5,531.36	-\$5,697.30	-\$5,868.22	-\$6,044.26	
Electrobike Maker		-\$267.78	-\$275.81	-\$284.09	-\$292.61	-\$301.39	-\$310.43	-\$319.74	-\$329.33	
Gasto Mantenimiento										
Hyundai Ioniq Electric						-\$2,481.36	-\$2,987.88	-\$2,805.15	-\$3,169.84	
BYD S2 ev		-\$1,600.00	-\$1,648.00	-\$1,697.44	-\$1,748.36	-\$1,800.81	-\$1,854.84	-\$1,910.48	-\$1,967.80	
Electrobike Maker		-\$360.00	-\$370.80	-\$381.92	-\$393.38	-\$405.18	-\$417.34	-\$429.86	-\$442.75	
Gasto Marchamo										
Hyundai Ioniq Electric						\$0.00	-\$1,988.07	-\$3,337.13	-\$4,515.26	
BYD S2 ev		\$0.00	-\$1,143.28	-\$1,919.09	-\$2,596.60	-\$3,188.93	-\$3,992.64	-\$4,112.41	-\$4,235.79	
Electrobike Maker		\$0.00	-\$500.19	-\$839.60	-\$1,136.01	-\$1,395.16	-\$1,746.78	-\$1,799.18	-\$1,853.16	
Depreciación Vehículos										
Hyundai Ioniq Electric						-\$26,269.38	-\$26,269.38	-\$26,269.38	-\$26,269.38	
BYD S2 ev		-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	
Electrobike Maker		-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	
Depreciación Estaciones de Carga										
UAI		-\$4,367.88	-\$4,367.88	-\$4,367.88	-\$4,367.88	-\$9,283.96	-\$9,283.96	-\$9,283.96	-\$9,283.96	
Impuestos (0%)		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	
Utilidad Neta		-\$26,220.19	-\$28,077.93	-\$29,413.85	-\$30,615.09	-\$30,615.09	-\$73,058.87	-\$77,180.69	-\$79,005.25	
Depreciación Vehículos										
Hyundai Ioniq Electric						\$26,269.38	\$26,269.38	\$26,269.38	\$26,269.38	
BYD S2 ev		\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	
Electrobike Maker		\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	
Depreciación Estaciones de Carga		\$4,367.88	\$4,367.88	\$4,367.88	\$4,367.88	\$9,283.96	\$9,283.96	\$9,283.96	\$9,283.96	
Inversiones										
Hyundai Ioniq Electric					-\$262,693.76					
BYD S2 ev		-\$119,600.00								
Electrobike Maker		-\$27,500.00								
Estaciones de Carga		-\$43,678.75			-\$49,160.82					
Costo de Oportunidad		\$0.00								
Flujo de Caja		-\$190,778.75	-\$7,142.32	-\$9,000.06	-\$10,335.97	-\$323,391.79	-\$22,795.54	-\$26,917.35	-\$28,741.92	
Tasa de Descuento		6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN		-\$538,220.40								

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Anexo N.º 12. Flujo de caja. Compra de vehículos eléctricos según escenario 2 y sedán Nissan Leaf.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en los Años 0 y 4 (Sedán: Leaf)										
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ingresos		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	
Gasto Consumo Energético										
Nissan Leaf						-\$12,753.19	-\$13,135.78	-\$13,529.86	-\$13,935.75	
BYD S2 ev		-\$4,914.54	-\$5,061.97	-\$5,213.83	-\$5,370.25	-\$5,531.36	-\$5,697.30	-\$5,868.22	-\$6,044.26	
Electrobike Maker		-\$267.78	-\$275.81	-\$284.09	-\$292.61	-\$301.39	-\$310.43	-\$319.74	-\$329.33	
Gasto Mantenimiento										
Nissan Leaf						-\$2,770.27	-\$2,853.37	-\$2,938.97	-\$3,027.14	
BYD S2 ev		-\$1,600.00	-\$1,648.00	-\$1,697.44	-\$1,748.36	-\$1,800.81	-\$1,854.84	-\$1,910.48	-\$1,967.80	
Electrobike Maker		-\$360.00	-\$370.80	-\$381.92	-\$393.38	-\$405.18	-\$417.34	-\$429.86	-\$442.75	
Gasto Marchamo										
Nissan Leaf						\$0.00	-\$1,988.07	-\$3,337.13	-\$4,515.26	
BYD S2 ev		\$0.00	-\$1,143.28	-\$1,919.09	-\$2,596.60	-\$3,188.93	-\$3,992.64	-\$4,112.41	-\$4,235.79	
Electrobike Maker		\$0.00	-\$500.19	-\$839.60	-\$1,136.01	-\$1,395.16	-\$1,746.78	-\$1,799.18	-\$1,853.18	
Depreciación Vehículos										
Nissan Leaf						-\$28,970.60	-\$28,970.60	-\$28,970.60	-\$28,970.60	
BYD S2 ev		-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	-\$11,960.00	
Electrobike Maker		-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	-\$2,750.00	
Depreciación Estaciones de Carga										
UAI		-\$4,367.88	-\$4,367.88	-\$4,367.88	-\$4,367.88	-\$9,283.96	-\$9,283.96	-\$9,283.96	-\$9,283.96	
Impuestos (0%)		\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	
Utilidad Neta		-\$26,220.19	-\$28,077.93	-\$29,413.85	-\$30,615.09	-\$81,110.84	-\$84,961.10	-\$87,210.41	-\$89,315.80	
Depreciación Vehículos										
Nissan Leaf						\$28,970.60	\$28,970.60	\$28,970.60	\$28,970.60	
BYD S2 ev		\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	\$11,960.00	
Electrobike Maker		\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	\$2,750.00	
Depreciación Estaciones de Carga										
UAI		\$4,367.88	\$4,367.88	\$4,367.88	\$4,367.88	\$9,283.96	\$9,283.96	\$9,283.96	\$9,283.96	
Inversiones										
Nissan Leaf					-\$289,705.97					
BYD S2 ev		-\$119,600.00								
Electrobike Maker		-\$27,500.00								
Estaciones de carga		-\$43,678.75			-\$49,160.82					
Costo de Oportunidad		\$0.00								
Flujo de Caja		-\$190,778.75	-\$7,142.32	-\$9,000.06	-\$10,335.97	-\$350,404.00	-\$28,146.28	-\$31,996.54	-\$34,245.85	-\$36,351.25
Tasa de Descuento		6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN		-\$573,467.58								

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Anexo N.º 13. Flujo de caja. Compra de vehículos eléctricos según escenario 3 y sedán Hyundai Ioniq Electric.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en los Años 0 - 3 - 7 (Sedán: Ioniq)									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Gasto Consumo Energético									
Hyundai Ioniq Electric		-\$2,277.89	-\$2,346.22	-\$2,416.61	-\$2,489.11	-\$2,563.78	-\$2,640.70	-\$2,211.54	-\$2,801.52
					-\$2,489.11	-\$2,563.78	-\$2,640.70	-\$2,719.92	-\$2,801.52
									-\$2,801.52
BYD S2 ev		-\$2,530.99	-\$2,606.92	-\$2,685.12	-\$2,765.68	-\$2,848.65	-\$2,934.11	-\$2,457.27	-\$3,112.79
					-\$2,765.68	-\$2,848.65	-\$2,934.11	-\$3,022.13	-\$3,112.79
									\$0.00
Electrobike Maker		-\$110.33	-\$113.63	-\$117.04	-\$120.56	-\$124.17	-\$127.90	-\$107.11	-\$135.69
					-\$120.56	-\$124.17	-\$127.90	-\$131.73	-\$135.69
									-\$67.84
Gasto Mantenimiento									
Hyundai Ioniq Electric		-\$734.88	-\$884.90	-\$830.78	-\$938.79	-\$827.12	-\$995.96	-\$760.28	-\$1,056.61
					-\$803.03	-\$966.95	-\$907.81	-\$1,025.84	-\$903.82
									-\$903.82
BYD S2 ev		-\$824.00	-\$848.72	-\$874.18	-\$900.41	-\$927.42	-\$955.24	-\$800.00	-\$1,013.42
					-\$900.41	-\$927.42	-\$955.24	-\$983.90	-\$1,013.42
									\$0.00
Electrobike Maker		-\$148.32	-\$152.77	-\$157.35	-\$162.07	-\$166.94	-\$171.94	-\$144.00	-\$182.41
					-\$162.07	-\$166.94	-\$171.94	-\$177.10	-\$182.41
									-\$91.21
Gasto Marchamo									
Hyundai Ioniq Electric	\$0.00	-\$588.79	-\$988.33	-\$1,337.25	-\$1,642.30	-\$2,056.21	-\$2,117.89	-\$2,181.43	-\$2,181.43
				\$0.00	-\$643.39	-\$1,079.98	-\$1,461.25	-\$1,794.59	-\$1,794.59
									\$0.00
BYD S2 ev	\$0.00	-\$588.79	-\$988.33	-\$1,337.25	-\$1,642.30	-\$2,056.21	-\$2,117.89	-\$2,181.43	-\$2,181.43
				\$0.00	-\$643.39	-\$1,079.98	-\$1,461.25	-\$1,794.59	-\$1,794.59
									\$0.00
Electrobike Maker	\$0.00	-\$206.08	-\$345.92	-\$468.04	-\$574.81	-\$719.67	-\$741.26	-\$763.50	-\$763.50
				\$0.00	-\$225.19	-\$377.99	-\$511.44	-\$628.10	-\$628.10
									\$0.00
Depreciación Vehículos									
Hyundai Ioniq Electric		-\$7,780.00	-\$7,780.00	-\$7,780.00	-\$7,780.00	-\$7,780.00	-\$7,780.00	-\$7,780.00	-\$7,780.00
					-\$8,501.42	-\$8,501.42	-\$8,501.42	-\$8,501.42	-\$8,501.42
									-\$9,568.42
BYD S2 ev		-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00
					-\$6,534.51	-\$6,534.51	-\$6,534.51	-\$6,534.51	-\$6,534.51
									\$0.00
Electrobike Maker		-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00
					-\$1,202.00	-\$1,202.00	-\$1,202.00	-\$1,202.00	-\$1,202.00
									-\$676.43
Depreciación Estaciones		-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28
					-\$4,103.50	-\$4,103.50	-\$4,103.50	-\$4,103.50	-\$4,103.50
									\$0.00
UAI		-\$25,241.68	-\$26,952.10	-\$28,018.95	-\$56,716.70	-\$59,384.05	-\$61,890.28	-\$61,908.51	-\$78,861.65
Impuestos (0%)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta		-\$25,241.68	-\$26,952.10	-\$28,018.95	-\$56,716.70	-\$59,384.05	-\$61,890.28	-\$61,908.51	-\$78,861.65
Depreciación Vehículos									
Hyundai Ioniq Electric		\$7,780.00	\$7,780.00	\$7,780.00	\$7,780.00	\$7,780.00	\$7,780.00	\$7,780.00	\$7,780.00
					\$8,501.42	\$8,501.42	\$8,501.42	\$8,501.42	\$8,501.42
									\$9,568.42
BYD S2 ev		\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00
					\$6,534.51	\$6,534.51	\$6,534.51	\$6,534.51	\$6,534.51
									\$0.00
Electrobike Maker		\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00
					\$1,202.00	\$1,202.00	\$1,202.00	\$1,202.00	\$1,202.00
									\$676.43
Depreciación Estaciones		\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28
					\$4,103.50	\$4,103.50	\$4,103.50	\$4,103.50	\$4,103.50
									\$0.00
Inversiones									
Hyundai Ioniq Electric		-\$77,800.00		-\$85,014.16				-\$95,684.19	
BYD S2 ev		-\$59,800.00		-\$65,345.07				\$0.00	
Electrobike Maker		-\$11,000.00		-\$12,020.00				-\$6,764.31	
Estaciones de Carga		-\$37,552.80		-\$41,034.96				\$0.00	
Costo de Oportunidad		\$0.00							
Flujo de Caja		-\$186,152.80	-\$6,626.40	-\$8,336.82	-\$212,817.86	-\$17,760.00	-\$20,427.35	-\$22,933.58	-\$125,400.30
									-\$29,660.10
Tasa de Descuento		6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares							
VAN		-\$519,512.67							

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Anexo N.º 14. Flujo de caja. Compra de vehículos eléctricos según escenario 3 y sedán Nissan Leaf.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en los Años 0 - 3 - 7 (Sedán: Leaf)									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Gasto Consumo Energético									
Nissan Leaf		-\$3,777.01	-\$3,890.32	-\$4,007.03	-\$4,127.24	-\$4,251.06	-\$4,378.59	-\$3,667.00	-\$4,645.25
					-\$4,127.24	-\$4,251.06	-\$4,378.59	-\$4,509.95	-\$4,645.25
BYD S2 ev		-\$2,530.99	-\$2,606.92	-\$2,685.12	-\$2,765.68	-\$2,848.65	-\$2,934.11	-\$2,457.27	-\$3,112.79
					-\$2,765.68	-\$2,848.65	-\$2,934.11	-\$3,022.13	-\$3,112.79
Electrobike Maker		-\$110.33	-\$113.63	-\$117.04	-\$120.56	-\$124.17	-\$127.90	-\$107.11	-\$135.69
					-\$120.56	-\$124.17	-\$127.90	-\$131.73	-\$135.69
									-\$67.84
Gasto Mantenimiento									
Nissan Leaf		-\$820.45	-\$845.06	-\$870.41	-\$896.53	-\$923.42	-\$951.12	-\$796.55	-\$1,009.05
					-\$896.53	-\$923.42	-\$951.12	-\$979.66	-\$1,009.05
BYD S2 ev		-\$824.00	-\$848.72	-\$874.18	-\$900.41	-\$927.42	-\$955.24	-\$800.00	-\$1,013.42
					-\$900.41	-\$927.42	-\$955.24	-\$983.90	-\$1,013.42
Electrobike Maker		-\$148.32	-\$152.77	-\$157.35	-\$162.07	-\$166.94	-\$171.94	-\$144.00	-\$182.41
					-\$162.07	-\$166.94	-\$171.94	-\$177.10	-\$182.41
									-\$91.21
Gasto Marchamo									
Nissan Leaf	\$0.00	-\$588.79	-\$988.33	-\$1,337.25	-\$1,642.30	-\$2,056.21	-\$2,117.89	-\$2,117.89	-\$2,181.43
				\$0.00	-\$643.39	-\$1,079.98	-\$1,461.25	-\$1,794.59	-\$1,794.59
BYD S2 ev	\$0.00	-\$588.79	-\$988.33	-\$1,337.25	-\$1,642.30	-\$2,056.21	-\$2,117.89	-\$2,117.89	-\$2,181.43
				\$0.00	-\$643.39	-\$1,079.98	-\$1,461.25	-\$1,794.59	-\$1,794.59
Electrobike Maker	\$0.00	-\$206.08	-\$345.92	-\$468.04	-\$574.81	-\$719.67	-\$741.26	-\$741.26	-\$763.50
				\$0.00	-\$225.19	-\$377.99	-\$511.44	-\$511.44	-\$628.10
									\$0.00
Depreciación Vehículos									
Nissan Leaf	-\$8,580.00	-\$8,580.00	-\$8,580.00	-\$8,580.00	-\$8,580.00	-\$8,580.00	-\$8,580.00	-\$8,580.00	-\$8,580.00
					-\$9,375.60	-\$9,375.60	-\$9,375.60	-\$9,375.60	-\$9,375.60
BYD S2 ev	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00	-\$5,980.00
					-\$6,534.51	-\$6,534.51	-\$6,534.51	-\$6,534.51	-\$6,534.51
Electrobike Maker	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00	-\$1,100.00
					-\$1,202.00	-\$1,202.00	-\$1,202.00	-\$1,202.00	-\$1,202.00
									-\$676.43
Depreciación Estaciones	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28	-\$3,755.28
					-\$4,103.50	-\$4,103.50	-\$4,103.50	-\$4,103.50	-\$4,103.50
									\$0.00
UAI	-\$27,626.37	-\$29,256.37	-\$30,449.01	-\$61,718.39	-\$64,485.57	-\$67,038.73	-\$66,818.28	-\$67,213.84	-\$87,213.84
Impuestos (0%)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad Neta	-\$27,626.37	-\$29,256.37	-\$30,449.01	-\$61,718.39	-\$64,485.57	-\$67,038.73	-\$66,818.28	-\$67,213.84	-\$87,213.84
Depreciación Vehículos									
Nissan Leaf	\$8,580.00	\$8,580.00	\$8,580.00	\$8,580.00	\$8,580.00	\$8,580.00	\$8,580.00	\$8,580.00	\$8,580.00
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$9,375.60	\$9,375.60	\$9,375.60	\$9,375.60	\$9,375.60	\$9,375.60
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$10,552.32
BYD S2 ev	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00	\$5,980.00
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$6,534.51	\$6,534.51	\$6,534.51	\$6,534.51	\$6,534.51	\$6,534.51
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Electrobike Maker	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00	\$1,100.00
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,202.00	\$1,202.00	\$1,202.00	\$1,202.00	\$1,202.00	\$1,202.00
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$676.43
Depreciación Estaciones	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28	\$3,755.28
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$4,103.50	\$4,103.50	\$4,103.50	\$4,103.50	\$4,103.50	\$4,103.50
	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Inversiones									
Nissan Leaf	-\$85,800.00			-\$93,755.98				-\$105,523.18	
BYD S2 ev	-\$59,800.00			-\$65,345.07				\$0.00	
Electrobike Maker	-\$11,000.00			-\$12,020.00				-\$6,764.31	
Estaciones de Carga	-\$37,552.80			-\$41,034.96				\$0.00	
Costo de Oportunidad	\$0.00								
Flujo de Caja	-\$194,152.80	-\$8,211.09	-\$9,841.09	-\$223,189.73	-\$21,087.51	-\$23,854.68	-\$26,407.85	-\$138,474.88	-\$35,354.21

Tasa de Descuento 6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares
VAN -\$558,294.20

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Anexo N.º 15. Resumen de flujos de caja analizados.

Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos de Gasolina en el Año 0									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo de Caja	-\$153,969.38	-\$26,448.20	-\$37,170.49	-\$25,699.92	-\$39,525.36	-\$39,669.04	-\$40,821.63	-\$40,053.00	-\$42,864.31
Tasa de Descuento	6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN	-\$372,546.69								
Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos de Gasolina en los Años 0 y 4									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo de Caja	-\$78,851.25	-\$9,848.49	-\$16,081.42	-\$13,381.69	-\$101,344.34	-\$35,443.61	-\$40,928.61	-\$27,281.66	-\$43,397.73
Tasa de Descuento	6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN	-\$290,212.03								
Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos de Gasolina en los Años 0 - 3 - 7									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo de Caja	-\$63,559.88	-\$10,455.70	-\$14,754.06	-\$83,642.69	-\$27,071.69	-\$31,885.09	-\$31,707.03	-\$72,030.98	-\$41,033.52
Tasa de Descuento	6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN	-\$293,233.45								
Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en el Año 0 (Sedán: Ioniq)									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo de Caja	-\$380,500.00	-\$16,394.90	-\$20,729.80	-\$23,353.22	-\$26,178.78	-\$28,101.12	-\$31,518.49	-\$32,191.67	-\$33,437.96
Tasa de Descuento	6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN	-\$537,158.75								
Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en los Años 0 y 4 (Sedán: Ioniq)									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo de Caja	-\$190,778.75	-\$7,142.32	-\$9,000.06	-\$10,335.97	-\$323,391.79	-\$22,795.54	-\$26,917.35	-\$28,741.92	-\$30,962.74
Tasa de Descuento	6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN	-\$538,220.40								
Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en los Años 0 - 3 - 7 (Sedán: Ioniq)									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo de Caja	-\$186,152.80	-\$6,626.40	-\$8,336.82	-\$212,817.86	-\$17,760.00	-\$20,427.35	-\$22,933.58	-\$125,400.30	-\$29,660.10
Tasa de Descuento	6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN	-\$519,512.67								
Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en el Año 0 (Sedán: Leaf)									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo de Caja	-\$404,500.00	-\$21,148.97	-\$25,242.59	-\$28,243.39	-\$30,966.40	-\$33,451.87	-\$36,597.67	-\$37,695.60	-\$38,826.47
Tasa de Descuento	6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN	-\$591,604.48								
Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en los Años 0 y 4 (Sedán: Leaf)									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo de Caja	-\$190,778.75	-\$7,142.32	-\$9,000.06	-\$10,335.97	-\$350,404.00	-\$28,146.28	-\$31,996.54	-\$34,245.85	-\$36,351.25
Tasa de Descuento	6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN	-\$573,467.58								
Flujo de Caja Proyectado para Compra de Vehículos Eléctricos en los Años 0 - 3 - 7 (Sedán: Leaf)									
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo de Caja	-\$194,152.80	-\$8,211.09	-\$9,841.09	-\$223,189.73	-\$21,087.51	-\$23,854.68	-\$26,407.85	-\$138,474.88	-\$36,354.21
Tasa de Descuento	6.46% CDP BCCR a 8 años Dólares								
VAN	-\$558,294.20								

Fuente: Elaboración propia, 2020.