



**FACULTAD DE POSTGRADO  
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**ANÁLISIS DE ESCENARIOS DE USO DE COMBUSTIBLES  
FÓSILES VERSUS EL USO DE BIOCOMBUSTIBLES EN LA  
FLOTA DE TRANSPORTE ESTATAL DE HONDURAS**

**SUSTENTADO POR:**

**FABIOLA SOTO LEIVA  
KELLY OSIRIS ROMERO BELLORIN**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE**

**MÁSTER EN  
GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES**

**TEGUCIGALPA, M.D.C., HONDURAS, C.A.**

**DICIEMBRE, 2017**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON ANTONIO BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO**

**JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA**

**ANÁLISIS DE ESCENARIOS DE USO DE COMBUSTIBLES  
FÓSILES VERSUS EL USO DE BIOCOMBUSTIBLES EN LA  
FLOTA DE TRANSPORTE ESTATAL DE HONDURAS**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN**

**GESTION DE ENERGÍAS RENOVABLES**

**ASESOR METODOLÓGICO  
JORGE NÚÑEZ PAGOAGA**



**FACULTAD DE POSTGRADO**

# **ANÁLISIS DE ESCENARIOS DE USO DE COMBUSTIBLES FÓSILES VERSUS EL USO DE BIOCOMBUSTIBLES EN LA FLOTA DE TRANSPORTE ESTATAL DE HONDURAS**

**Fabiola Soto Leiva  
Kelly Osiris Romero Bellorin**

## **Resumen**

La presente investigación es sobre el análisis de escenarios de uso de combustibles fósiles versus el uso de biocombustibles en la flota vehicular estatal de Honduras al año 2035, tomando como base el año 2016. El objetivo principal es determinar el impacto tanto financiero como ambiental que ocasiona el consumo de combustibles, esto con el propósito de proponer la implementación de una política energética orientada a la penetración paulatina de biocombustibles (etanol y biodiésel) a partir del 2020 hasta llegar a una mezcla del 20% al 2035, para lo cual se definen dos escenarios, uno tendencial y otro alternativo. Las herramientas utilizadas fueron LEAP (Long-range Energy Alternative Planning System), software que permite diseñar políticas energéticas de largo plazo y Microsoft Excel para complementar los análisis financieros y análisis de sensibilidad, el cual muestra que la implementación de la política energética se vuelve factible dependiendo de los precios de los combustibles fósiles. Sin embargo, independientemente del impacto financiero, la implementación de la política propuesta contribuye con la disminución de 363.70 toneladas métricas en emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente de CO<sub>2</sub> que representa el 99% del total de las emisiones generadas.

**Palabras claves: (escenarios, biocombustibles, flota vehicular estatal, impacto ambiental)**



**GRADUATE SCHOOL**

**SCENARIOS ANALYSIS OF FOSSIL FUEL USE VERSUS THE  
USE OF BIOFUELS IN THE HONDURAS STATE  
TRANSPORTATION FLEET**

**Fabiola Soto Leiva  
Kelly Osiris Romero Bellorin**

**Abstract**

The present investigation is about the analysis of scenarios of fossil fuel use versus the use of biofuels in the Honduran state vehicle fleet by 2035, based on the year 2016. The main objective is to determine the financial and environmental impact that the consumption of fuels causes, this with the purpose of proposing the implementation of an energy policy aimed to promote the gradual penetration of biofuels (ethanol and biodiesel) starting on 2020 until reaching a mix of 20% on 2035, for which, there are two defined scenarios, one trend and another alternative. The tools used were LEAP (Long-range Energy Alternative Planning System), software that allows the design of long-term energy policies and Microsoft Excel to complement the financial analysis and sensitivity analysis, which shows that the implementation of the energy policy becomes feasible depending on the prices of fossil fuels. However, regardless of the financial impact, the implementation of the proposed policy contributes to a reduction of 363.70 metric tons in greenhouse gas emissions, especially CO<sub>2</sub>, which represents 99% of the total emissions generated.

**Key words: (scenarios, biofuels, state transportation fleet, environmental impact)**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta Tesis en primer lugar a Dios por llenar nuestras vidas de bendiciones y la fortaleza requerida para finalizar esta etapa de gran importancia en nuestra formación profesional.

A nuestras familias por habernos apoyado incondicionalmente durante toda la Maestría.

A nuestros colegas por las experiencias y momentos vividos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios en primer lugar por habernos permitido culminar con éxito esta etapa profesional.

A nuestras familias por creer en nosotros.

Al Ingeniero Jorge Núñez por habernos guiado y asesorado durante el desarrollo del presente proyecto.

A todos los maestros que nos impartieron clases durante toda la Maestría de Gestión de Proyectos de Energía Renovable pues nos transmitieron los conocimientos para desarrollar el presente trabajo de investigación.

A todas las instituciones públicas por habernos brindado la información necesaria para llevar a cabo el presente trabajo de tesis.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1    Introducción .....	1
1.2    Antecedentes del Problema .....	2
1.2.1 Panorama Mundial .....	2
1.2.2 Panorama Nacional.....	2
1.3    Definición del Problema.....	5
1.4    Objetivos del Proyecto .....	6
1.4.1 Objetivo General .....	6
1.4.2    Objetivos Específicos.....	6
1.4.1    Preguntas de Investigación .....	6
1.5 Justificación.....	7
1.5.1 Viabilidad.....	8
1.5.2 Evaluación de deficiencias en el conocimiento del problema.....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1 Análisis de la situación actual .....	8
2.1.1 Entorno Socioeconómico .....	8
2.1.3 Entorno Ambiental .....	11
2.1.3.1 Contaminación Atmosférica .....	11
2.1.3.2 Impacto Ambiental.....	12
2.1.3.3 Emisiones Contaminantes .....	13
2.1.3 Contexto .....	17
2.1.3.1 Área de Estudio.....	17
2.1.3.2 Biocombustibles.....	18
2.1.3.2 Combustibles Fósiles .....	19
2.1.3.2 Demanda de combustibles fósiles.....	20



2.1.4 Escenarios de éxito en la implementación de Combustibles Alternativos .....	24
2.1.4.1 Brasil .....	24
2.1.4.2 Argentina.....	25
2.2 Teoría de sustento.....	26
2.2.1 Análisis de las metodologías .....	26
2.3 Conceptualización .....	27
2.4 Instrumentos utilizados .....	29
2.4.1 Long-range Energy Alternative Planning System (LEAP) .....	29
2.5 Marco Legal .....	31
2.5.1 Ley de Transporte Terrestre .....	31
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	34
3.1 Población.....	34
3.2 Muestra.....	34
3.3 Técnicas e Instrumentos aplicados.....	35
3.3.1. Técnicas.....	35
3.3.2. Instrumentos .....	39
3.3.2.1. Variables de análisis .....	41
3.4 Posibles Mezclas .....	44
3.4.1 Barreras de entrada.....	45
3.4.2 Oportunidades .....	47
3.4.4 Ventajas .....	49
3.1.4 Medidas para la implementación de la utilización de mezclas .....	50
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANALISIS.....	51
4.1 Definición del año base.....	51
4.2 Actualización de base de datos con información económica y estadística .....	52
4.3 Formulación de los dos escenarios evaluados: tendencial y alternativo .....	52
4.4 Modelación de la Demanda.....	53
4.5 Definición de la estructuración de datos .....	54
4.6 Resultados .....	55
4.6.1 Evolución del parque vehicular .....	56
4.6.2 Parque Vehicular Estatal .....	56

4.6.3 Desglose de la Flota Vehicular Estatal.....	58
4.6.3.1 Combustible utilizado por la flota vehicular estatal .....	58
4.6.3.2 Tipo de combustible por tipo de vehículo escenario base .....	59
4.6.5 Política de Transporte.....	63
4.6.6 Demanda final de Energía .....	65
4.6.7 Análisis Económico.....	70
4.6.7.1 Estimación del Consumo .....	72
4.6.7.2 Estimación del Gasto .....	73
4.6.7.3 Importaciones de Combustibles (millones de barriles).....	74
4.6.7.3.1 Importación de Combustibles .....	75
4.6.7.3.4 Estimación del Costo: .....	76
4.6.7.5 Impacto dentro del Presupuesto General de la República.....	77
4.6.7.6 Análisis de Sensibilidad.....	78
Análisis de Sensibilidad: Caso Base .....	79
Análisis de Sensibilidad: Precios Altos .....	80
4.6.8 Análisis Ambiental.....	81
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>89</b>
5.1 Conclusiones .....	89
5.2 Recomendaciones.....	92
<b>SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....</b>	<b>93</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>100</b>
ANEXO A. Datos de Entrada .....	100
ANEXO B. Datos económicos.....	105
ANEXO C. Datos de consumo energético e impacto ambiental.....	109
ANEXO D. Formatos .....	111

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parque Vehicular en Honduras.....	4
Tabla 2 Parque Vehicular Estatal.....	5
Tabla 3 Crecimiento PIB real 2010-2016 (Precios constantes año 2000) .....	9
Tabla 4 Crecimiento del PIB per Cápita 2010-2016.....	10
Tabla 5 Estimaciones de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos generados por el Transporte Motorizado en Tegucigalpa para el año 2006, Ton/año. ....	13
Tabla 6 Importaciones de combustibles en volumen en millones de barriles.....	16
Tabla 7 Importaciones de combustibles en volumen (millones de barriles).....	16
Tabla 8 Presupuesto de la República según liquidación presupuestaria 2016.....	18
Tabla 9 Consumo Mundial de Petróleo .....	21
Tabla 10. Importaciones de combustibles en volumen (millones de barriles).....	22
Tabla 11. Importaciones CIF de combustibles en millones de dólares.....	23
Tabla 12 Precio promedio de los combustibles US\$/Barril.....	23
Tabla 13 Importaciones de Combustibles Fósiles del 2011 al 2016.....	24
Tabla 14. Vehículos correspondientes a las instituciones con mayor porcentaje de vehículos....	36
Tabla 15 Tipo de vehículo utilizado en la flota vehicular estatal. ....	37
Tabla 16 Presupuesto de Ingresos y Egresos del Estado .....	38
Tabla 17 Gasto en Energía y Combustible .....	38
Tabla 18 Gasto en combustibles fósiles para la muestra analizada con respecto al presupuesto general de egresos 2016.....	39
Tabla 19 Variables a analizar en los escenarios propuestos. ....	42
Tabla 20 Posibles escenarios de precio por barril para los distintos escenarios.....	44
Tabla 21 Tipos de Mezclas de biocombustibles .....	44
Tabla 22 Precios (gal) estimados de diésel, biodiésel y las mezclas consideradas.....	48
Tabla 23 Costos (gal) estimados de Gasolina y Etanol.....	49
Tabla 24 Política de Transporte .....	63
Tabla 25 Uso de combustibles por tipo (Escenario Tendencial y Alternativo).....	64
Tabla 26 Consumo de combustible por tipo de vehículo (gal).....	66
Tabla 27 Consumo en Giga Joule por tipo de vehículo y motor. ....	66
Tabla 28 PIB (Precios constantes año 2000) .....	71

Tabla 29 Estimación de nueva tasa de referencia al año 2020. ....	71
Tabla 30 Año Base (2016). ....	72
Tabla 31 Requerimientos adicionales de combustible (gal) .....	73
Tabla 32 Estimación del consumo al 2035 .....	73
Tabla 33 Estimación del Gasto por compra de los diferentes tipos de combustibles al 2035. ....	74
Tabla 34 Importaciones de combustibles (millones de barriles) al 2035.....	75
Tabla 35 Estimación del costo al 2035. ....	76
Tabla 36 Resumen: Análisis de Escenarios al año 2035.....	77
Tabla 37 Impacto dentro del presupuesto General de la República.....	77
Tabla 38 Erogación por concepto de costos y gastos por compra de combustible al 2035 .....	78
Tabla 39 Costo Barril de combustible .....	78
Tabla 40 Precios por galón proyectado al 2035.....	79
Tabla 41 Análisis de Sensibilidad al año 2035 – Caso Base .....	79
Tabla 42 Análisis de Sensibilidad al año 2035 – Caso Precios Altos.....	80
Tabla 43 Análisis de Sensibilidad - Caso Precios Altos 2025 .....	81
Tabla 44 Emisiones Generadas en toneladas métricas de CO <sub>2</sub> equivalente al 2035 (Ambos Escenarios).....	81
Tabla 45 Reducción porcentual de emisiones según tipo de combustible.....	86
Tabla 46 Total Emisiones Generadas (Toneladas Métricas de CO <sub>2</sub> equivalente).....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Demanda de derivados del petróleo por sector.....	4
Figura 2 Distribución de la población por área. 2015-2016 .....	9
Figura 3 Crecimiento del PIB 2010-2016.....	10
Figura 4 Crecimiento PIB Per Cápita 2010-2016.....	11
Figura 5 Evolución del Parque Vehicular en Honduras 2011-2016. ....	15
Figura 6 Matriz Energética Mundial 2013.....	20
Figura 7 Participación dentro de las importaciones por tipo de combustible. 2015-2016.....	22
Figura 8 Tipo de combustible utilizado en la flota vehicular estatal. ....	37
Figura 9 Ingresos Vs. Egresos .....	38
Figura 10 Interfaz de LEAP con los supuestos establecidos .....	41
Figura 11 Proyecciones de Precio por barril y Producción en millones de barriles de petróleo del mercado internacional.....	43
Figura 12 Precio Histórico del barril de crudo. 2011-2017 .....	45
Figura 13 Precio del barril de petróleo 9 de septiembre de 2017. ....	46
Figura 14 Precios del Diésel por litro de junio a septiembre de 2017 .....	48
Figura 15 Precios de la gasolina por litro de junio a septiembre de 2017 .....	49
Figura 16 Definición de parámetros iniciales en LEAP .....	51
Figura 17 Estructuración de escenarios en LEAP.....	53
Figura 18 Registro del consumo de combustible clasificado por tipo de vehículo y tipo de combustible utilizado en LEAP .....	54
Figura 19 Diseño de estructura de LEAP .....	55
Figura 20 Evolución del parque vehicular, ambos escenarios.....	56
Figura 21 Evolución del parque vehicular nacional vs. Parque vehicular estatal.....	57
Figura 22 Desglose de Flota Vehicular Estatal.....	58
Figura 23 Tipo de combustible utilizado por la flota vehicular estatal.....	59
Figura 24 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Pick Up y Motocicletas).....	59
Figura 25 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Camionetas y Camiones).....	60
Figura 26 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Microbús y Ambulancia).....	60
Figura 27 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Turismo y Autobús) .....	61
Figura 28 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Volqueta y Cuatrimoto).....	61

Figura 29 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Tractor Agrícola y Furgoneta) .....	62
Figura 30 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Otros y Trimoto) .....	62
Figura 31 Penetración de Biocombustibles.....	63
Figura 32 Penetración de Biocombustibles según participación .....	64
Figura 33 Demanda de Energía por tipo de vehículo - Escenario Tendencial.....	67
Figura 34 Demanda de Energía por tipo de vehículo – Escenario Alternativo .....	67
Figura 35 Demanda final de Energía - Escenario Tendencial .....	68
Figura 36 Demanda final de Energía - Escenario Alternativo.....	68
Figura 37 Demanda final de energía por tipo de combustible: Diésel.....	69
Figura 38 Demanda final de energía por tipo de combustible: Gasolina.....	70
Figura 39 Importación de combustibles.....	75
Figura 40 Emisiones Generadas - Todos los combustibles (ambos escenarios).....	82
Figura 41 Emisiones generadas por combustibles – Comparativo año base vs. Año 2035 (Ambos Escenarios).....	83
Figura 42 Emisiones Generadas por Diésel (Ambos los Escenarios).....	84
Figura 43 Emisiones Generadas por la Gasolina (Ambos los Escenarios).....	84
Figura 44 Emisiones generadas por tipo de vehículo (Escenario Tendencial).....	85
Figura 45 Emisiones Generadas por tipo de vehículo (Escenario Alternativo 2035).....	86
Figura 46 Tipo de Emisiones - Comparativo entre ambos escenarios.....	87

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Introducción**

El objetivo fundamental de este estudio es el de realizar un análisis de escenarios entre el uso de combustibles fósiles versus el uso de combustibles alternativos en la flota vehicular estatal, con el propósito de cuantificar impactos tanto económicos como ambientales.

Considerando que el transporte es una actividad de gran relevancia en Honduras, no solo por su papel dentro de la actividad económica, sino por la participación en cuanto al consumo de combustibles fósiles mostrando un crecimiento año con año, que ha conllevado a que el país deba importar mayores volúmenes de combustibles, que de manera simultánea también implica mayores emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente el dióxido de carbono. En el caso del Estado de Honduras, donde se centra el tema de estudio, y como ente encargado de promover y aprobar las políticas de ahorro, eficiencia y mitigación de impactos ambientales, es imperante que sea el mismo Estado el que analice alternativas en el uso de biocombustibles de su flota vehicular.

Para llevar a cabo la investigación se hará uso de la metodología de LEAP (Long-range Energy Alternative Planning System), un software que permite a partir del análisis de datos históricos a través de supuestos, la creación de escenarios para planificación energética alternativa en un horizonte de tiempo de diecinueve (19) años. LEAP es un programa utilizado para el análisis de la política energética y evaluación de mitigación del cambio climático.

El estudio se sustenta dentro del marco legal vigente en el país, en el análisis de información histórica, en información obtenida de las fuentes estatales disponibles y del análisis propio en base a la información analizada.

Los resultados obtenidos del análisis de los escenarios muestran que la implementación de la política energética consistente en la penetración de biocombustibles a partir del 2020 hasta

alcanzar una mezcla del 20% en el 2035 muestran que, desde la perspectiva financiera, esta será factible dependiendo de los precios de los combustibles fósiles. Desde la perspectiva ambiental, el estudio muestra que se disminuiría la generación de emisiones de gases de efecto invernadero, en especial de dióxido de carbono, que es el mayor contaminante.

## **1.2 Antecedentes del Problema**

### **1.2.1 Panorama Mundial**

Según el informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) del año 2017, a nivel mundial, el transporte es el sector que mayor consume energía, representando en el 2011 un 27% del balance energético mundial, y ha ido en crecimiento a lo largo del tiempo. Este sector, en 2013, consumió el 63.8% del total del petróleo. La producción mundial de petróleo experimentó un incremento del 1.04% anual durante cuatro años, al pasar de 82,050 miles de barriles diarios en el 2009 a 87,300 miles de barriles diarios en 2013. El crecimiento en el sector del transporte conlleva directamente a un mayor consumo de combustibles fósiles, que a su vez trae como consecuencia mayores emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Como resultado de esto, las emisiones se han incrementado en un promedio anual de 1.6%. Del total de emisiones de CO<sub>2</sub> generadas al 2015 mundialmente, el 23% son a consecuencia del sector transporte, de los que Honduras participó con la generación del 0.02% del total de esas emisiones (CEPAL, 2017).

### **1.2.2 Panorama Nacional**

Honduras, según su matriz energética, dependía hasta el año 2011 en 43.4% del uso de la leña y el 41.2% de combustibles fósiles, siendo el sector transporte, para el 2014, el sector que consumía el 43.6% de los combustibles fósiles como fuente de energía (INE, El parque vehicular en Honduras 2011-2015, 2015). El consumo de hidrocarburos para el sector transporte ha tenido un crecimiento anual del 2.93% en el periodo comprendido entre 2005 – 2011 (OLADE, Organización Latinoamericana de Energía, 2014).

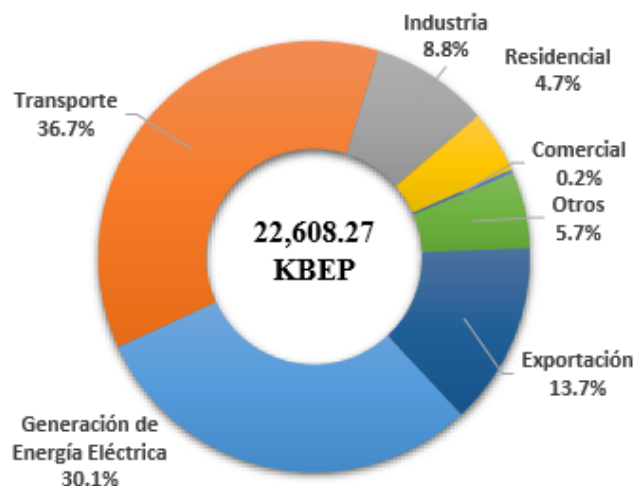


Como se ha mencionado anteriormente, el uso de hidrocarburos contribuye a la generación de emisiones de CO<sub>2</sub>, de los que Honduras contribuye en 0.02% de las emisiones mundiales, de las cuales el 50% son provenientes de los combustibles utilizados en el sector transporte, que equivalen a 2,100 Gg de CO<sub>2</sub> por año (CEPAL, 2017).

Según el Balance Energético Nacional de 2014, el 36.7% de la demanda de derivados del petróleo corresponde al sector transporte, siendo éste el de mayor demanda, seguido por la energía eléctrica con 30.1% (ver Figura 5). Por otro lado, según el último inventario de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero (GEI) de Honduras de 2005, el sector transporte terrestre fue responsable de la emisión del 63.2% del total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Flores, W., 2005).

El rubro económico del transporte es el que mayor demanda de energía presenta en el país, distribuyéndose el 50.2% de este para vehículos de ciclo diésel, el 43.7% para vehículos gasolina y el resto para camiones y embarcaciones, siendo Honduras un importador neto de combustibles derivados del petróleo, principalmente de Estados Unidos de América (48.8%), Ecuador (13.1%) y Venezuela (13.1%) (CEPAL, 2008). Sin embargo, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en el 2015, el 68% del parque vehicular utiliza gasolina y 14.5% utiliza diésel.

De acuerdo con lo anterior, se puede establecer una clara dependencia de importaciones de combustible fósil y siendo Honduras un país eminentemente de vocación forestal, se presenta la oportunidad de abastecer su demanda interna de combustibles mediante una política de largo plazo que implique la producción y uso de biocombustibles, los cuales permitirían independizarse así sea parcialmente de los combustibles fósiles importados (Flores W., 2016).



**Figura 1 Demanda de derivados del petróleo por sector.**

Fuente: Balance Energético Nacional (2014).

De acuerdo a cifras publicadas por el INE, para el 2015, el parque vehicular en Honduras era de 1,416,678, mostrando un crecimiento anual de 6.45% entre 2011 y 2015 pasando de 1,103,191 a 1,416,678. De este total, el 67.97% utiliza gasolina y el 14.46% diésel y el restante aún no definido. Por otro lado, el consumo de gasolina en el parque vehicular ha tenido un crecimiento anual de 9.35% entre 2012 y 2015, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1 Parque Vehicular en Honduras.**

Parque Vehicular en Honduras					
Tipo de combustible	2012	2013	2014	2015	Variación
Gasolina	736,338	803,188	913,420	962,892	9.35%
Diésel	183,390	171,822	197,530	204,819	3.75%
No definido	299,798	375,122	249,300	248,967	-6.01%
<b>Total Combustibles</b>	<b>1,219,526</b>	<b>1,350,132</b>	<b>1,360,250</b>	<b>1,416,678</b>	<b>5.12%</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE (2015).

Según datos de la Dirección Nacional de Bienes del Estado al 2017, el Gobierno Central administra 12,476 unidades de transporte. De acuerdo a datos estadísticos según el INE, en el 2012 la flota vehicular estatal era de 12,902 vehículos reflejando un incremento anual al 2015 de 2.33%

y una disminución al 2016 en aproximadamente 2.07%<sup>1</sup>, según se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2 Parque Vehicular Estatal**

	2012	2013	2014	2015	2016	2017 /p
Moto Nacional	3807	4200	4121	4,293	3,648	3,913
Vehículo Nacional	9,095	9803	9,748	9,853	8,217	8,563
Total	12,902	14,003	13,869	14,146	11,865	12,476
% del total Nacional	1.06%	1.04%	1.02%	1.00%	0.75%	
Crecimiento anual				<b>2.33%</b>	<b>-2.07%</b>	<b>-0.67%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2015) y BCH (2016).

Según datos obtenidos, de manera preliminar para el año 2017, la flota vehicular estatal muestra una tendencia en disminución en 0.67% entre 2012 al 2017.

### 1.3 Definición del Problema

Habiendo establecido que el transporte consume el 43.6% de los combustibles fósiles en Honduras, y que al 2015 aproximadamente según datos del INE, 14,146 vehículos, casi el 1% del parque vehicular nacional corresponde a la flota vehicular estatal. Al 2016, según Dirección Nacional de Bienes del Estado conocida también como Bienes Nacionales esta se compone de 11,865 vehículos, de los cuales aproximadamente el 80% se distribuyen en: vehículos tipo pick up el 47.71%, motocicletas el 31.36% y el restante entre camionetas, buses y otros, todos ellos a su vez se encuentran distribuidos en 88 instituciones públicas, que tienen un consumo promedio anual estimado de 2,829,204 galones de combustible, correspondientes el 37.87% a gasolina, 61.70% diésel, 0.02% gas LPG<sup>2</sup> y el 0.40% a otros, según datos proporcionados por Bienes Nacionales, cuyo consumo representa un gasto anual promedio de L 286.637 millones según análisis de información obtenida del estudio de varios informes de Secretaria de Finanzas y el Portal Único de Transparencia, demostrando que representa el 0.12% del Presupuesto General de

<sup>1</sup>  $Ag = (ET1/ET0)^{1/(T1-T0)} - 1$ . Donde ET1=Demanda en el período T1, ET0=Demanda en periodo T0, Ag=Tasa de crecimiento anual

<sup>2</sup> LPG: Liquefied Petroleum Gas

la Republica de Honduras, ocasionando una serie de externalidades tales como la contaminación del aire lo que a su vez conlleva a problemas de salud, sobre todo respiratorias, contaminación de los bosques y ríos, entre otros. Con lo anteriormente planteado surge la interrogante: ¿Cuál es el impacto que podría generar en las finanzas del estado y en el ambiente el uso de combustibles alternativos en la flota vehicular estatal de Honduras?

## **1.4 Objetivos del Proyecto**

### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar el impacto económico y ambiental causado por el uso de combustible fósil en la flota vehicular estatal comparada con el uso de biocombustibles de acuerdo con lo establecido, en cuanto a las mezclas, en el decreto 295-2013, reforma a la ley de biocombustibles de Honduras.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

Para poder alcanzar el objetivo general planteado, es necesario establecer objetivos específicos que permitan determinar ¿Qué se debe hacer? ¿Cómo se debe hacer? y ¿Para qué? En base a lo anterior se establecen los siguientes objetivos:

1. Cuantificar el consumo actual de combustible fósil en la flota vehicular estatal, en volumen y costos, clasificándolo por institución pública.
2. Determinar el impacto del consumo actual y proyectado dentro del Presupuesto General de la República, debido al uso de combustibles fósiles versus el uso de biocombustibles.
3. Analizar el crecimiento de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debido al uso de combustibles fósiles en la flota estatal versus el uso de biocombustibles realizando un análisis comparativo de escenarios.

### **1.4.1 Preguntas de Investigación**

Una vez definidos de manera concreta los objetivos específicos se plantean preguntas de

investigación que ayuden a cumplir con estos, dichas preguntas pretenden resumir de qué se trata la investigación además de delimitarla y sugerir las actividades pertinentes para obtener los resultados deseados (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010).

- ¿Cuáles son las instituciones estatales que compondrán la muestra?
- ¿Cuál es el total de vehículos pertenecientes por institución?
- ¿Cuáles características físicas (tipo) tienen los vehículos que componen su flota?
- ¿Qué tipo de combustible utilizan?
- ¿Cuál es el consumo promedio de los vehículos?
- ¿Cuál es el gasto generado por la compra de combustible?
- ¿Qué opciones alternativas de combustible podrían ser implementadas?
- ¿Cuál es el impacto ambiental generado por el uso de combustibles fósiles en la flota vehicular estatal en Honduras?

### **1.5 Justificación**

Considerando que el sector transporte consume el 43.6% de combustibles fósiles (INE, 2015), y debido a la falta de inversión y políticas claramente definidas que regulen este sector, existe la necesidad imperativa de realizar una investigación que contemple los impactos no solo económicos sino ambientales que conlleva el consumo de combustibles fósiles, en este caso limitándolo a la flota vehicular estatal como muestra de estudio y que de acuerdo a los resultados obtenidos al final de la investigación podrían ser replicados en las demás áreas del sector transporte.

Se determinó delimitar la investigación al estado pues son los encargados de generar políticas energéticas encaminadas al mejoramiento de las condiciones económicas, sociales y ambientales de la sociedad.

### **1.5.1 Viabilidad**

El presente trabajo de investigación toma lugar en Tegucigalpa, Distrito Central, por lo que el acceso físico a las instituciones a analizar no representa un obstáculo. De igual manera, tomando en cuenta que la información requerida para desarrollar la investigación proviene en su mayoría de fuentes de carácter público, la disponibilidad de la misma debería ser expedita.

### **1.5.2 Evaluación de deficiencias en el conocimiento del problema**

Considerando que históricamente no ha existido una cultura de publicación de información de carácter público debido al hermetismo de las mismas instituciones, sumado a aspectos políticos, y falta de la documentación y registro, disponer de la información podría ser una limitante.

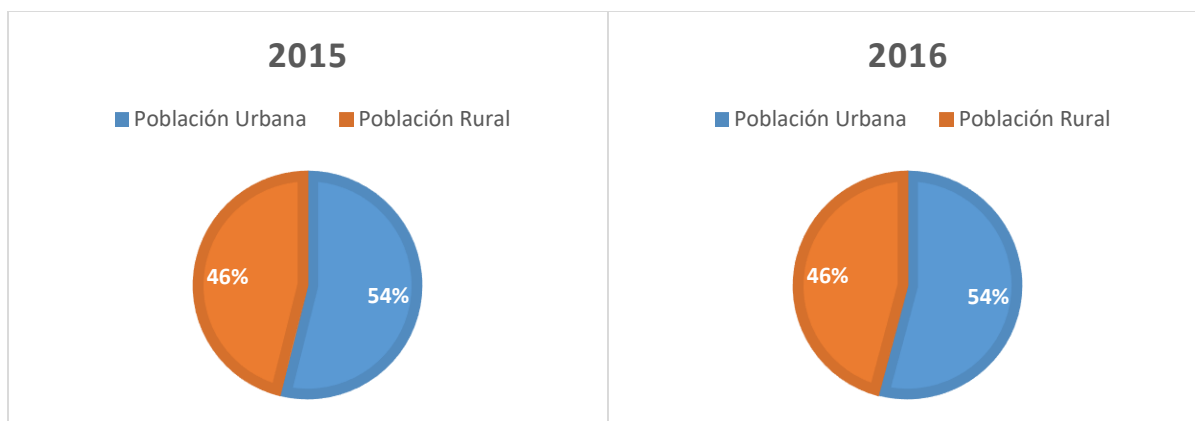
## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Análisis de la situación actual**

#### **2.1.1 Entorno Socioeconómico**

La extensión territorial de Honduras es de 112,492 km<sup>2</sup> y su población total para el año 2016 era de 8,721,000 personas con un incremento poblacional entre los años 2014 y 2016 de 1.7% y una densidad poblacional de 77.5 habitantes por km<sup>2</sup> (BCH, 2016).

El total de la población al año 2015 era de 8,576,500 habitantes, distribuidos el 54% en el área urbana y el 46% en el área rural, para el año 2016 se seguía manteniendo el mismo porcentaje de la población en las áreas rural y urbana que el año anterior como se muestra en la Figura 2 (BCH, 2016).



**Figura 2 Distribución de la población por área. 2015-2016**

Fuente: Elaboración propia con datos de BCH (2016).

La tasa de crecimiento poblacional promedio anual urbana es de aproximadamente 2.14%, en tanto que la tasa de crecimiento promedio anual del área rural es de 1.18% (BCH 2016). El rápido crecimiento poblacional ha significado un creciente número de usuarios de los recursos naturales actuales, lo que a su vez genera implicaciones ambientales negativas y una mayor necesidad de nuevas fuentes de ingreso para sostener a esta población.

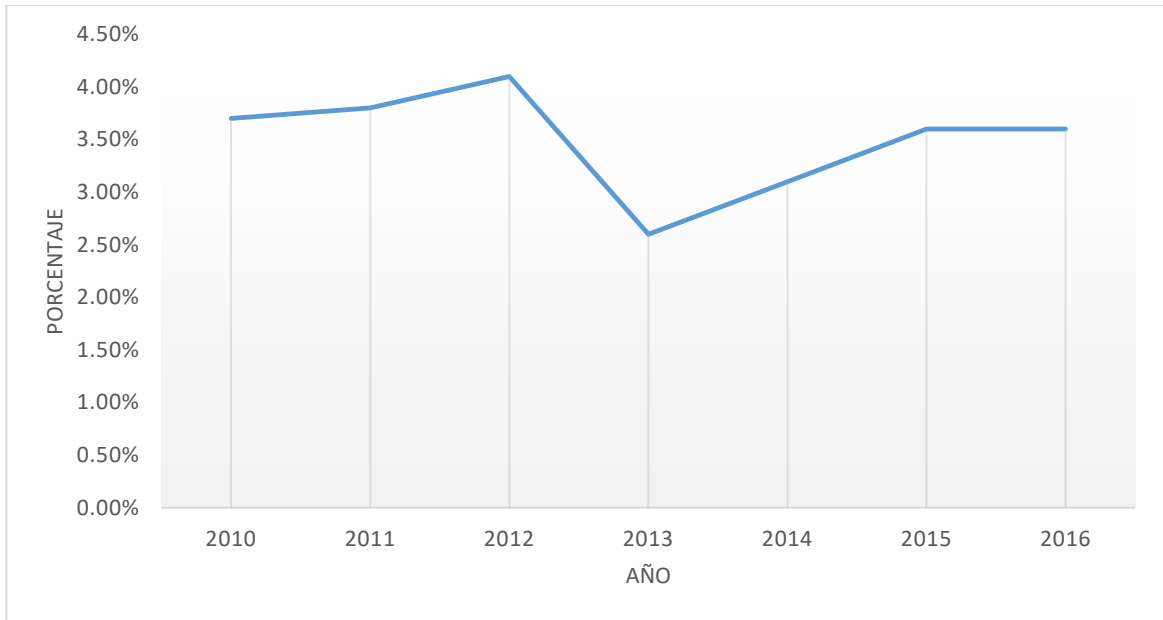
### 2.1.2 Contexto Económico

Durante los últimos siete años, el crecimiento económico de acuerdo al INE con cifras oficiales de BCH, ha mostrado un crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) anual de 3.51% como se muestra a continuación en la Tabla 3 y la Figura 3.

**Tabla 3 Crecimiento PIB real 2010-2016 (Precios constantes año 2000)**

Año	Millones L	% Crecimiento
2010	159,828.00	
2011	165,958.30	3.8
2012	172,810.30	4.1
2013	177,634.30	2.8
2014	183,067.00	3.1
2015	189,731.00	3.6
2016	196,580.00	3.6
<b>Crecimiento anual</b>	<b>3.51%</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2016).



**Figura 3 Crecimiento del PIB 2010-2016**

Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2016).

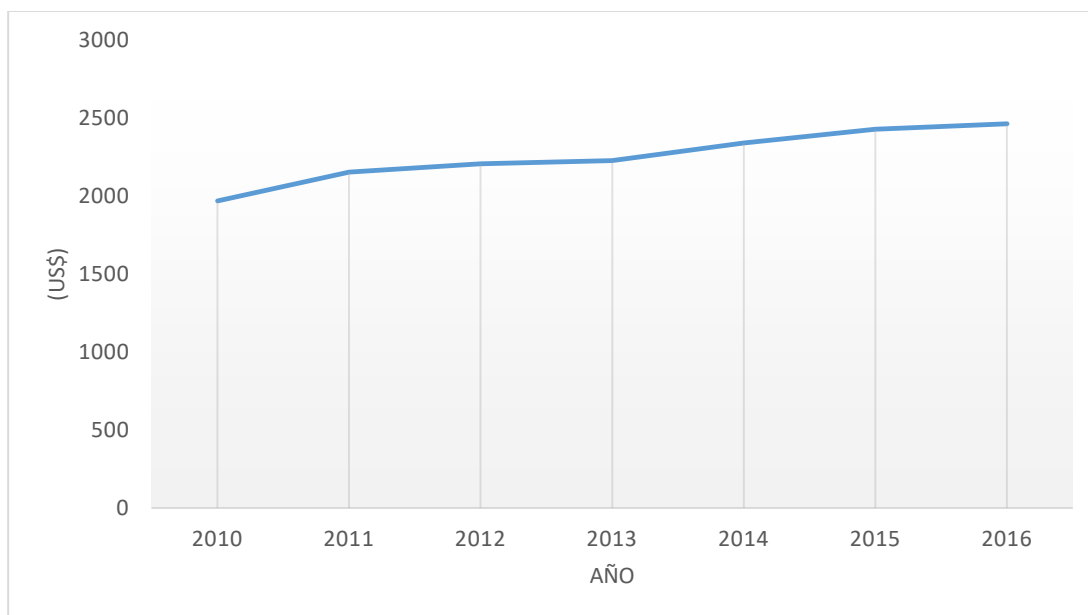
Según la revisión del Programa Monetario 2017-2018 elaborado por el Banco Central de Honduras, se prevé un crecimiento económico entre el 3.7% y 4.1%, impulsado por las diferentes actividades industriales, manufactureras, ganadería, agricultura y financiera. En cuanto a la evolución del PIB per cápita este ha tenido un crecimiento anual del 3.82% entre 2010 y 2016, como se muestra a continuación en la Tabla 4 y la Figura 4.

**Tabla 4 Crecimiento del PIB per Cápita 2010-2016.**

Año	PIB Per Cápita (US\$)
2010	1,969.00
2011	2,155.00
2012	2,208.00
2013	2,228.00
2014	2,342.00
2015	2,429.00
2016	2,465.00
<b>Crecimiento anual</b>	<b>3.82%</b>

Fuente: (INE, 2016).





**Figura 4 Crecimiento PIB Per Cápita 2010-2016**

Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2016).

## **2.1.3 Entorno Ambiental**

### **2.1.3.1 Contaminación Atmosférica**

La contaminación atmosférica se define como existencia de agentes diferentes a los que naturalmente existen en el aire y por ende, pueden implicar riesgo para la salud de las personas, los ecosistemas y los bienes existentes (Fletes W., 2016).

Según el Instituto Nacional de Ecología de México, citado por Fletes (2016), existen diversas fuentes de contaminación atmosférica, las cuales se clasifican en:

- A. **Fuentes naturales:** aquellas que no provienen de las actividades humanas; conformadas por fuentes biogénicas o geogénicas. Incluyen COV's (bosques y cultivos) y NOx (del suelo).
- B. **Fuentes de área:** incluyen gran cantidad de fuentes y dispersas en zonas geoespaciales definidas; por ejemplo: incendios, gasolineras, ladrilleras, asfaltado, construcción, rellenos

sanitarios, actividades agrícolas, fuentes móviles como aeronaves, locomotoras y barcos, entre otras.

C. **Fuentes fijas:** industrias de manufactura y producción en general, ubicadas en sitios fijos en los cuales se emiten contaminantes vía chimeneas. Entre ellas: generación de energía, parques industriales, aeropuertos, entre otros.

D. **Fuentes móviles:** clasificadas en fuentes móviles en carretera y fuentes que no circulan en carreteras. La primera categoría contiene a vehículos automotores en caminos públicos en función de categorías de clasificación. La segunda incluye equipos portátiles cuyo tránsito en carreteras están prohibidos tales como equipo para actividades agrícolas o de construcción.

La presente investigación se enfocará en la estimación de emisiones causadas por fuentes móviles terrestres.

### **2.1.3.2 Impacto Ambiental**

En los últimos treinta años se ha observado un crecimiento promedio anual de 1.6% en las emisiones de CO<sub>2</sub>, China contribuye con el 30%, Estados Unidos con el 15%, India con el 6.6%, Rusia con el 5% y Japón con el 4% (Políticas Públicas frente al Cambio Climático, 2017).

Según el informe: El Cambio Climático y la Energía en América Latina publicado por la CEPAL, los países de la región de América Latina y el Caribe contribuyeron en 2010 con 3.257 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (MtCO<sub>2</sub>e), representando el 8% de las emisiones totales de GEI globales. A nivel de Latinoamérica y el Caribe, los países que más contribuyen con la emisión de gases de efecto invernadero son: Brasil quien contribuye con el 1.4%, México con el 1.3% y Honduras con el 0.02% (Políticas Públicas frente al Cambio Climático, 2017).

### 2.1.3.3 Emisiones Contaminantes

Martins, Soto, Silva, dos Santos y Santos (2005) explican que debido a la combustión incompleta de combustibles como alcoholes, gasolinas, diésel, biodiésel y combinaciones varias, se generan diversos gases contaminantes. Según Radian Internacional (1997) los contaminantes gaseosos emitidos por los vehículos, que son de interés en el presente documento, incluyen: gases orgánicos totales (COT's), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), material particulado (PM10 y PM2.5). Por su parte Heywood (1986) citado por Martins et al. (2005) indica que los principales gases de escape son óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no quemados como compuestos orgánicos volátiles (COV) y monóxido de carbono (CO) que son el resultado de procesos de combustión incompleta.

En el año 2006 el Centro Mario Molina con sede en el Distrito Federal de México realiza un inventario de emisiones estimadas en ton/año que se presenta en la siguiente Tabla 5.

**Tabla 5 Estimaciones de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos generados por el Transporte Motorizado en Tegucigalpa para el año 2006, Ton/año.**

	HCT	CO	NOx	PM10	CH4	COV	COT	PM2.5
Autos Particulares	2,784	26,960	1,395	17	139	2,606	2,834	15
Taxis	3,716	35,426	1,881	20	187	3,477	3,784	17
Microbuses	1,192	12,544	583	1	59	1,113	1,210	1
Pick Up	12,300	127,965	9,508	84	641	11,488	12,472	52
Vehículos <3 Toneladas	2,538	30,655	2,167	11	118	2,373	2,576	11
Vehículos >3 Toneladas Gasolina352	1,470	25,430	636	15	100	1,417	1,513	14
Vehículos >3 Toneladas Diésel	2,102	6,092	5,629	400	89	2,080	2,171	352
Autobuses	1,802	5,338	4,683	335	75	1,782	1,860	293
Cabezales	1,465	4,342	3,861	270	60	1,447	1,514	238
Total	29,370	274,752	30,345	1,154	1,468	27,783	29,934	992

Fuente: Centro Mario Molina, México (2006).

De acuerdo con la misma Tabla 5 se determina que los mayores contaminantes son los vehículos de tipo Pick mostrando los valores más altos para cada tipo de gas contaminante.

Otro factor importante a considerar es la antigüedad de la flota vehicular circulando en el país, el 19% corresponde a vehículos que ya excedieron el promedio de vida útil estimado de 19.8 años causando mayores emisiones por el uso de tecnología anticuada (Flores W, 2016). De los 11,865 vehículos que componen la flota vehicular estatal al 2016, 2,336 vehículos superan los 20 años de antigüedad encontrándose entre ellos unidades hasta del año 1962 (Bienes Nacionales, 2017).

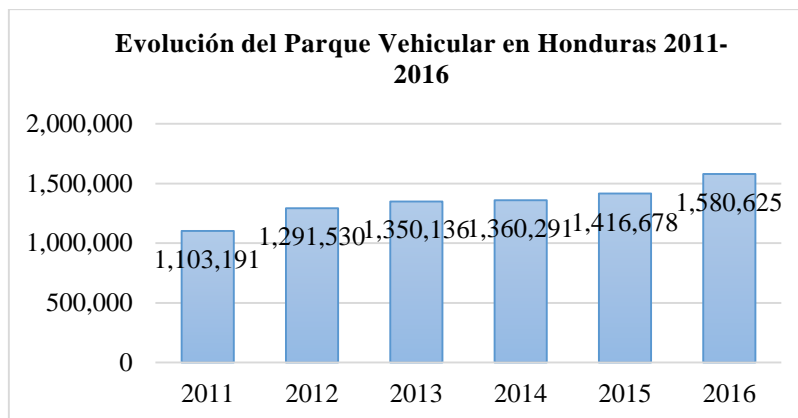
En la actualidad Honduras no cuenta con normas de calidad de aire para la protección a la salud de los impactos nocivos de los contaminantes atmosféricos, pero si existen reglamentos para fuentes fijas y móviles en cuanto a la regulación de emisiones de gases contaminantes y humo de los vehículos automotores. Para las fuentes móviles existe el acuerdo No. 00719, publicado en el diario oficial La Gaceta el 13 de enero de 2000 y para las fijas el acuerdo ejecutivo No.1566-2010 publicado en La Gaceta el 21 de febrero de 2011 quedando establecido que si se cuenta con la regulación, pero se carece de los recursos necesarios para realizar las mediciones correspondientes que determinen la calidad del aire (Flores W. 2016).

### **2.1.3 Parque vehicular**

Como se ha mencionado anteriormente, el crecimiento en la demanda del transporte depende de varios factores tales como el crecimiento poblacional, el crecimiento y desarrollo económico, mejoras en las condiciones de vida de la población, y esto se ve reflejado en el crecimiento continuo del parque vehicular en Honduras en los últimos años.

De acuerdo con el informe del INE del 2015, el parque vehicular mostró un crecimiento sostenido entre los años 2011 al 2015 como se puede observar en la Figura 5. Para el año 2015,

se encontraban en circulación en el territorio hondureño un total de 1,416,678 vehículos incluyendo motocicletas.



**Figura 5 Evolución del Parque Vehicular en Honduras 2011-2016.**

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE (2016).

En el mismo informe se establece que del total del parque vehicular en Honduras, el 34% son motocicletas, el 25% está compuesto por vehículos tipo pick up, el 19% por vehículos tipo turismo y el restante se les atribuye a otros.

Al 2015, según cifras del INE, del total del parque vehicular de Honduras que fue de 1,416,678, aproximadamente el 1% que son 14,146 vehículos, pertenecen al Estado, de este valor el 30.35% eran motocicletas. Al 2016 según cifras de Banco Central de Honduras, la flota del estado fue de 11,865, que equivale a 0.75% del total del parque nacional compuesto de 1,580,625 vehículos, mostrando una disminución de 16.12% del 2016 con respecto al 2015 (ver Figura 5). El crecimiento de la flota del estado no presenta un incremento proporcional al crecimiento total del parque vehicular, el que mostró un crecimiento anual del 11.57% al 2016 (BCH, 2016).

De los datos proporcionados se establece que el parque vehicular en Honduras ha tenido un crecimiento anual de 7.46% ente 2011 y 2016, y un crecimiento interanual de 11.57% del 2016 en relación al 2015 (INE, 2015).

En la medida que se incrementa la flota vehicular, se espera que el consumo de combustibles fósiles se incremente proporcionalmente. De acuerdo con cifras del Banco Central de Honduras, entre 2014 y 2016 las importaciones de combustibles excluyendo el bunker mostraron un crecimiento anual del 10.55%, pasando de importar 9.9 millones de barriles en 2014 a 12.1 millones de barriles en 2016, parte de estos combustibles fue para suplir la demanda requerida por el sector transporte. Según lo planteado anteriormente donde se atribuye el 43.6% del consumo de combustibles fósiles al sector transporte, se puede estimar que de las importaciones totales de combustibles excluyendo el bunker, aproximadamente 5.9 millones de barriles son consumidos por este sector como se muestra en las Tabla 6 y Tabla 7 (BCH, 2016).

**Tabla 6 Importaciones de combustibles en volumen en millones de barriles**

Tipo de combustible	2014	2015	2016	Variación
Diésel	5.7	6.2	6.80	9.22%
Gasolina	4.2	4.8	5.30	12.33%
<b>Total Combustibles Transporte</b>	<b>9.9</b>	<b>11</b>	<b>12.10</b>	
<b>Crecimiento anual</b>			<b>10.55%</b>	

Fuente: Elaboración propia con cifras de BCH (2016).

**Tabla 7 Importaciones de combustibles en volumen (millones de barriles)**

Tipo de combustible	2014	2015	2016	Variación
Bunker	6.5	6.9	6.30	-1.55%
Diésel	5.7	6.2	6.80	9.22%
Gasolina	4.2	4.8	5.30	12.33%
Querosén	0.6	0.5	0.60	0.00%
Gas LPG	1.5	1.6	1.60	3.28%
<b>Total Combustibles</b>	<b>18.50</b>	<b>20.00</b>	<b>20.60</b>	
Crecimiento anual			<b>5.52%</b>	
Total Combustibles Transporte	43.60%		<b>8.982</b>	
Consumo en sector Transporte del total de importaciones			<b>43.60%</b>	
Consumo en la flota vehicular estatal			<b>0.07</b>	
Equivalentes a Galones			<b>2,829,204</b>	

Fuente: Elaboración propia con cifras de BCH (2016).

### **2.1.3 Contexto**

El contexto de la investigación se refiere al entorno del área de estudio y la determinación de los elementos influyen en el desarrollo del tema, se elabora de manera que este sirva para ayudar a brindar un panorama general que facilite el entendimiento e interpretación de los resultados además de la comprensión de conceptos básicos para el estudio del tema.

En principio se describe el área de estudio y la composición de la muestra para luego abordar conceptos necesarios para la comprensión del estudio como los biocombustibles y los combustibles fósiles además de conocer su demanda mundial, regional y nacional.

#### **2.1.3.1 Área de Estudio**

La constitución de la república establece en el artículo 4, que el gobierno se ejerce en tres poderes que son el Ejecutivo, el Legislativo y el Judicial. El Estado está conformado por instituciones centralizadas e instituciones descentralizadas, las instituciones centralizadas, de acuerdo con la Ley de Administración Pública de Honduras las conforman las Secretarías de Estado, y las descentralizadas las conforman dos categorías, que son las instituciones autónomas y las municipalidades. Las instituciones autónomas, de acuerdo al artículo 51 de la Ley precitada, la conforman los institutos públicos y las empresas públicas. Para efecto de esta investigación se están excluyendo de la muestra las Municipalidades.

La muestra seleccionada, consiste en 88 instituciones estatales, de la cuales 54, que equivalen al 61.36% del total son centralizadas y 34 instituciones equivalentes al 38.64% son instituciones descentralizadas. El total de vehículos dentro de la muestra son 11,865 unidades distribuidos entre vehículos tipo pick up y motocicletas en su mayoría (Bienes Nacionales, 2017).

Las instituciones estatales, para su funcionamiento requieren de un presupuesto el cual debe

ser liquidado según los artículos 42, 43, 44, 53 y 100 de la Ley Orgánica del Presupuesto Decreto No. 83-2004. Para el 2016, el Presupuesto de la República según la liquidación presupuestaria que se detalla en la Tabla 8.

**Tabla 8 Presupuesto de la República según liquidación presupuestaria 2016**

<b>Descripción</b>	<b>Devengado</b>
Ingresos	L.213,534,216,436.50
Egresos	L.227,284,482,738.90

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaria de Finanzas (2016).

### **2.1.3.2 Biocombustibles**

La ley de biocombustibles de Honduras en su reforma al decreto 295-2013, considera mezclas de biocombustibles en distintos porcentajes con gasóleo o combustibles provenientes del petróleo, pero para ello solo contempla el uso de biodiésel en vehículos con motores diésel (B5, B10 y B20) y etanol para vehículos con motores a gasolina (E5, E10 y E20). Debido a esto para la presente investigación se considerarán como biocombustibles principalmente el biodiésel en sustitución total o parcial del diésel y el etanol en sustitución parcial o total de la gasolina, centrándose principalmente en el biodiésel debido al comportamiento histórico en cuanto a las importaciones y consumo de combustibles para la flota vehicular estatal.

Los biocombustibles pueden ser elaborados con una amplia gama de productos agrícolas y forestales. Desde 2000, su producción en el mundo ha crecido a un ritmo anual de 10%, totalizando 90,187 millones de litros en 2009, de ese total, 82% corresponde a etanol y 18% a biodiésel, así lo especifica el Estudio Regional sobre Economía de los Biocombustibles 2010: temas clave para los países de América Latina y el Caribe (CEPAL, 2010).



Francisco Recio del bosque (2012) afirma que “El biodiésel es un biocombustible que se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales, con o sin uso previo, mediante procesos industriales” (p. 36).

También según el informe Asuntos Claves sobre Mitigación en el sector Transporte de Honduras “El biodiésel es un combustible que no contiene Azufre y que tiene unos niveles de emisión significativamente inferiores a los del gasóleo” (p. 20).

El etanol por su parte es definido por Francisco Recio del Bosque (2013) de la siguiente manera:

El etanol ( $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ ) también recibe los nombres de alcohol etílico, espíritu de vino o simplemente alcohol. Gran parte del etanol se produce a partir de eteno<sup>3</sup>. También se obtiene por fermentación de ciertos azúcares. (p. 83)

### **2.1.3.2 Combustibles Fósiles**

Existen tres tipos principales de combustibles fósiles, el petróleo, el carbón y el gas natural.

Los combustibles fósiles son aquellos combustibles que provienen de un proceso de descomposición parcial de la materia orgánica y se originan por un proceso de transformación de millones de años de plantas animales y vegetales, se encuentran de forma limitada en el planeta (Sandoval S. 2014).

El doctor Sigfrido Sandoval en su presentación de Petróleo y Gas Natural (2014) define el petróleo de la siguiente manera:

- En su estado natural, es un líquido espeso aceitoso, insoluble en agua y de menor densidad que ella ( $D=0.75-0.95 \text{ g/ml}$ ). Sus colores varían del ámbar al negro formado a lo largo de millones de años por los restos de plantas y animales sujetos a grandes presiones y temperaturas por las capas de la tierra.
- El llamado “crudo”, es un complejo compuesto de hidrocarburos, es decir una mezcla de C e H, en proporción del 76% al 86% el primero, y del 10-14 % el segundo, en una extensa variación de combinaciones, Azufre de 0-2% y Nitrógeno 0.1-2%. (p. 11)

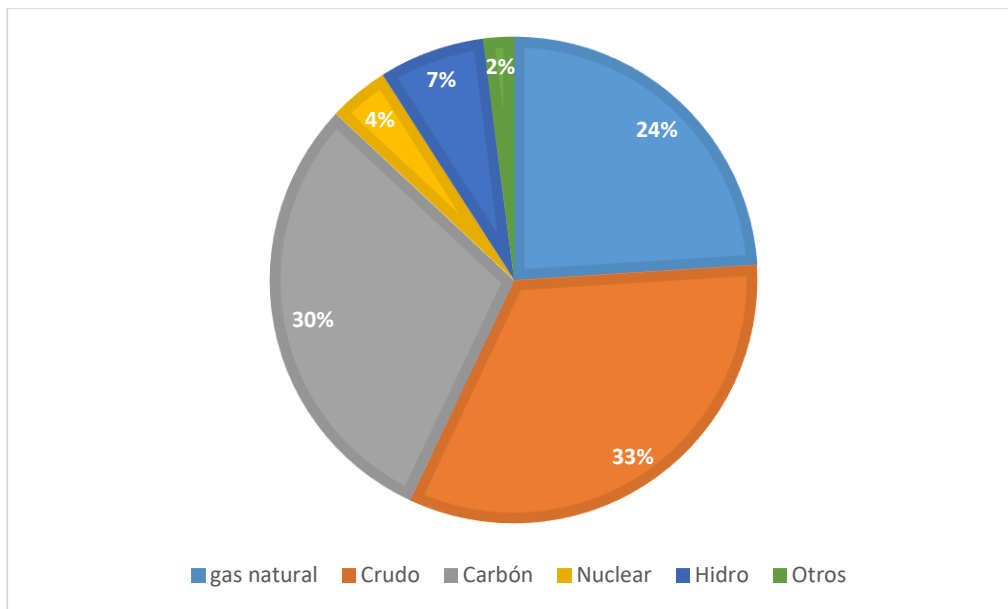
---

<sup>3</sup> Eteno o etileno como se le conoce comúnmente ( $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ) es un gas empleado para acelerar la maduración de las frutas y también para formar el polímero llamado polietileno (Recio del Bosque F., 2013).

En la actualidad, los combustibles fósiles a pesar de ser considerados más contaminantes que los biocombustibles suponen la fuente de energía más utilizada en el mundo. Se utilizan para generar energía eléctrica, pero sobre todo también se utilizan para generar energía mecánica para motores de vehículos y motores térmicos (Energía Solar, 2017).

### 2.1.3.2 Demanda de combustibles fósiles

El desarrollo y crecimiento económico conlleva la necesidad de contar con medios energéticos que permitan llevar a cabo actividades de toda índole como lo es la industria, transporte, residencial, entre otros. En la Figura 6 se muestra la matriz energética mundial al 2013.



**Figura 6 Matriz Energética Mundial 2013.**

Fuente: (Sandoval S., 2014).

A nivel mundial, de acuerdo con el informe Statistical Review of World Energy de BP Global, se ha observado un consumo de combustibles fósiles de 4,418 millones de toneladas equivalente de petróleo en el 2016, significando un crecimiento anual de 1.78% en comparación al 2015, el promedio de crecimiento anual para los últimos 10 años ha sido de 1.8% como se puede ver en la Tabla 9 (BP Global, 2017).

**Tabla 9 Consumo Mundial de Petróleo**

	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>Variación</b>
Norte América	1,040	1,047	0.66%
Centro y Sur América	334	326	-2.45%
Europa y Eurasia	866	885	2.16%
Medio Oriente	413	418	1.21%
África	182	185	1.81%
Asia del Pacífico	1,506	1,557	3.42%
<b>Total</b>	<b>4,341</b>	<b>4,418</b>	<b>1.78%</b>

(Valores expresados en millones de toneladas equivalentes de petróleo)

Fuente: Elaboración propia con datos de BP Global (2017).

En Honduras, con el aumento del crecimiento demográfico y la expansión de la población hacia las periferias es normal asumir que, así como la demanda de recursos y empleo para suplir las necesidades de una población creciente aumenta, el consumo de combustibles también lo haga. Al aumentar la población, trae consigo el incremento en otras actividades, entre ellas el transporte, ya sea mediante la utilización de transporte público o a través de la adquisición de un medio de transporte propio.

A pesar de contar con indicios de la existencia de petróleo en el país, el proceso se encuentra apenas en fases de exploración por parte de la empresa BG Group, recientemente absorbida por la empresa Shell (Sandoval, 2014). Por lo tanto, el 100% de los combustibles fósiles consumidos en el país son importados. Con una tasa de crecimiento demográfico de 1.7% anual y el parque vehicular mostrando un crecimiento anual de 6.45%, es posible asumir que la demanda de combustible fósil tanto para la producción de energía eléctrica como para transporte seguirá creciendo.

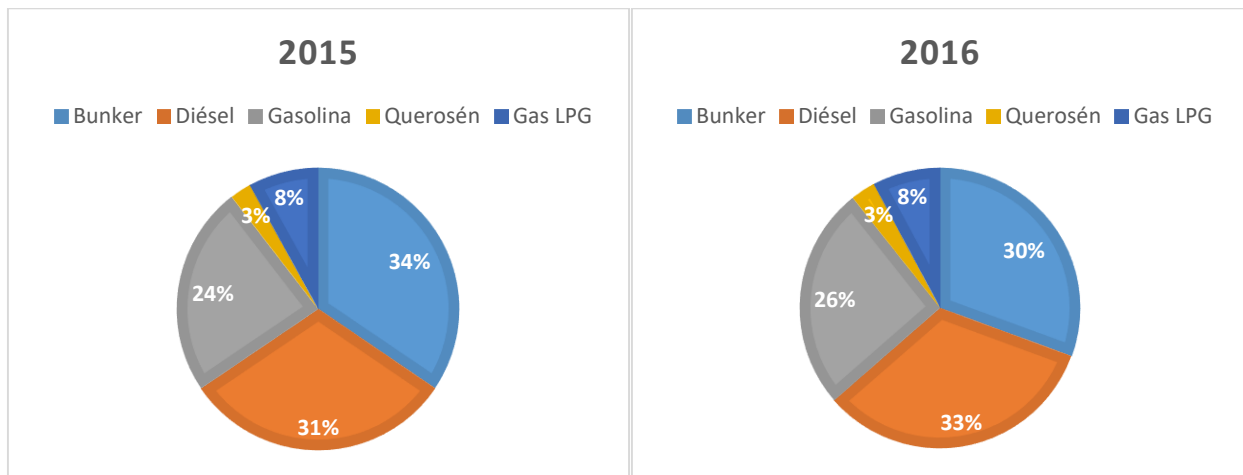
Para el año 2016, las importaciones de combustible fósil fueron 20.6 millones de barriles, que ascendieron a un valor de US\$ 1,089 millones, mostrando un crecimiento anual entre 2014 y 2016 del 5.52% según la Tabla 10 (BCH, 2016).

**Tabla 10. Importaciones de combustibles en volumen (millones de barriles).**

Tipo de combustible	2014	2015	2016	Variación
Bunker	6.5	6.9	6.30	-1.55%
Diésel	5.7	6.2	6.80	9.22%
Gasolina	4.2	4.8	5.30	12.33%
Querosén	0.6	0.5	0.60	0.00%
Gas LPG <sup>4</sup>	1.5	1.6	1.60	3.28%
<b>Total Combustibles</b>	<b>18.5</b>	<b>20</b>	<b>20.60</b>	
<b>Crecimiento anual</b>				<b>5.52%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de BCH (2016).

A partir de la información proporcionada en el cuadro anterior, se observa que la gasolina es el tipo de combustible que mayor crecimiento porcentual de importación ha mostrado en los años analizados, aun así, es el diésel el tipo de combustible que más se importa. Estos incrementos en los combustibles tienen relación al crecimiento del parque vehicular en Honduras, así como el crecimiento en otras áreas productivas del país. En la Figura 7, siempre tomando cifras de BCH, se muestra que para el año 2016 el diésel representa el tipo de combustible con mayor peso sobre las importaciones de combustibles.



**Figura 7 Participación dentro de las importaciones por tipo de combustible. 2015-2016**

Fuente: Elaboración propia con datos de BCH (2016).

<sup>4</sup> LPG: Liquefied Petroleum Gas

En la Tabla 11 se puede observar que, a pesar de que los volúmenes de barriles incrementaron en aproximadamente 5%, el valor pagado disminuyó un promedio anual del 25.64% entre 2014 y 2016, debido a la caída de los precios internacionales registrados.

**Tabla 11. Importaciones CIF de combustibles en millones de dólares.**

Tipo de combustible	2014	2015	2016	Variación
Bunker	617.9	332.4	231.70	-38.76%
Diésel	686	462.1	413.90	-22.32%
Gasolina	499.7	371.3	347.50	-16.61%
Querosén	72	36.7	33.90	-31.38%
Gas LPG	94.2	68.2	62.10	-18.81%
<b>Total Combustibles</b>	<b>1,969.80</b>	<b>1,270.70</b>	<b>1,089.10</b>	<b>-25.64%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Honduras en Cifras (BCH, 2016).

En cuanto al comportamiento de los precios de los combustibles, durante el período analizado se observa que el mismo ha mostrado una tendencia a la baja como se muestra en la Tabla 12.

**Tabla 12 Precio promedio de los combustibles US\$/Barril**

Precio promedio de los combustibles US\$/Barril							
Tipo	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Variación anual
Bunker	104.26	108.03	102.25	94.43	48.47	36.62	-18.88%
Diésel	129.64	135.16	129.23	120.42	74.92	61.15	-13.95%
Gasolina	122.49	129.64	125.20	118.22	78.01	65.72	-11.71%
Querosén	131.04	134.17	132.23	124.46	71.83	59.64	-14.57%
Gas LPG	75.30	70.78	59.84	64.91	42.42	37.75	-12.90%

Fuente: Elaboración propia con datos de BCH (2016).

En cuanto a las importaciones totales, en términos monetarios, el combustible disponible para transporte<sup>5</sup> representó el 8.12% para el año 2016. Las importaciones de combustibles muestran un decrecimiento del 11.71% en el período comprendido entre 2011 y 2016 como se muestra en la Tabla 13.

<sup>5</sup> El combustible disponible para transporte = Importaciones de Combustibles – Importaciones de Bunker, Gas, Querosén.

**Tabla 13 Importaciones de Combustibles Fósiles del 2011 al 2016**

<b>Año</b>	<b>Importaciones Totales</b>	<b>Importaciones Combustibles</b>	<b>Importaciones Bunker, Gas, Querosén</b>	<b>Combustible disp. Transporte</b>	<b>Participación</b>
2011	11,126.10	2,030.40	819.00	1,211.40	10.89%
2012	11,371.10	2,160.90	866.30	1,294.60	11.39%
2013	10,952.60	2,175.10	837.10	1,338.00	12.22%
2014	11,069.70	1,969.80	784.10	1,185.70	10.71%
2015	11,097.00	1,270.60	437.30	833.30	7.51%
2016	10,559.00	1,089.00	327.70	761.30	7.21%
<b>Variación anual</b>	<b>-1.04%</b>	<b>-11.71%</b>	<b>-16.74%</b>	<b>-8.87%</b>	<b>-7.91%</b>

Valores expresados en millones de dólares

Fuente: Elaboración propia con datos de BCH (2016).

#### **2.1.4 Escenarios de éxito en la implementación de Combustibles Alternativos**

Brasil, Argentina y Colombia son los únicos países latinoamericanos que figuran entre los principales productores de etanol y biodiésel del mundo, según datos de un estudio sobre biocombustibles publicado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2011).

Brasil es el segundo productor de etanol del mundo, con 33.2% de participación en el mercado, detrás de Estados Unidos, responsable de 54.77% del total de la producción mundial. Colombia, se encuentra en el décimo lugar de países productores, con 0.4%, Argentina, por su parte, es el segundo productor mundial de biodiésel, con 13.1% del mercado, también después de Estados Unidos, que lidera con 14.3%. Brasil se ubica en quinto lugar, con 9.7% de participación (CEPAL, 2009).

##### **2.1.4.1 Brasil**

El caso de Brasil demuestra que es posible implementar una política de estado que fomente la utilización de biocombustibles, ellos implementaron la medida desde la década de 1970 creando una industria de producción de etanol de caña de azúcar apoyada por subsidios públicos durante

muchos años principalmente para lograr alcanzar independencia energética a esto se sumó la disponibilidad de la compañía Petrobrás, propiedad del estado quien fue la que realizó la inversión inicial para que el proyecto se llevara a cabo, se instalaron tanques de etanol, bombas y estaciones de servicio por todo el país e incluso se empezaron a manufacturar vehículos de motores flexibles que pudieran funcionar a base de etanol o con alguna mezcla, este fue posteriormente promovido por Volkswagen, hoy en día a pesar de que los subsidios se acabaron, se cuenta con la cadena de producción y la industria muy desarrollada además de contar con los vehículos de combustible flexible, quienes dominan el 85% del mercado de vehículos nuevos, estos les permiten a los usuarios beneficiarse de la posibilidad de obtener la combinación más barata del momento el cual depende de los precios relativos del petróleo crudo y del azúcar en su caso (La nueva era del cambio climático, 2010).

#### **2.1.4.2 Argentina**

La introducción de la soja (*Glycine max*) resistente a glifosato en Argentina en 1996 y su fuerte adaptación a los suelos sin exceso de trabajo, así como la siembra directa, dio lugar a cultivarla a una tasa sin precedentes. En la actualidad este cultivo representa más del 60% de la superficie cultivada y es la principal materia prima utilizada para la producción de biodiésel, convirtiendo a Argentina en el primer exportador a nivel mundial (Biocombustibles en Argentina, 2013).

Según explica Claudio Molina, Director Ejecutivo de la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno, en una entrevista realizada al diario La Nación en el año 2016, el gobierno anterior propuso, a través de la Secretaría de Medio Ambiente, una meta que establecía que Argentina debía usar mezclas de combustibles líquidos con biocombustibles. La norma marca que en la mezcla debe haber un 15% de estos últimos. Además, sugiere de modo condicional pues

estaría sujeto a las posibilidades de financiamiento y al desarrollo de la industria, una mezcla de 30%. Ambos parámetros son metas para 2030 (La Nación, 2016).

En la misma entrevista menciona que se tiene una capacidad instalada en biodiésel de 4.6 millones de toneladas al año, lo que significaría transformar alrededor del 40% de la producción potencial de aceite de soja de Argentina. Para el caso del etanol, la capacidad instalada es de 1.250.000 metros cúbicos. Todo el biodiésel se produce con aceite de soja, el etanol, 59% se produce con maíz y 41%, con derivados de caña de azúcar (Claudio Molina, 2016).

## **2.2 Teoría de sustento**

### **2.2.1 Análisis de las metodologías**

El presente proyecto de investigación se basa en un estudio cualitativo descriptivo porque, según Sampieri (2010), busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Y correlacional porque se buscará relacionar dos o más variables. En Honduras actualmente no existen antecedentes bibliográficos que hayan analizado el problema planteado desde el enfoque específico abordado. No existe mucha información pública disponible en relación con el consumo de combustibles fósiles en la flota vehicular del estado, los efectos tanto ambientales como financieros y su impacto dentro del presupuesto del Estado. El enfoque utilizado será una combinación de datos cuantitativos principalmente dado que se expondrán estadísticas y proyecciones que permitirán determinar el impacto de las alternativas propuestas además del componente cualitativo para abordar ciertos temas no cuantificables.

Considerando el tipo de investigación, se recurrió a un trabajo de campo visitando las diferentes instituciones estatales con el propósito de obtener una base de datos relacionada a la cantidad de vehículos en propiedad del Estado, cuantificar cual el consumo de combustible en volumen y en costo, así como determinar qué tipo de combustible utiliza cada vehículo, que tipo



de vehículo es y el año de fabricación.

Esta información contribuirá a que una vez analizados los datos se pueda dar una respuesta al objetivo general y objetivos específicos planteados en el Capítulo I. En base a lo anterior, la fuente bibliográfica principal es primaria, obtenida directamente de las entrevistas no estructuradas realizadas a funcionarios públicos de diferentes instituciones, tales como la Dirección Nacional de Bienes del Estado, Secretaria de Finanzas, Secretaria de Energía, Instituto Nacional de Estadística, Oficina Nacional de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, Servicio de Acueductos y Alcantarillado, Secretaria de Energía, Instituto Nacional de Geología y Minas, Instituto de Acceso a la Información Pública (IAIP), ente otras. Para los análisis cuantitativos y económicos se utilizará como documento marco el Presupuesto General del Estado. Como fuente bibliográfica secundaria se consideran informes especializados tales como los publicados por IAIP, OLADE, Miambiente, CEPAL, INE, Banco Central de Honduras (BCH), Servicio de Administración de Rentas (SAR).

### **2.3 Conceptualización**

**Combustible fósil:** se refiere a combustibles líquidos tales como la gasolina, diésel, gases LPG, provenientes de fuentes fósiles no renovables y que actualmente son utilizados para el funcionamiento del sector transporte.

**Combustible alternativo:** se refiere a combustibles diferentes a las provenientes de los combustibles fósiles. Típicamente se refiere a los biocombustibles, que provienen de desechos orgánicos de origen vegetal (caña de azúcar, frijol de soya, aceite de palma africana y maíz) y de origen animal como el estiércol de vaca (OLADE, 2009).

Jiménez Domínguez (2010) afirma que: “El biocombustible más utilizado es el etanol, un alcohol que puede mezclarse con gasolina en cantidades variables para reducir o sustituir el

consumo de combustibles derivados del petróleo en los automóviles” (p. 124).

**Mezclas posibles:** se trata de las mezclas contempladas en la ley para la producción y consumo de biocombustibles en donde se establecen mezclas E5, E10 y E20 para el etanol correspondientes a la mezcla de 5%, 10% y 20% respectivamente y B5, B10 y B20 para el biodiésel correspondiente de igual manera a la mezcla de 5%,10% y 20% respectivamente (Ley de biocombustibles de Honduras, 2013).

**Flota vehicular:** se refiere a la cantidad de vehículos asignados al Estado de Honduras. Por flota vehicular se entiende a todo medio de transporte terrestre de motor utilizado para transporte de carga y pasajeros.

**Escenarios:** corresponden a proyecciones para establecer una comparación de los posibles resultados en el caso de continuar los parámetros de conducta actuales versus la implementación de medidas de mitigación.

**Escenario tendencial:** este escenario se refiere a la evaluación proyectada de acuerdo a la situación actual bajo las mismas condiciones y acciones que se han llevado a cabo hasta el momento. Se basa en el planteamiento de los hechos que han sucedido hasta el momento para determinar los resultados que se obtendrían en un lapso de tiempo de 19 años en el caso de no tomar medidas de mitigación que restrinjan los impactos negativos sobre el ambiente y el presupuesto general de la república.

**Escenario alternativo:** este escenario se refiere a la evaluación de acuerdo a supuestos establecidos que sugieren la mejoría en el desarrollo de la implementación de medidas de sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles para analizar los beneficios ambientales y económicos que podrían obtenerse en el mismo periodo de tiempo que el escenario tendencial.

**Impacto ambiental:** son las consecuencias de los comportamientos de la sociedad sobre el medio ambiente, el impacto de la industria, por ejemplo, se da principalmente por la ocupación del espacio, la utilización de recursos naturales y la generación de residuos contaminantes, esto conlleva al agotamiento de un recurso natural que podría eventualmente causar un colapso definitivo (Desarrollo sustentable: una oportunidad para la vida, 2015).

La Ley General del Ambiente (1993) afirma:

Se entiende por ambiente el conjunto formado por los recursos naturales, culturales y el espacio rural y urbano, que puede verse alterado por agentes físicos, químicos o biológicos, o por otros factores debido a causas naturales o actividades humanas, todos ellos susceptibles de afectar, directa o indirectamente, las condiciones de vida del hombre y el desarrollo de la sociedad. (p. 1)

## **2.4 Instrumentos utilizados**

### **2.4.1 Long-range Energy Alternative Planning System (LEAP)**

Se tuvo en consideración el uso de herramientas tecnológicas para el filtrado de la información obtenida debido a la gran cantidad de datos recopilados, esto con el fin de obtener el mejor análisis posible.

El programa LEAP, un sistema de planificación de alternativas de energía a largo plazo. Es un software ampliamente utilizado para el análisis de la política energética y la evaluación de mitigación del cambio climático y fue desarrollado en el Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo.

LEAP ha sido adoptado por miles de organizaciones en más de 190 países en todo el mundo. Sus usuarios incluyen agencias gubernamentales, académicas, organizaciones no gubernamentales, empresas de consultoría y empresas de servicios públicos de energía. Se ha utilizado en muchas escalas diferentes que van desde ciudades y estados a aplicaciones nacionales, regionales y globales.

El programa LEAP se está convirtiendo en el estándar de facto para los países que llevan

a cabo la planificación integrada de los recursos, las evaluaciones de mitigación de los gases de efecto invernadero (GEI) y las Estrategias de Desarrollo de Bajas Emisiones (LEDS, por sus siglas en inglés), especialmente en el mundo en desarrollo.

LEAP es una herramienta de modelado integrada basada en escenarios que puede usarse para rastrear el consumo de energía, la producción y la extracción de recursos en todos los sectores de la economía. Puede utilizarse para contabilizar las fuentes de emisiones y los sumideros de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sector energético y no energético. Además del seguimiento de los GEI. LEAP también puede utilizarse para analizar las emisiones de contaminantes atmosféricos locales y regionales y los contaminantes climáticos de corta duración (SLCP), lo que lo hace muy adecuado para los estudios de los beneficios climáticos de la reducción local de la contaminación atmosférica.

En el país LEAP ha sido utilizado para realizar algunos análisis, entre ellos se encuentra la realización de la prospectiva energética al año 2030 para lo que lograron establecerse dos escenarios, un tendencial de acuerdo con el comportamiento observado a la fecha y un escenario alternativo planteando políticas de cambio para lograr el uso más eficiente de los recursos (Flores W., 2016).

Para el presente trabajo de investigación se utiliza la herramienta LEAP para realizar un análisis de escenarios en donde se planteará la sustitución parcial de gasolina y diésel por biocombustibles, de acuerdo a la ley para la producción y uso de los biocombustibles, Decreto No. 144- 2007, su reglamento, Acuerdo No. 45 -2008 y su reforma, Decreto No. 295 – 2013 específicamente de acuerdo a lo establecido en los artículos 5 y 12 , donde se establecen las posibles mezclas permitidas o bien, la sustitución total del combustible fósil utilizado en la flota vehicular estatal por biocombustible.

Para complementar el estudio, se hará uso de Microsoft Excel para realizar los estudios económicos en el análisis de ambos escenarios el tendencial y el alternativo, mediante la elaboración de hojas de cálculo en la que se consideran datos estadísticos y supuestos.

## **2.5 Marco Legal**

El marco legal bajo en el cual se sustentará la investigación a desarrollar se realizará considerando las siguientes Leyes y Reglamentos:

1. Nueva Ley de Transporte, decreto No. 155-2015 y su Reglamento, Acuerdo No. 200-año;
2. Ley de Contratación del Estado, decreto No. 74-2001;
3. Ley General del Ambiente, decreto No. 104-93; Decreto Ejecutivo No. 1566-2010;
4. Ley de Hidrocarburos, decreto No. 194-84;
5. Ley de Biocombustibles de Honduras, decreto No. 144-2007, y su reglamento decreto No. 45-2008 y la Reforma al decreto No. 144-2007; el Decreto No. 295-2013;
6. Ley Orgánica del Presupuesto, decreto No. 83-2004; y
7. Constitución de la República.

### **2.5.1 Ley de Transporte Terrestre**

La Ley, en su artículo 5, indica lo siguiente: para garantizar la eficacia y eficiencia del Sistema de Transporte Terrestre, el Instituto Hondureño de Transporte Terrestre está en la obligación de:

1. Velar por el cumplimiento de esta Ley y sus Reglamentos;
2. Asegurar la adecuada utilización de los recursos disponibles y su máximo rendimiento;
3. Coordinar sus actuaciones bajo los principios de unidad de criterio, celeridad y simplificación de sus procedimientos, en observancia de la Ley de Procedimiento Administrativo;

4. Velar por que se respeten los principios del servicio público y especial, así como la protección del ambiente;
5. Dar cumplimiento a la Ley de Procedimiento Administrativo, respetando el debido proceso;
6. Supervisar y velar la calidad del servicio por parte de los concesionarios de transporte de personas, para lo cual puede dictar las medidas cautelares necesarias para garantizar la continuidad y eficiencia del servicio público, entre ellas: la sustitución temporal o permanente del concesionario del servicio, especialmente cuando se ponga en riesgo la vida y seguridad de los Usuarios; y
7. Atender las demandas de los Usuarios en las políticas de mejoramiento de la calidad del servicio regulado.

El artículo 28 en su numeral 8 expresa acerca de la importancia de la preservación del ambiente y que el Instituto Nacional de Transporte está llamado a exigir a los operadores que se ajusten a la normativa vigente en el país con respecto al tema, sin embargo, a la fecha se carece de dicha normativa.

### **2.5.3 Ley para la Producción y Consumo de Biocombustibles**

Esta Ley fue aprobada en el Congreso Nacional en diciembre del 2007 y publicada en el Diario Oficial La Gaceta ese mismo año bajo decreto No. 144-2007. Su finalidad es establecer el marco jurídico para la producción de materia prima, fabricación, distribución, comercialización y uso de los biocombustibles. Entre los considerandos de la Ley, se expresa la necesidad de mantener un balance entre el desarrollo socioeconómico y la protección al ambiente, así como la de buscar opciones al uso de los combustibles fósiles.

En abril de 2014, se aprobó bajo decreto No. 295-2013, en el Congreso Nacional las reformas a los artículos 5 y 12 de la Ley. Para efectos de esta investigación se considera la reforma al artículo 12, en la que se amplió en relación con el establecimiento de condiciones especiales de mercado para el etanol, biodiésel y generación de energía eléctrica a partir de biomasa y biogás.

#### **2.5.4 Ley de Hidrocarburos**

Ley aprobada bajo decreto No. 194-84 aprobada en octubre de 1984 y publicada en el Diario Oficial La Gaceta en febrero de 1985. En el artículo 1 de la mencionada Ley, se establece que el objeto de la misma es establecer el marco jurídico de la investigación, exploración y explotación de yacimientos de hidrocarburos y demás sustancias asociadas, entre otros.

#### **2.5.5 Ley General del Ambiente**

Creada bajo decreto No. 104-93, aprobada por el Congreso Nacional en junio de 1993 y publicada en el Diario Oficial La Gaceta el 30 de junio de 1993.

Entre sus considerandos se mencionan que el Estado es el responsable de conservar el medio ambiente para asegurar la salud de las personas, así como de la importancia que tiene la problemática ambiental.

En el artículo 7 de la Ley, establece que el Estado adoptará las medidas que sean necesarias para prevenir o corregir la contaminación del ambiente. El artículo 9 establece que se deberán implementar evaluaciones de impacto ambiental para la ejecución de proyectos públicos o privado potencialmente contaminantes o degradantes.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

Para determinar el impacto económico y ambiental causado por el uso de combustibles fósiles en la flota vehicular estatal, comparado con el uso de biocombustibles, se realiza una investigación descriptiva bajo un enfoque cualitativo y cuantitativo, el que se basa en la utilización de la herramienta LEAP, desarrollado por el Stockholm Environment Institute. LEAP permitirá proporcionar escenarios mediante el cálculo de diferentes variables a partir de los datos obtenidos de las diferentes fuentes investigadas, así como el uso de Microsoft Excel para las proyecciones económicas.

En primera instancia, se delimitó el área de estudio, la que corresponde a la flota vehicular estatal, definiendo primeramente la población total y estableciendo la muestra de estudio. Para posteriormente, realizar el análisis en el programa seleccionado con las respectivas consideraciones.

### **3.1 Población**

El Estado de Honduras está compuesto por tres poderes independientes, 78 instituciones centralizadas, 36 descentralizadas y 298 municipalidades. Cada una de las instituciones cuenta con un número asignado de vehículos y una partida presupuestaria aprobada dentro del Presupuesto General de la República. De acuerdo al informe de Liquidación del Presupuesto General de Ingresos y Egresos de la República y de las Instituciones Descentralizadas Ejercicio Fiscal 2016 (marzo 2017), se establece que el total de instituciones tanto centralizadas como descentralizadas son 114.

### **3.2 Muestra**

Del total de la población que son 114 instituciones (centralizadas y descentralizadas), para establecer la muestra de estudio, la base de datos en cuanto a la flota vehicular estatal se obtuvo



de la Dirección Nacional de Bienes del Estado (Bienes Nacionales). De acuerdo a la información obtenida, la muestra considerada para realizar la investigación se basa en 88 instituciones, de las cuales 54 son instituciones centralizadas y 34 descentralizadas. Se excluye de la muestra las 298 municipalidades. Considerando la base de datos de Bienes Nacionales (2017), la muestra consta de 11,865 vehículos. Con lo anterior se establece que la muestra representa el 77.19%<sup>6</sup> de la población.

### **3.3 Técnicas e Instrumentos aplicados**

Las técnicas e instrumentos aplicados en el estudio, principalmente se centran en entrevistas no estructuradas y en el uso de LEAP y Excel.

#### **3.3.1. Técnicas**

Para realizar la investigación se obtuvo información de fuentes primarias, mediante un trabajo de campo en el que se visitaron varias instituciones estatales tales como Bienes Nacionales, Banco Central de Honduras, Instituto Nacional de Estadísticas, Oficina Normativa de Contrataciones y Adquisiciones del Estado (ONCAE), Unidad Técnica de Biocombustibles, Comisión Administradora de Petróleo y Secretaría de Finanzas. Además, se obtuvo fuentes secundarias mediante bibliografía de bases de datos e informes de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), las Naciones Unidas y publicaciones oficiales estatales, entre otros.

La información obtenida permitió preliminarmente determinar que la base de datos anteriormente mencionada está conformada por 88 instituciones estatales con un total de 11,865 vehículos a los 2016 y 12,476 vehículos a agosto 2017. Al depurar la base de datos, se concluye

---

<sup>6</sup> La muestra (%) se obtuvo de la siguiente manera: Instituciones según base de datos de Bienes Nacionales 2017/ (Instituciones Centralizadas + Instituciones Descentralizadas). Para el detalle de las Instituciones Centralizadas y Descentralizadas (ver ANEXO A).

que aproximadamente el 80% de la flota vehicular se encuentra concentrada en 17 instituciones que representan el 19% de la muestra total analizada.

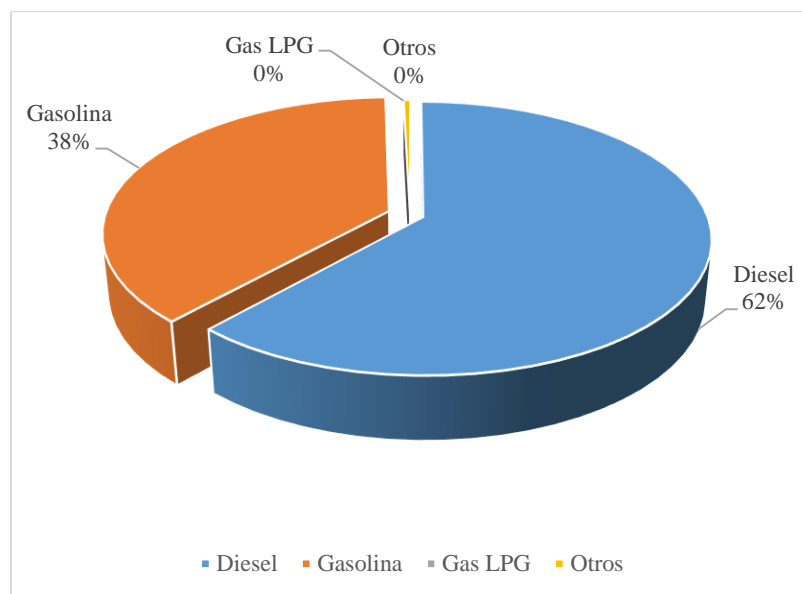
Las instituciones con mayor cantidad de flota asignada son la Secretaría de Seguridad con el 20%, la Secretaría de Salud con el 8.66% y la Secretaría de Educación con el 8.43%, tal como se muestra en la siguiente Tabla 14.

**Tabla 14. Vehículos correspondientes a las instituciones con mayor porcentaje de vehículos.**

Institución de Estado	Número de Vehículos	%
Secretaría de Seguridad	2,499	20.03%
Secretaría de Salud	1,081	8.66%
Secretaría de Educación	1,052	8.43%
Empresa Nacional de Energía Eléctrica	856	6.86%
Secretaría de Defensa	692	5.55%
Empresa Hondureña de Telecomunicaciones	683	5.47%
Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados	510	4.09%
Secretaría de Agricultura y Ganadería	424	3.40%
Poder Judicial	373	2.99%
Cuerpo de Bomberos de Honduras	334	2.68%
Programa de Asignación Familiar	313	2.51%
Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal	257	2.06%
Secretaría de Infraestructura y Servicios Públicos	245	1.96%
Comisión Permanente de Contingencias	186	1.49%
Instituto Nacional Agrario	174	1.39%
Fondo Hondureño de Inversión Social	173	1.39%
Empresa de Correos de Honduras	158	1.27%

Fuente: Elaboración propia con datos de Bienes Nacionales (2017).

De la base de datos obtenida, se logró identificar que en un 61.9% se utiliza el diésel como principal combustible, seguido de la gasolina en un 38.1% como se puede observar en la Figura 8.



**Figura 8 Tipo de combustible utilizado en la flota vehicular estatal.**

Fuente: Elaboración propia con datos de Bienes Nacionales (2017).

Asimismo, se clasificaron los tipos de vehículos, pertenecientes a la flota estatal, sus cantidades y porcentaje correspondiente, detalle que se presenta en la siguiente Tabla 15.

**Tabla 15 Tipo de vehículo utilizado en la flota vehicular estatal.**

Tipo	Cantidad	Porcentaje
Todoterreno: Pick Up	5,661	47.71%
Motocicletas	3,721	31.36%
Camioneta	736	6.20%
Camión	712	6.00%
Microbús	386	3.25%
Ambulancia	211	1.78%
Turismo	149	1.26%
Autobús	122	1.03%
Volqueta	77	0.65%
Cuatrimoto	37	0.31%
Tractor Agrícola	29	0.25%
Furgoneta	14	0.12%
Otros	10	0.08%
Trimoto	1	0.01%
<b>Total</b>	<b>11,865</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Bienes Nacionales (2017).

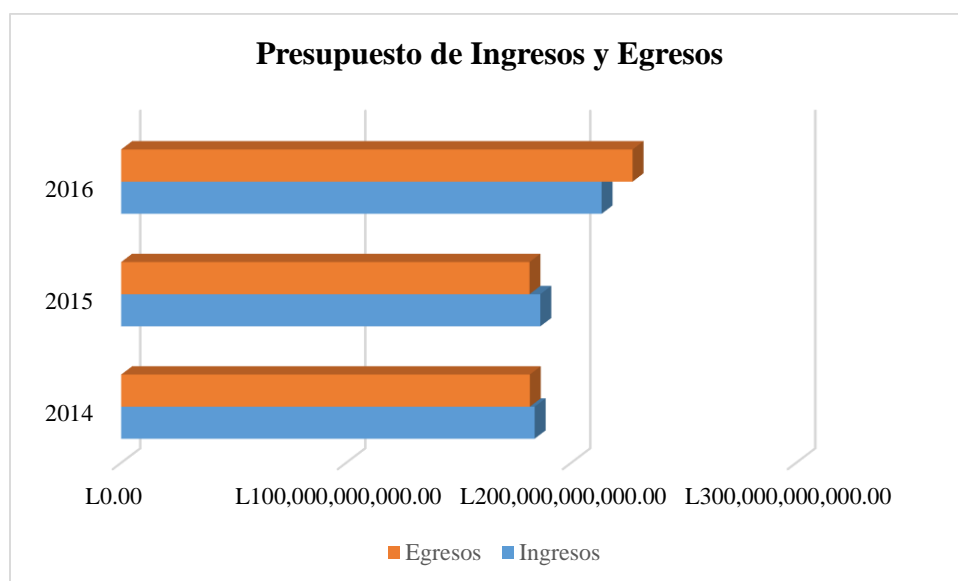
En consecuencia, para determinar el impacto económico monetario en cuanto al consumo

de combustibles en la flota vehicular estatal, se considera como fuente de análisis el Presupuesto de Ingresos y Egresos del Estado, según se muestra en la Tabla 16.

**Tabla 16 Presupuesto de Ingresos y Egresos del Estado**

Descripción	Devengado			Variación
	2014	2015	2016	
Ingresos	L183,785,244,446.00	L186,288,468,293.90	L213,534,216,436.50	7.79%
Egresos	L181,638,551,657.50	L181,477,926,375.70	L227,284,482,738.90	11.86%

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Finanzas (2016).



**Figura 9 Ingresos Vs. Egresos**

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Finanzas (2016).

Dentro del Presupuesto de Egresos, el gasto de Energía y Combustible se registran bajo una misma partida, gasto que ha mostrado un crecimiento anual de 14.04% entre 2014 y 2016 (ver Figura 9), como se detalla en la siguiente Tabla 17 Gasto en Energía y Combustible Tabla 17.

**Tabla 17 Gasto en Energía y Combustible**

	2015	2016	Variación
Administración Descentralizada	L21,755,107,517.00	L24,663,312,757.00	13.37%
Administración Central	L85,974,434.20	L244,024,736.30	183.83%
<b>Total</b>	<b>L21,841,081,951.20</b>	<b>L24,907,337,493.30</b>	<b>14.04%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Finanzas (2016).

Para obtener el dato en cuanto al gasto de combustibles dentro del Presupuesto General del Estado, se utilizó como principal fuente de investigación el portal único de transparencia del gobierno, con datos de publicación del 2016, así como información obtenida directamente de las instituciones bajo estudio. De la información analizada se obtuvo que, de la flota vehicular estatal de la muestra bajo estudio, en global hubo un gasto de combustible y lubricantes por un valor total de L288,242,206.00, de los cuales L1,869,194.00 corresponde a gastos de Lubricantes (ONCAE 2016), por lo que el gasto en combustibles es de L286,373,012.00 al año 2016.

Tomando en cuenta que el 80% de la flota vehicular estatal analizada se concentra en 17 instituciones, estas en cuanto al gasto representan el 77% del total, que equivale a L220.440 millones ver ANEXO A. De acuerdo a la información analizada, considerando el presupuesto de ingresos y egresos del año 2016, el consumo de combustibles de la muestra analizada representa un gasto del 0.12% del total del presupuesto nacional (ver Tabla 18).

**Tabla 18 Gasto en combustibles fósiles para la muestra analizada con respecto al presupuesto general de egresos 2016**

Gasto de combustible (muestra analizada)	L286,373,012.21
Presupuesto Egresos 2016	L227,284,482,738.90
Impacto del gasto sobre el Presupuesto General de la República 2016	0.12%

Fuente: Elaboración propia con datos del portal único de transparencia del gobierno (2016).

### 3.3.2. Instrumentos

LEAP es un software que permitirá la elaboración y análisis de escenarios (tendencial y alternativo), cuyos resultados son basados en información obtenida de diferentes fuentes, tales como entrevistas no estructuradas con funcionarios de instituciones públicas, de informes oficiales publicados y de análisis propios fundamentados en la información obtenida.

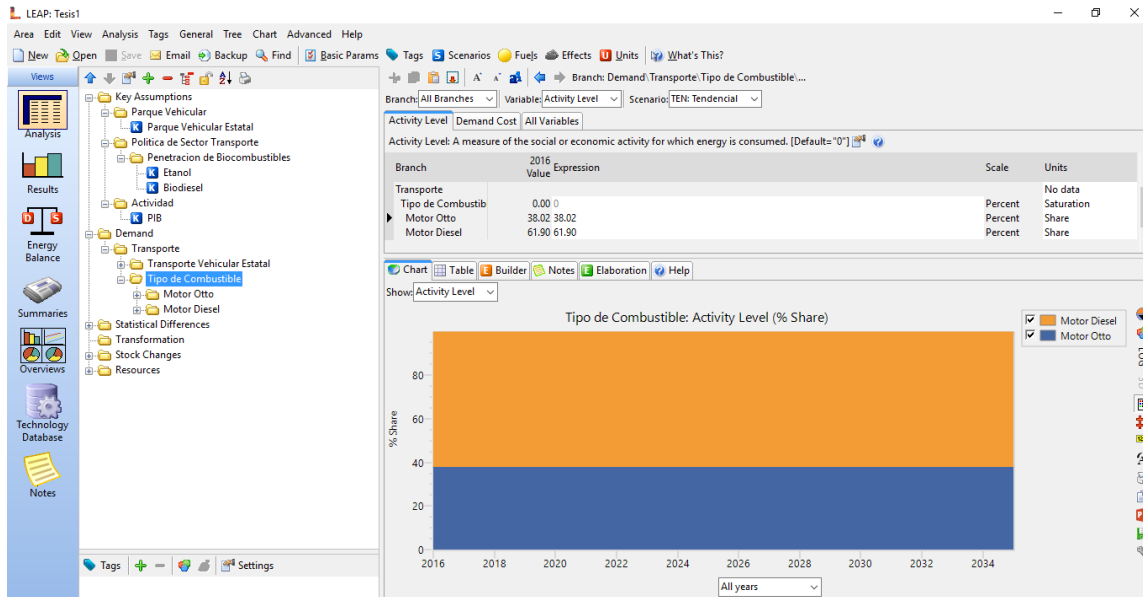
Para lograr cumplir el objetivo general planteado, las principales variables investigadas son el impacto ambiental a través de la identificación de las principales emisiones de gases de efecto

invernadero generadas y el costo que representa para el Estado el consumo de combustibles fósiles en la flota estatal de Honduras. En consecuencia, es necesario tener identificada la muestra de estudio, la que se centra en las instituciones estatales. Una vez identificada la muestra, determinar la flota vehicular con la que cada una cuenta, la antigüedad, el consumo y tipo de combustibles, el gasto que este representa y su impacto dentro del Presupuesto General del Estado.

Con la información recolectada, se alimenta la base de datos de LEAP considerando una serie de variables en base a comportamientos históricos previamente analizados. Adicionalmente a analizar a las variables mencionadas anteriormente, se analizarán otras tales como el comportamiento del precio, la tendencia en las importaciones de los combustibles fósiles, crecimiento del parque vehicular estatal, y el crecimiento económico del país en términos del PIB, la fuente de información tomada es de INE, BCH principalmente.

Para establecer las variables bajo los cuales se realizarán ambos escenarios, el tendencial y el alternativo se consideran factores socioeconómicos, crecimiento del parque vehicular del país y la tendencia del comportamiento en la flota vehicular estatal, tipo de vehículo, comportamiento del consumo por tipo de combustible, consumo y gasto.

LEAP, que es el instrumento metodológico a utilizar, permitirá realizar el análisis de escenarios, en un horizonte de tiempo de 19 años, siendo el 2016 el año base. En la base de datos de LEAP se ingresará la información histórica y los supuestos establecidos anteriormente (ver Figura 10).



**Figura 10** Interfaz de LEAP con los supuestos establecidos

Fuente: LEAP (2017).

La correlación de las variables analizadas permitirá establecer la relación que tienen el PIB con el crecimiento en el parque vehicular, dado que a mayor crecimiento económico se supone que el parque vehicular crezca. Asimismo, si el precio en el mercado internacional de los combustibles fósiles incrementa, hasta cuanto podría disminuir la demanda de los mismos. Además, se analiza si el uso de combustibles alternativos tendrá un impacto positivo en las finanzas del estado o en la reducción de emisión de gases de efecto invernadero.

### 3.3.2.1. Variables de análisis

Para el análisis de los escenarios, se consideran datos de entrada y supuestos con los que se espera obtener resultados con los que se espera responder a los objetivos planteados. Entre los datos de entrada se mencionan el crecimiento económico del PIB y el gasto del combustible en términos monetarios. Estos datos son obtenidos de fuentes bibliográficas en base a estudios previos, datos que al conjugarlos con otras variables (supuestos) permitirán responder a los objetivos de investigación planteados. Un supuesto es una premisa en base a información histórica

disponible que al correlacionarla con otros datos de entrada y/o supuestos arrojarán un resultado. Entre los supuestos definidos se encuentra el crecimiento del parque vehicular estatal, tipo de combustible utilizado por la flota vehicular estatal y el precio de los combustibles. Al analizar y correlacionar estas variables, el software permitirá obtener resultados tales como las emisiones generadas en términos de cantidades.

Para el planteamiento de las variables a analizar, detalladas a continuación, se tomó como base la información histórica disponible. En la siguiente Tabla 19 se resumen los datos de entrada y supuestos que se utilizarán en LEAP y en Excel para obtener los resultados por cada escenario.

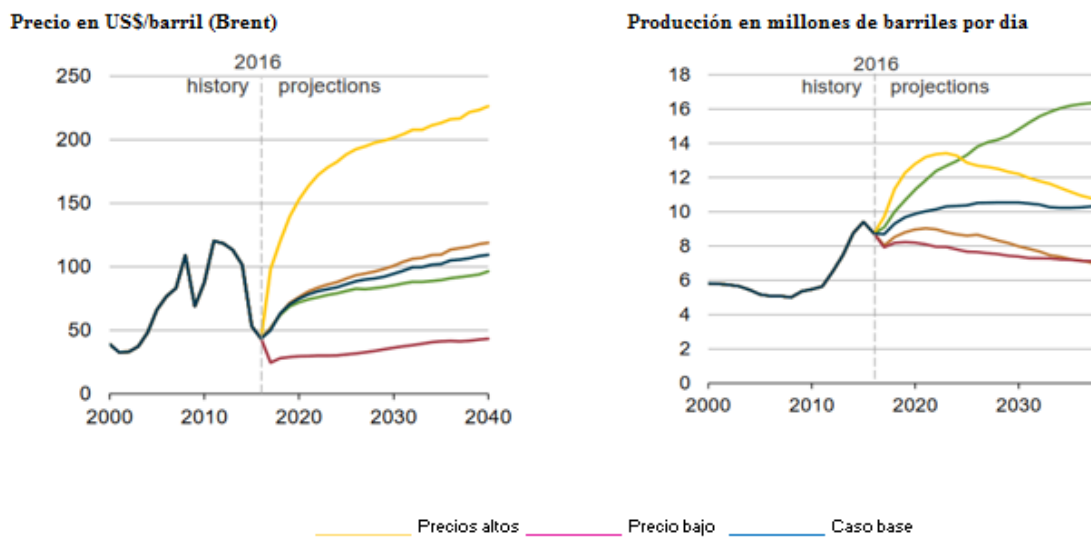
**Tabla 19 Variables a analizar en los escenarios propuestos.**

Variable		Escenarios	
		Tendencial	Alternativo
Crecimiento del parque vehicular estatal		1%	1%
Tipo de combustible utilizado	1. Gasolina	38.00%	30.40%
	2. Diésel	62.00%	49.60%
	3. Biocombustibles	0.00%	20.00%
Introducción de mezclas (etanol, biodiésel)		0.00%	20%
Importación de combustibles (barriles):		108,266.68	98,389.08
Consumo de biocombustibles (gal)		0.00	909,440.10
Costo de los combustibles		US\$100.00/barril	US\$100.00/barril
Precios de los combustibles			
	1. Gasolina	L121.85	L121.85
	2. Diésel	L117.28	L117.28
	3. Etanol	L103.50	L103.50
	4. Biodiésel	L229.60	L229.60
Precios de los combustibles: Análisis de Sensibilidad 2035 (Caso Base)			
	1. Gasolina	L165.70	L165.70
	2. Diésel	L143.48	L143.48
	3. Etanol	L103.50	L103.50
	4. Biodiésel	L229.60	L229.60
Precios de los combustibles: Análisis de Sensibilidad 2035 (Caso Precios Altos)			
	1. Gasolina	L364.36	L364.36
	2. Diésel	L315.50	L315.50
	3. Etanol	L103.50	L103.50
	4. Biodiésel	L229.60	L229.60
Crecimiento económico PIB a precios constantes (2000)		3.60%	3.60%

Fuente: Elaboración propia



En la misma Tabla 19 se consideran como datos de entrada el crecimiento económico del PIB Real. La mayoría de las variables establecidas, se basan en datos históricos para establecer las bases de las proyecciones para ambos escenarios. Sin embargo, en lo que respecta a la proyección del precio de los combustibles fósiles, los supuestos se realizan tomando en cuenta las proyecciones que se tienen de los mismos en el mercado internacional, como se muestra en la siguiente Figura 11.



**Figura 11 Proyecciones de Precio por barril y Producción en millones de barriles de petróleo del mercado internacional**

Fuente: Annual Energy Outlook “EIA” (2017).

La gráfica anterior muestra varios escenarios, siendo el escenario base el intermedio, tal como se muestra en la Tabla 20 el precio por barril depende de la proyección en la producción del petróleo. Para efectos de la investigación, se utilizará para el escenario tendencial, la referencia base de producción, como precio inicial en el primer año de análisis de US\$70 por barril para un nivel de producción de 8.5 millones de barriles diarios y que al 2035 es de 10 millones de barriles diarios y un precio de US\$100 por barril.

**Tabla 20 Posibles escenarios de precio por barril para los distintos escenarios**

<b>Escenario 1: Precios Altos</b>	<b>Año</b>				
	2020	2025	2030	2035	2040
Producción (millones de barriles diarios)	13	12.5	12	11	10.5
Precio	\$150.00	\$190.00	\$200.00	\$220.00	\$230.00

<b>Escenario 2: Base o tendencial</b>	<b>Año</b>				
	2020	2025	2030	2035	2040
Producción (millones de barriles diarios)	9	10.5	10.5	10	10.5
Precio	\$80.00	\$90.00	\$99.00	\$100.00	\$110.00

<b>Escenario 3: Precios Bajos</b>	<b>Año</b>				
	2020	2025	2030	2035	2040
Producción (millones de barriles diarios)	8	8	7.5	7	7
Precio	\$36.00	\$38.00	\$40.00	\$44.00	\$45.00

Fuente: Elaboración propia con datos de Annual Energy Outlook “EIA” (2017).

### 3.4 Posibles Mezclas

Dentro de las herramientas de investigación, empleadas en la metodología descrita, para determinar los mejores y más factibles escenarios con posibles mezclas de biocombustibles, se encuentran las entrevistas personales no estructuradas realizadas a los involucrados en la creación de políticas, leyes y medidas de control presupuestario y mitigación ambiental. Además, se considera el precedente establecido por países latinoamericanos con modelos similares exitosos, así como lo planteado en la ley de biocombustibles de Honduras que ya establece una base para la implementación de mezclas, de acuerdo a esto las mezclas consideradas serán las siguientes de la Tabla 21:

**Tabla 21 Tipos de Mezclas de biocombustibles**

<b>Tipo de Biocombustibles</b>	<b>Porcentaje de Mezcla y su Nomenclatura</b>		
	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>20%</b>
Etanol	E5	E10	E20
Biodiésel	B5	B10	B20

Fuente: Ley para la Producción y Consumo de Biocombustibles (2007).

### 3.4.1 Barreras de entrada

Según representante de la Unidad de Biocombustibles de la Comisión Administradora del Petróleo (CAP), las barreras que se han enfrentado para la implementación de las mezclas estipuladas en la ley de biocombustibles son las siguientes:

1. La ley se planteó desde el año 2007, cuando el precio del barril de bunker llegó a superar los US\$100. Como se puede observar en la Figura 12, todavía al año 2011 se encontraban precios por barril de bunker por más de US\$91 por lo que la implementación de mezclas de combustibles fósiles con biocombustibles era posible pues presentaba un ahorro económico, así como beneficio ambiental; sin embargo, en la actualidad la realidad es diferente.



**Figura 12 Precio Histórico del barril de crudo. 2011-2017**

Fuente: Marketwatch (2017).

El escenario actual es bastante diferente, pues el precio del barril de bunker no ha sobrepasado los US\$50 como se muestra en la Figura 13 en un periodo sostenido y se estima que continúe de esta manera, imposibilitando así la producción de biocombustibles en el país. Al día 9 de septiembre de 2017, se cuenta con un precio por barril de US\$48.33 mostrando un precio variable entre US\$47.70 y US\$48.70 durante el último mes (Marketwatch, 2017).



**Figura 13 Precio del barril de petróleo 9 de septiembre de 2017.**

Fuente: Marketwatch (2017).

2. Los productores del insumo desean que la materia prima para la producción de biocombustibles se pague al mismo precio que el aceite alimenticio, encareciendo aún más el producto.
3. La inversión necesaria para construir la cadena de abastecimiento, que incluya al menos una estación de servicio en las principales ciudades del país y que éstas cuenten con los elementos necesarios para llevar a cabo las mezclas como los tanques de almacenaje y las bombas para mezclado, es alta, y en los casos de éxito estudiados previamente como el de Brasil y Argentina, ha sido el Estado el encargado de realizar esta inversión (La nueva era del cambio climático, 2010).
4. Al utilizar biocombustibles es posible que los motores de los vehículos requieran algún tipo de modificación por lo que una barrera de entrada es la falta de una campaña de concientización que explique a los futuros usuarios la inversión requerida para la implementación de mezclas en sus vehículos. Es posible utilizar los aceites vegetales sin modificar, pero estos generalmente no son buenos carburantes pues contienen ácidos

grasos, fosfolípidos y otras impurezas que elevan su viscosidad y hacen difícil la utilización de los aceites directamente lo que podría ocasionar daños en los empaques o requerirse adaptaciones menores (Aplicaciones del biodiésel, 2017).

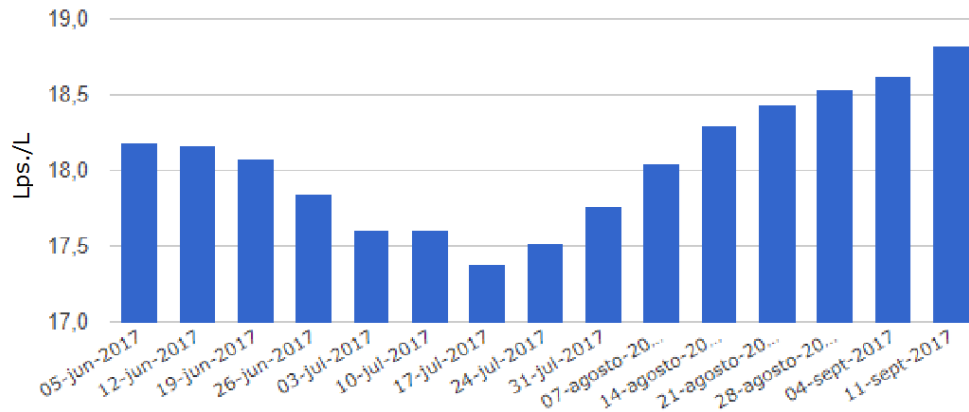
5. En la ley de los biocombustibles en Honduras, estos están considerados con una tasa de impuesto sobre venta del 0% por lo que el estado no percibiría ningún tipo de remuneración por galón de biocombustible consumido mientras que un galón de gasolina superior genera aproximadamente US\$1.409, \$1.242 en la gasolina regular y US\$0.861 por galón de diésel en concepto de impuestos, según Decreto 041-2004 (La Tribuna, 2016).

### **3.4.2 Oportunidades**

Como se estableció anteriormente tanto el biodiésel como el etanol enfrentan muchas barreras de entrada, en especial debido a la caída de los precios de los combustibles fósiles. Sin embargo, la posibilidad de implementar lo establecido en la Ley para la Producción y Consumo de Biocombustibles, específicamente las reformas a los artículos 5 y 12, del año 2014, aprobadas bajo Decreto No. 295-2013, en el Congreso Nacional, donde se sugiere la implementación de mezclas de biodiésel y etanol en diferentes porcentajes ya da pie a la implementación de este tipo de medida, entre las principales consideraciones para generar oportunidades para esto se encuentran las siguientes:

1. El panorama para la utilización del biodiésel es mucho más difícil que del etanol, puesto que los costos son sustancialmente más elevados, desde la materia prima hasta el costo operativo de producción y suministro (CAP, 2017).
2. La Figura 14 muestra la constante variación de los precios del diésel por litro en Honduras por lo que el gobierno ha considerado en borradores de políticas energéticas la implementación de las mezclas con biodiesel para brindar seguridad energética al país

(Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, 2017).



**Figura 14 Precios del Diésel por litro de junio a septiembre de 2017**

Fuente: (Global Petrol Prices, 2017).

3. Con un precio base por galón de diésel de L71.27 en el escenario de realizar las mezclas B5 y B10 para el biodiésel, los resultados serían los siguientes mostrados en la Tabla 22:

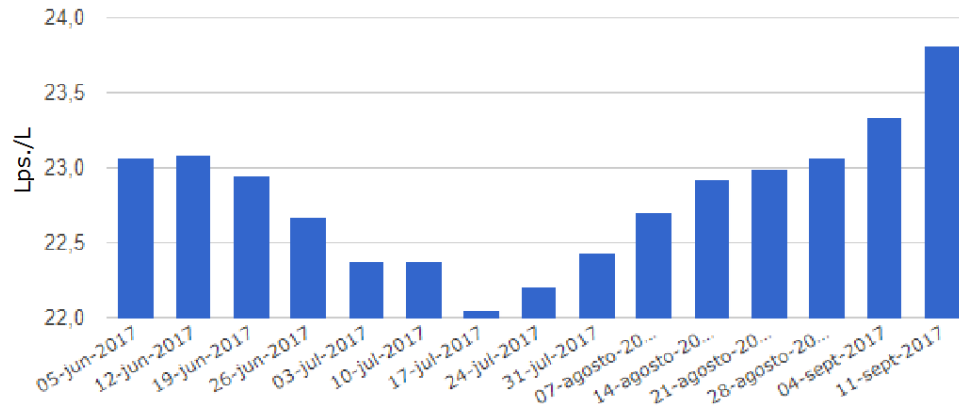
**Tabla 22 Precios (gal) estimados de diésel, biodiésel y las mezclas consideradas**

Combustible	Precio
Diésel	L71.27
Biodiésel	L103.55
Mezcla B5	L73.28
Mezcla B10	L76.94
Mezcla B20	L78.93

Fuente: (CAP, 2017).

4. El etanol, al provenir principalmente de la industria del azúcar, contiene una cadena de producción mucho más desarrollada en el país, además de que los costos se distribuyen mejor en el producto al ser el resultado de un subproducto generado por la producción de azúcar.
5. En el caso del etanol, el precio por litro de gasolina es superior al de diésel y es incluso más variable, además de tener una mayor demanda dentro de la flota vehicular nacional y aunque dentro de la muestra analizada predominen los vehículos a base de motores diésel

es un factor a considerar puesto que esto representaría una opción al resultar más económico (INE, 2016).



**Figura 15 Precios de la gasolina por litro de junio a septiembre de 2017**

Fuente: (Global Petrol Prices, 2017).

1. Con un precio base por galón de gasolina de L90.13 (ver Figura 15), el costo referencia proporcionado de L49.22 para la obtención de los insumos de etanol aunque no considera los costos de producción, los cuales se estima que se deben sumar aproximadamente L20 al precio base por tanto se obtendría un precio final aproximado de L69.22, volviéndose este un escenario más viable a corto plazo pues disminuiría el precio actual de la gasolina como se muestra en la Tabla 23.

**Tabla 23 Costos (gal) estimados de Gasolina y Etanol**

Combustible	Precio
Gasolina	L90.13
Etanol	L69.22
Mezcla E5	L87.43
Mezcla E10	L84.81
Mezcla E20	L82.27

Fuente: (CAP, 2017).

### 3.4.4 Ventajas

Como se ha observado durante el desarrollo de la presente investigación, el reemplazo total o parcial de los combustibles fósiles por biocombustibles presenta muchos beneficios en materia

ambiental como la disminución sustancial de las emisiones emitidas al ambiente en concepto de gases de efecto invernadero (GEI), pero además se podrían considerar las siguientes ventajas:

- Se incrementa la mano de obra local por tanto el empleo;
- Sustituye divisas;
- Al ser importadores del 100% de los combustibles consumidos, la utilización de mezclas genera cierta independencia energética; y
- Los vehículos pueden funcionar 100% con biocombustible (biodiésel o etanol).

### **3.1.4 Medidas para la implementación de la utilización de mezclas**

Dentro de las medidas inmediatas que se podrían tomar para lograr implementar la utilización de mezclas de biocombustible se encuentra la siguiente:

Creación de una política de transporte que contemple al menos lo siguiente:

- Introducción paulatina del uso de biocombustibles en la flota vehicular estatal, establecer metas por años para cumplir primero con el 5%, luego con el 10% y finalmente con el 20% al cabo de 19 años, implementando en primera instancia el uso de biodiésel debido a las características de la flota vehicular estatal que se trata en su mayoría de vehículos con motores diésel.
- También se podría implementar la utilización un solo tipo de gasolina llamada CBOBs que es una gasolina de bajo octanaje, aproximadamente 82 RON que se utiliza para ser mezclada directamente con etanol, dependiendo del porcentaje de etanol utilizado se pueden lograr octanajes equivalentes al de la gasolina regular y superior que actualmente se consume en el país por lo que no habría necesidad de importar distintos tipos de gasolinas (CAP 2017).



## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANALISIS

La herramienta utilizada para realizar el análisis de los datos recopilados fue LEAP, que permitió modelar dos escenarios: el tendencial y el alternativo a un horizonte de tiempo de diecinueve (19) años para el sector transporte vehicular estatal en Honduras y pronosticar cuál será su impacto económico y ambiental mediante el análisis de la proyección de consumo de combustibles fósiles versus el uso de combustibles alternativos y de esta manera lograr cumplir con los objetivos propuestos.

El proceso que se siguió durante la metodología consistió en los siguientes pasos:

### 4.1 Definición del año base

Para este estudio se consideró como año base el 2016 y el año final el 2035, por lo que los análisis de los escenarios se realizaron comprendiendo el período entre el 2017 y el 2035. En la Figura 16 de LEAP se muestra cómo se configuraron los parámetros de evaluación iniciales.

Basic Parameters

Scope & Scale | **Years** | Default Units | Costing | Calculations | Loads | Optimization | Stocks | Internet | Charts | Folders | Security

Base Year: 2016 (First calculated year)

First Scenario Year: 2017 (First year in which scenario expressions used)

End Year: 2035 (Last calculated year)

Results Every: 1 years (must=1 for cost and stock turnover analyses)

Monetary Year: 2016 (Year to which all costs are discounted)

First Depletion Year: 2035 (First year in which reserves are depleted)

Count Costs to End Year

Last Year to Count Costs: 2030 (costs after this year will be ignored)

Default Time-Series Years:

1.  2.  3.  4.

Close Help

**Figura 16** Definición de parámetros iniciales en LEAP

Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

## **4.2 Actualización de base de datos con información económica y estadística**

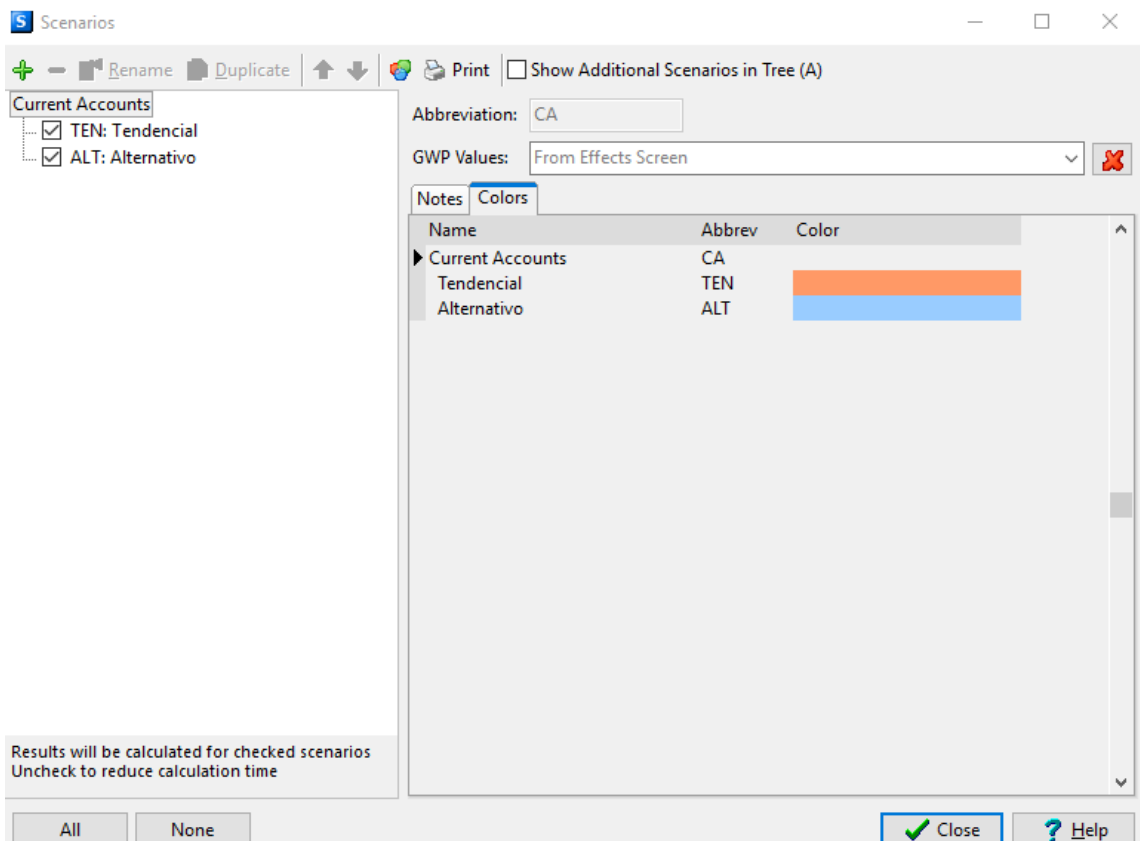
Como base para la elaboración del análisis de escenarios se contó con una base de datos con información de variables económicas desde 2011, la cual se actualizó al 2016 con información obtenida de fuentes como Banco Central de Honduras (BCH) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) principalmente. A partir del año 2017 se realizaron las proyecciones al año 2035 tomando como variables de crecimiento las mencionadas en el capítulo III de Metodología. Es importante mencionar que la información considerada es en base a precios constantes del año 2000<sup>7</sup>, la estadística muestra que en Honduras este año base cambia cada veinte (20) años y para efectos del estudio también se hace una proyección estimada de la tasa de referencia para el año 2020 que sería el próximo año base.

## **4.3 Formulación de los dos escenarios evaluados: tendencial y alternativo**

Considerando las variables bajo estudio y para poder alcanzar el objetivo general planteado, el análisis se realizó en base a dos escenarios: tendencial y alternativo, que, con la ayuda de la herramienta seleccionada, proyecta los resultados en el horizonte del tiempo predeterminado. El escenario tendencial se construye en base a variaciones en los indicadores de crecimiento económico, parque vehicular y consumo de combustibles en base al promedio anual registrado hasta el momento. El escenario alternativo, por su parte, si considera modificaciones en el comportamiento de las variables antes mencionadas, es por esto por lo que también se considera como el escenario deseado pues es el que incorpora la implementación de los cambios o de las variables deseadas. En la Figura 17 se ilustra visualmente como se estructuraron los escenarios en el software.

---

<sup>7</sup> Tasa de referencia para año 2000 = L15.1407 x US\$1



**Figura 17 Estructuración de escenarios en LEAP**

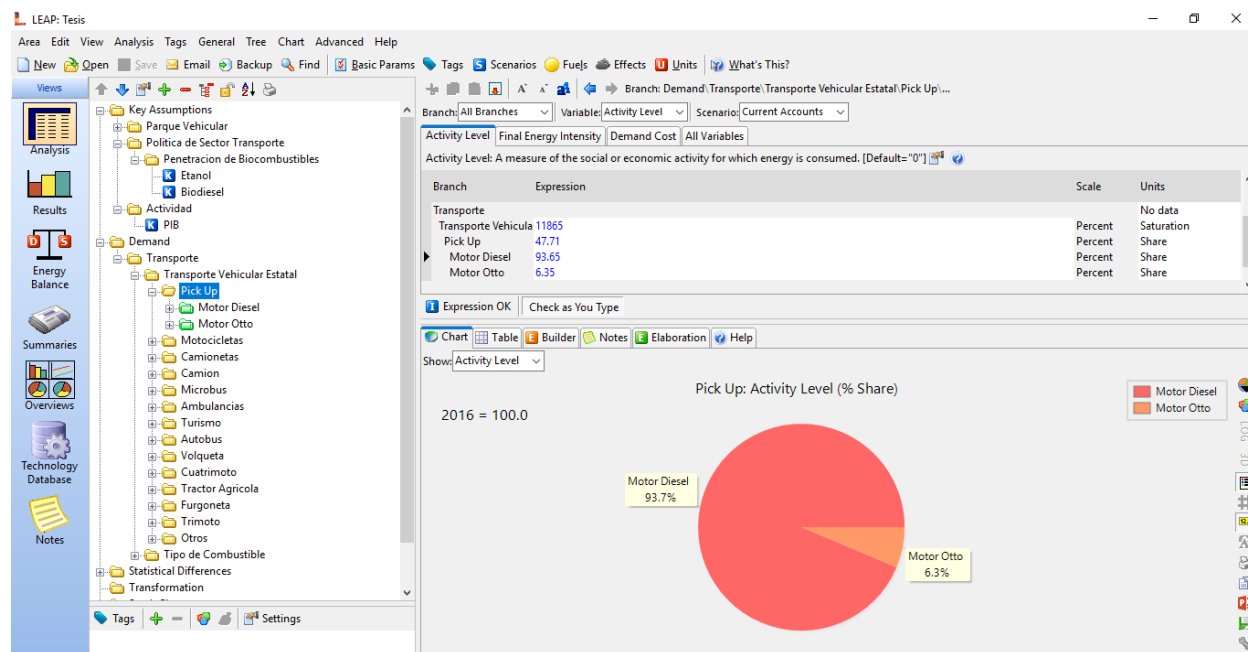
Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

#### 4.4 Modelación de la Demanda

A través de esta modelación se permite estimar los requerimientos energéticos en la flota vehicular estatal, en el horizonte de tiempo bajo estudio. Para cada escenario se consideran variables como el crecimiento en la flota vehicular, el kilometraje recorrido y el rendimiento. Es aquí donde se considera implementar una política de transporte que plantea la posibilidad de la sustitución paulatina de un porcentaje de combustible fósil utilizado actualmente en la flota vehicular estatal por el biocombustible correspondiente, biodiésel para motores diésel y etanol para motores gasolina.

Bajo el escenario tendencial se estima que las importaciones de combustibles fósiles para transporte incrementarán un 0.95% anual, mientras que bajo el escenario alternativo se estima que

para el año 2035, del total de combustibles para el transporte vehicular estatal se utilizará una mezcla del 20% en etanol y 20% biodiésel, por lo que el crecimiento anual en la importación de combustibles será inferior (ver Figura 18).



**Figura 18 Registro del consumo de combustible clasificado por tipo de vehículo y tipo de combustible utilizado en LEAP**

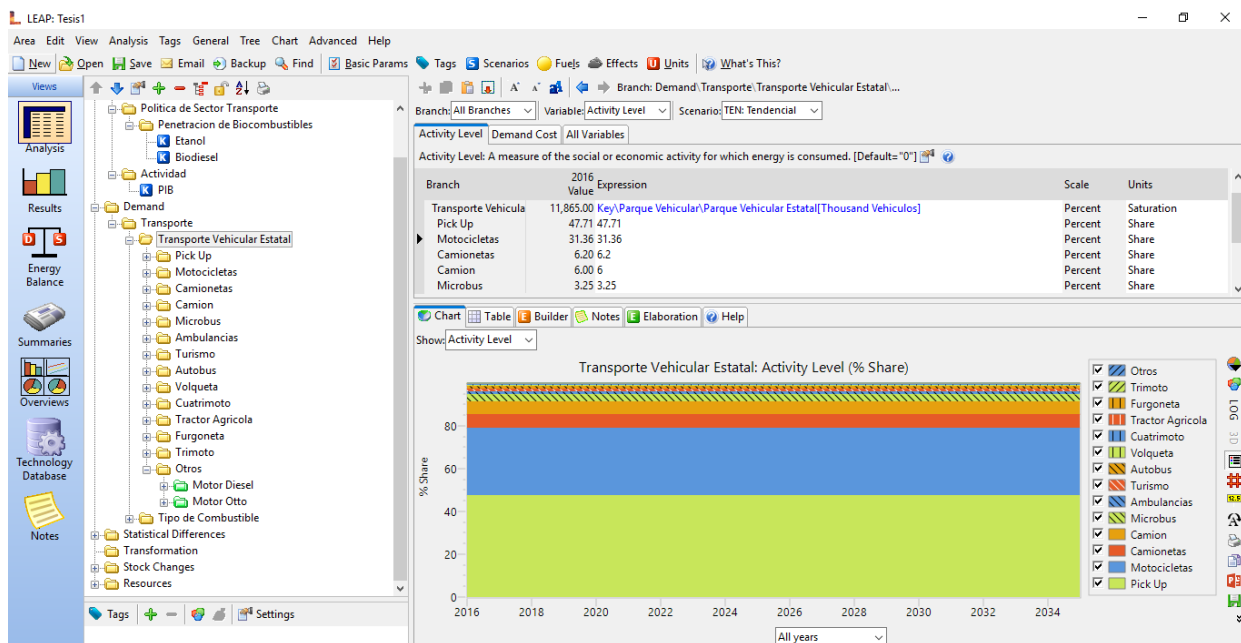
Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

#### 4.5 Definición de la estructuración de datos

Una de las fases más importantes para realizar el análisis energético es la definición de la estructura de datos. La estructura determina qué clase de tecnologías, políticas y rutas alternativas de desarrollo se pueden analizar. En la Figura 19 se muestra la estructura establecida para el presente estudio de investigación, en ella se detallan en primer lugar los principales supuestos establecidos que son en primera instancia, el registro del parque vehicular con el respectivo establecimiento de los parámetros de crecimiento, segundo, la política de transporte sugerida que es principalmente la penetración del uso de biocombustibles en la flota vehicular estatal, específicamente el biodiésel y el etanol y en tercero, el crecimiento del PIB para posteriormente

relacionarlo con los indicadores económicos, todas las variables antes mencionadas tienen diferentes valores para los respectivos escenarios analizados, tanto el tendencial como el alternativo.

Posteriormente, se establece la demanda total de combustibles para la muestra analizada desglosándola por tipo de vehículo y por tipo de tecnología, esta caracterización es de vital importancia para el análisis de emisiones contaminantes generadas por la muestra.



**Figura 19** Diseño de estructura de LEAP

Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

#### 4.6 Resultados

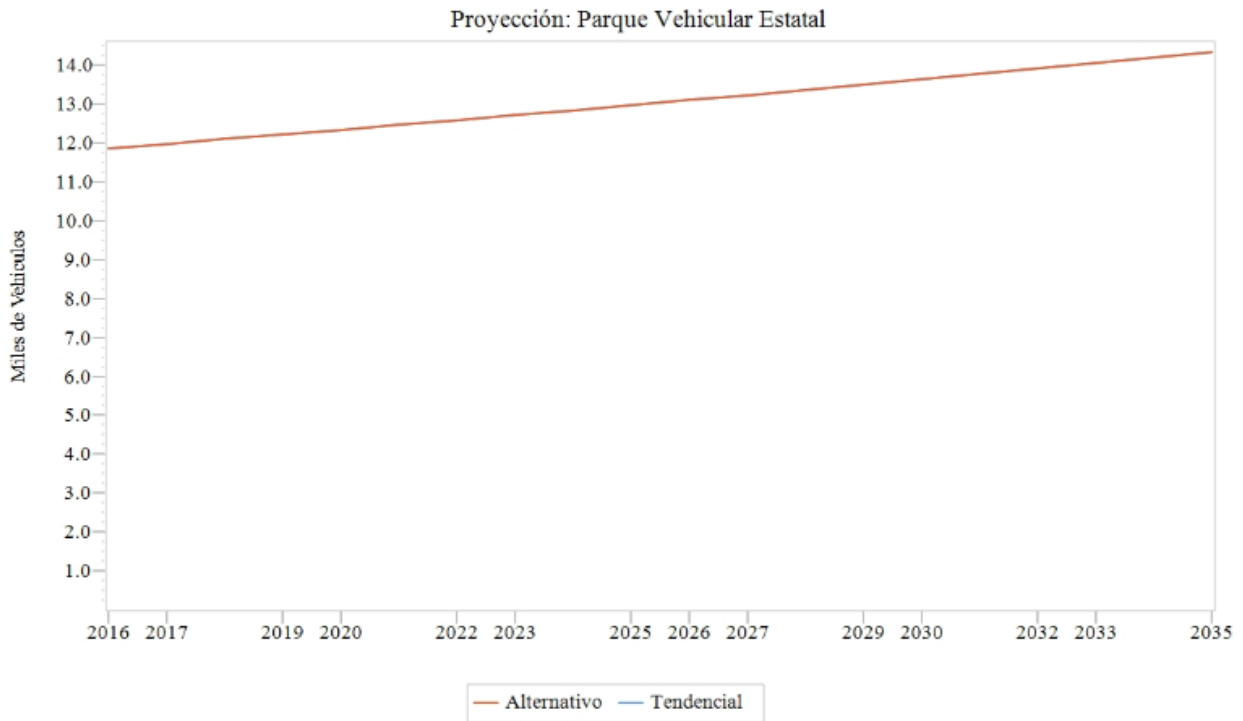
Una vez explicado el proceso llevado a cabo, se procedió al análisis de los datos. Considerando las variables definidas para analizar los dos escenarios propuestos, se obtuvieron diferentes resultados que permitieron dar respuesta a las preguntas de investigación, así como lograr los objetivos definidos.

Entre los resultados primarios obtenidos y necesarios para la modelación de los escenarios

tendencial y alternativo se muestran a continuación.

#### 4.6.1 Evolución del parque vehicular

El estudio considera un crecimiento anual del 1% anual en ambos escenarios, con este dato se proyecta que para el año 2035, el estado contará con 14,300 vehículos. Al realizar el análisis en el software se muestra la siguiente Figura 20.

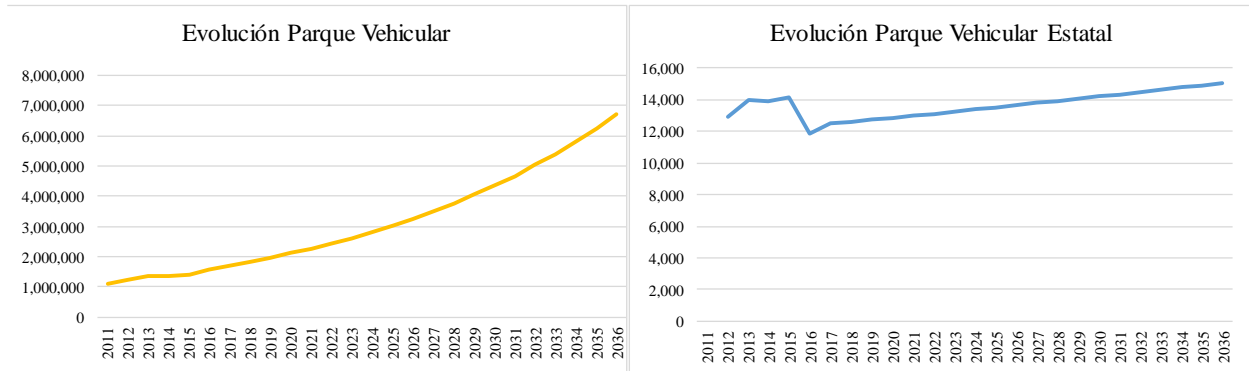


**Figura 20 Evolución del parque vehicular, ambos escenarios**

Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

#### 4.6.2 Parque Vehicular Estatal

Del total del parque vehicular de Honduras de 1,580,625 al 2016 según datos del INE, aproximadamente el 1% pertenecen al Estado (ver Figura 21). El análisis detalla el tipo de flota vehicular, tipo de combustibles, consumo en volumen y en valores monetarios.



**Figura 21 Evolución del parque vehicular nacional vs. Parque vehicular estatal**

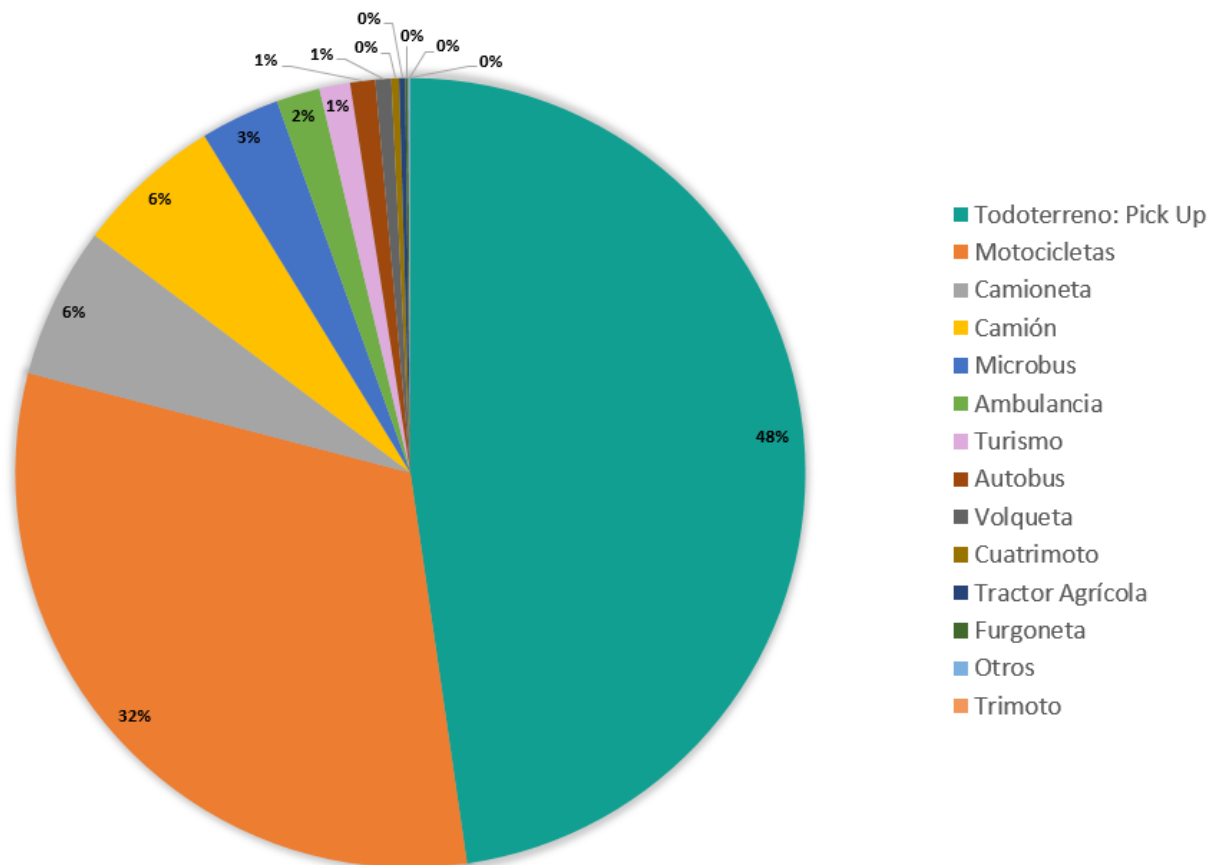
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE, BCH.

La flota vehicular estatal se compone de trece tipos diferentes de vehículos y una sección de otros atribuida a vehículos no caracterizados, de los trece tipos de vehículos existentes, los tipo Pick Up son la mayoría, conformando casi el 48% del total de la muestra, así mismo, la mayor parte de estos utilizan motores a base de combustible diésel.

Las motocicletas por su parte constituyen el 31.36% de la muestra y a diferencia de la mayoría de los demás vehículos de la muestra, funcionan todas con motores a base de gasolina.

### 4.6.3 Desglose de la Flota Vehicular Estatal

Según el análisis realizado, la flota vehicular del estado está compuesta de la siguiente manera en la Figura 22:



**Figura 22 Desglose de Flota Vehicular Estatal**

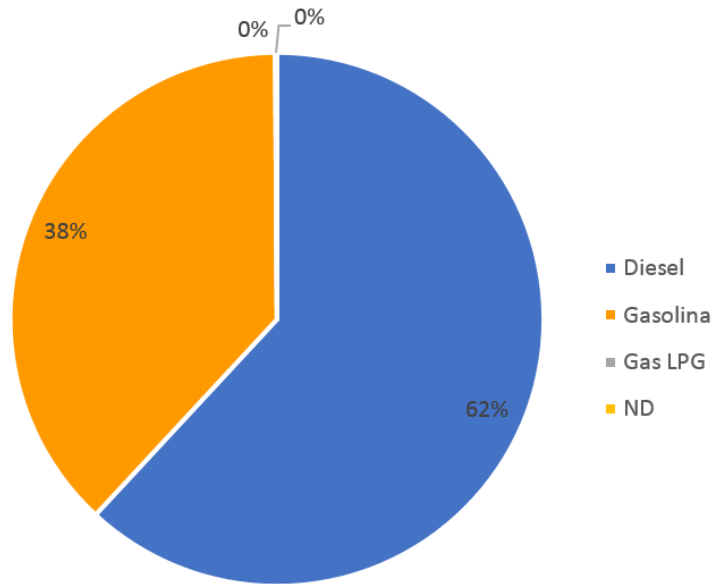
Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

#### 4.6.3.1 Combustible utilizado por la flota vehicular estatal

Según la información analizada, se establece que el mayor porcentaje de la flota del estado consume diésel con un 61.91%, seguido por un 37.98% que consume gasolina, un pequeño porcentaje de 0.02% que consume gas LPG, atribuyéndosele a este inciso únicamente tres unidades y 0.08% del combustible consumido a no determinados como se muestra en la Figura 23, a continuación se muestra el tipo de combustible por tipo de vehículo en las Figura 24, Figura 25,



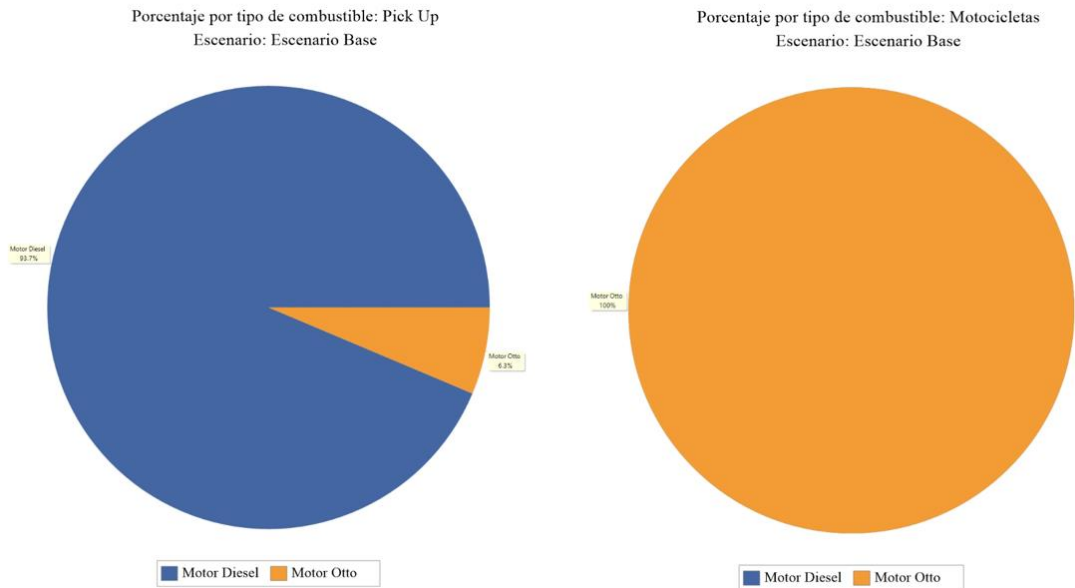
Figura 26, Figura 27, Figura 28, Figura 29, y Figura 30.



**Figura 23 Tipo de combustible utilizado por la flota vehicular estatal**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bienes Nacionales y LEAP (2017).

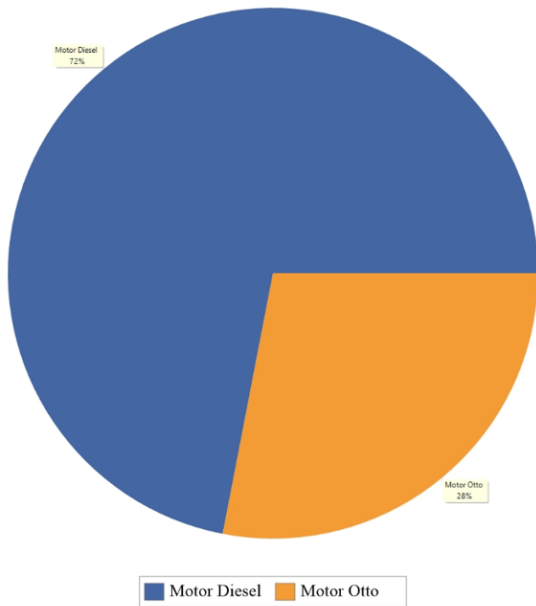
#### 4.6.3.2 Tipo de combustible por tipo de vehículo escenario base



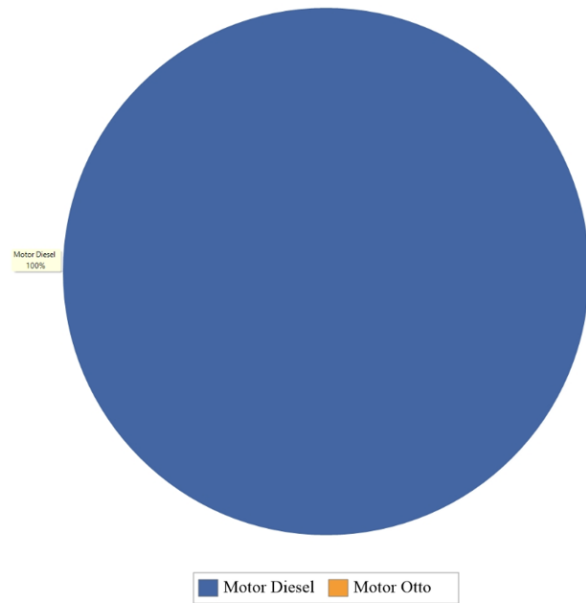
**Figura 24 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Pick Up y Motocicletas)**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bienes Nacionales y LEAP (2017).

Porcentaje por tipo de combustible: Camionetas  
Escenario: Escenario Base



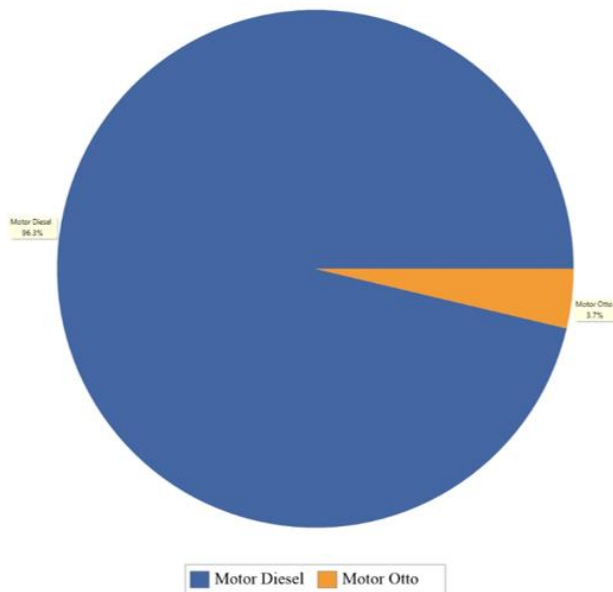
Porcentaje por tipo de combustible: Camión  
Escenario: Escenario Base



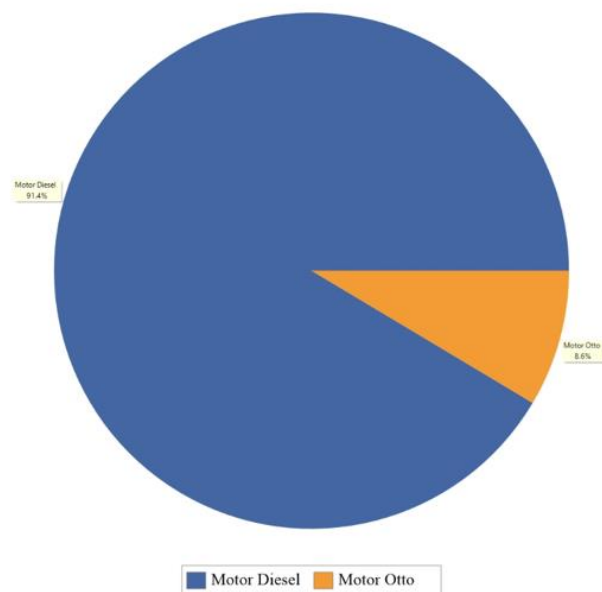
**Figura 25 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Camionetas y Camiones)**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bienes Nacionales y LEAP (2017).

Porcentaje por tipo de combustible: Microbus  
Escenario: Escenario Base

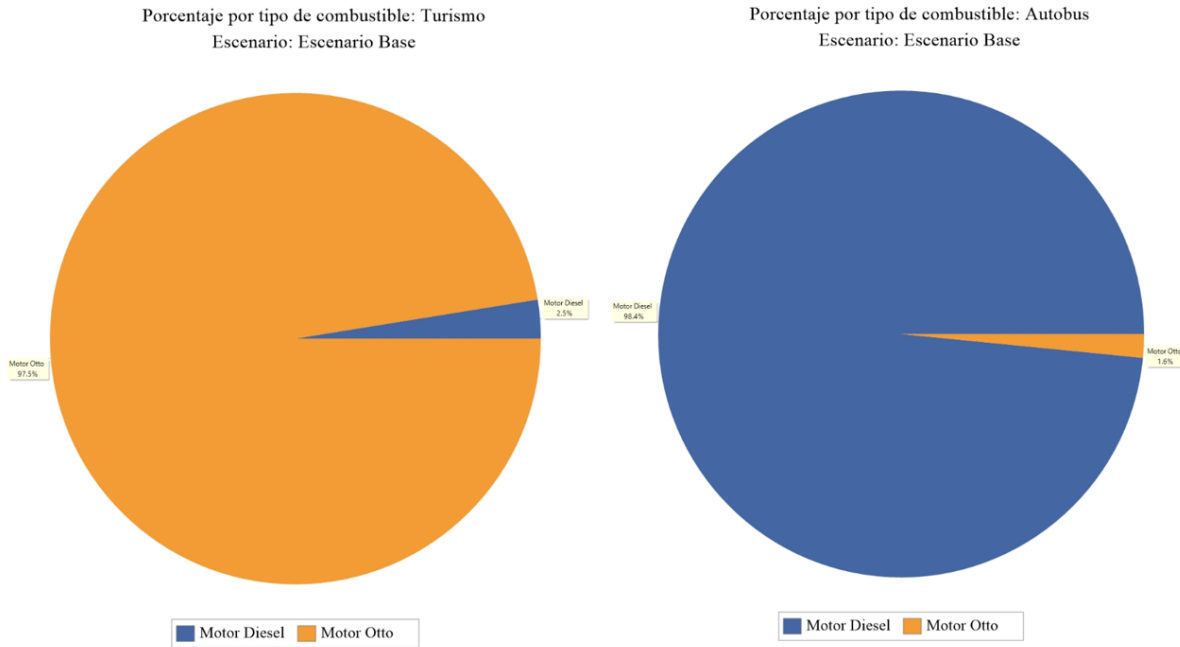


Porcentaje por tipo de combustible: Ambulancias  
Escenario: Escenario Base



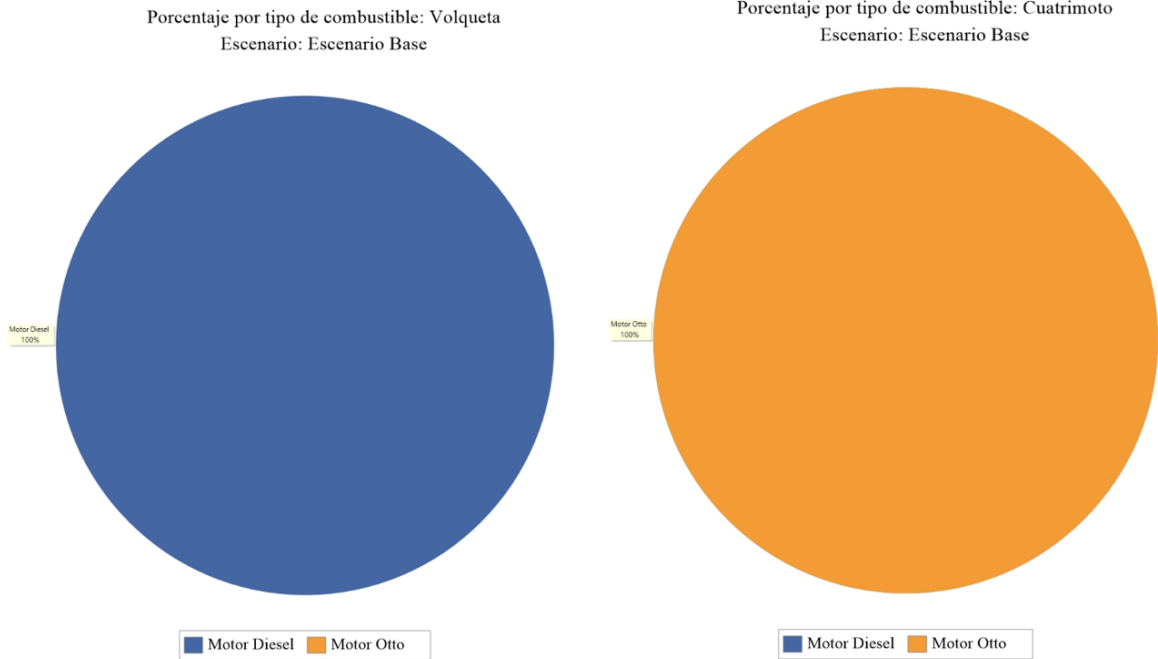
**Figura 26 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Microbús y Ambulancia)**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bienes Nacionales y LEAP (2017).



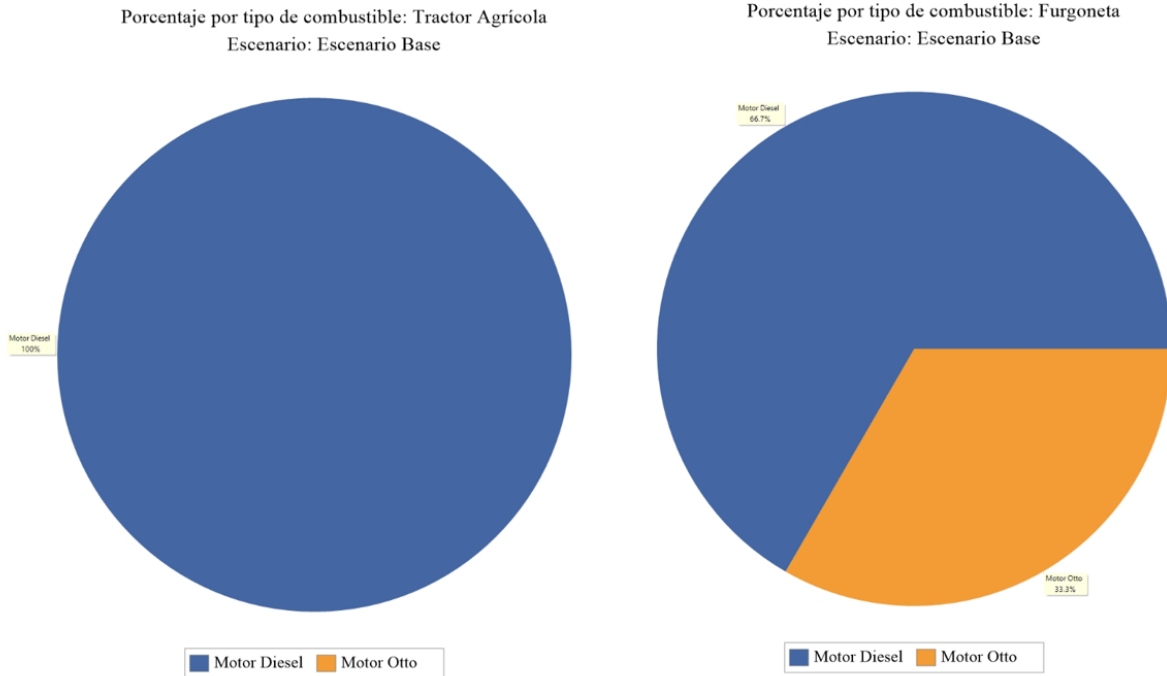
**Figura 27 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Turismo y Autobús)**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bienes Nacionales y LEAP (2017).



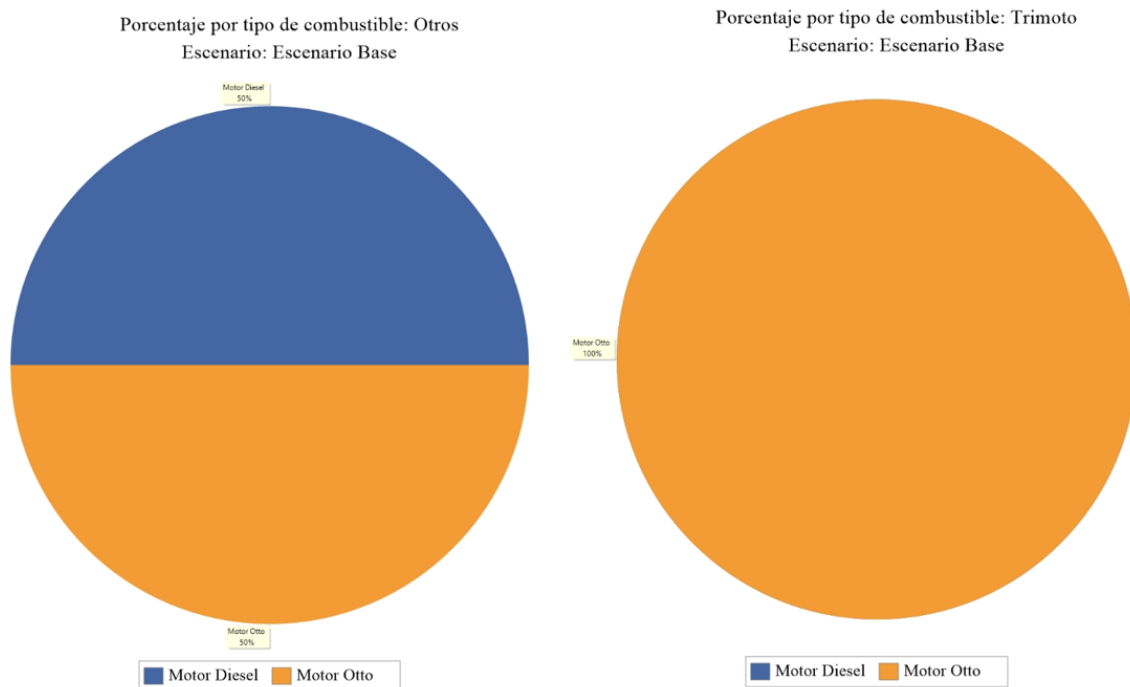
**Figura 28 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Volqueta y Cuatrimoto)**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bienes Nacionales y LEAP (2017)



**Figura 29 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Tractor Agrícola y Furgoneta)**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bienes Nacionales y LEAP (2017)



**Figura 30 Tipo de combustible por tipo de vehículo (Otros y Trimoto)**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Bienes Nacionales y LEAP (2017).

#### 4.6.5 Política de Transporte

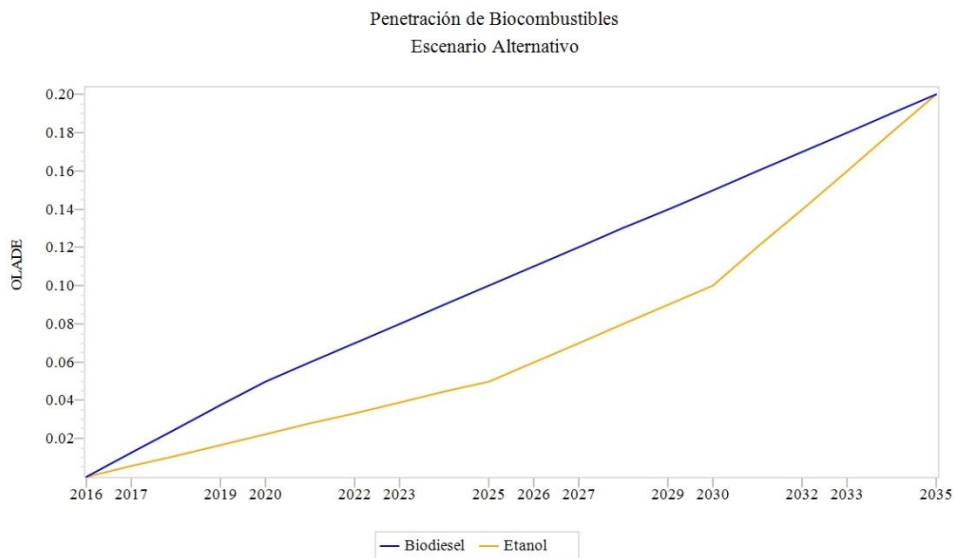
Dentro de la modelación en LEAP, para el escenario alternativo, la política asumida como un supuesto es la penetración de biocombustibles: etanol y biodiésel. Se considera que la implementación se llevará a cabo de forma escalonada o paulatina. En la Tabla 24 se muestra cuáles fueron los datos ingresados e interpolados en el software. En el escenario tendencial no se contempla la implementación de ninguna política.

**Tabla 24 Política de Transporte**

Año	Etanol	Biodiésel
2020	0%	5%
2025	5%	10%
2030	10%	10%
2035	20%	20%

Fuente: Elaboración propia basado en lo estipulado en la Ley de Biocombustibles 2013.

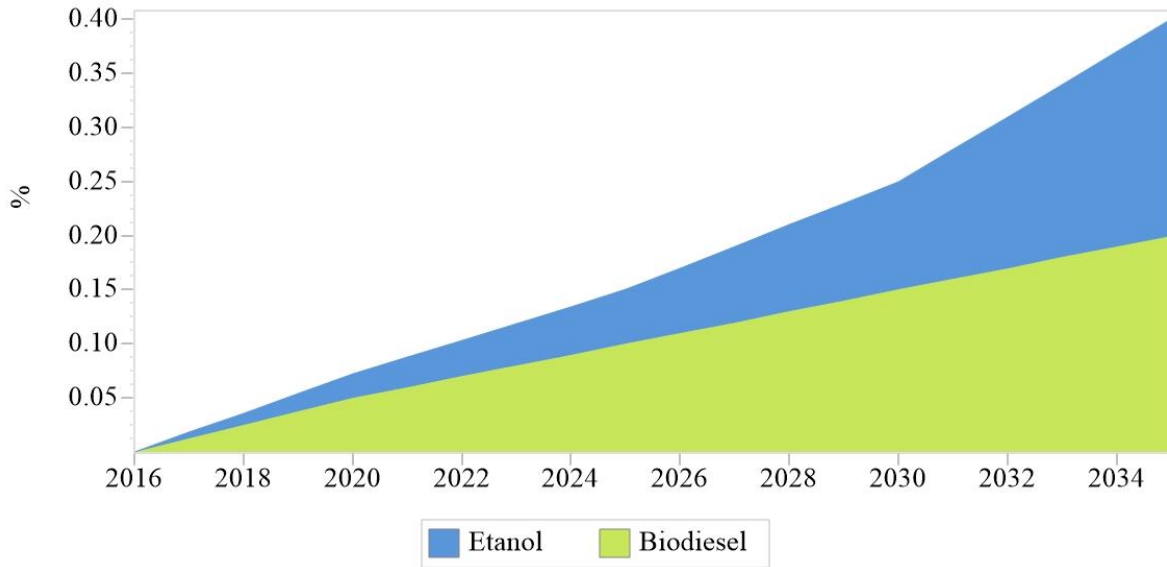
Al ingresar los supuestos enunciados en la Tabla 24 anterior, para el escenario alternativo, la implementación de la política propuesta se puede observar en la siguiente Figura 31, se observan las tendencias progresivas tanto para el biodiésel como para el etanol.



**Figura 31 Penetración de Biocombustibles**

Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

**Penetración de Biocombustibles**  
Escenario Alternativo



**Figura 32 Penetración de Biocombustibles según participación**

Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

En esta Figura 32 se muestra que, según las proyecciones establecidas, el biodiésel tendrá mayor penetración, esto se debe a que se considera el hecho de que la flota vehicular estatal consume en su mayoría diésel como principal fuente de combustible (62%). De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos, se muestra que para el 2035 bajo el escenario alternativo, la flota vehicular estatal utilizará en un 49.60% diésel, y 30.40% gasolina tal como se muestra en la Tabla 25.

**Tabla 25 Uso de combustibles por tipo (Escenario Tendencial y Alternativo)**

Tipo de Combustible	Tendencial		Alternativo	
	2017	2035	2017	2035
Biodiésel	0.00%	0.00%	0.00%	12.38%
Diésel	62.00%	62.00%	61.90%	49.60%
Etanol	0.00%	0.00%	0.00%	7.62%
Gasolina	38.00%	38.00%	38.02%	30.40%
Total Biocombustibles	0.00%	0.00%	0.00%	20.00%

Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

#### 4.6.6 Demanda final de Energía

Para determinar la demanda de energía en Giga joule (GJ), se llevaron a cabo los procesos, que se detallan a continuación:<sup>8</sup>

1. Definir parque vehicular para ambos escenarios;
2. Determinar la participación de cada vehículo dentro del parque vehicular estatal;
3. Determinar el tipo de combustible y motor de cada vehículo;
4. Determinar el consumo en galones (ver Tabla 26): Este dato se obtuvo a partir de la siguiente formula:

*Consumo en galones*

*= Parque vehicular (miles de vehículos)*

*\* % de participación por tipo de motor \* galones al año por vehículo*

Los galones al año por vehículo se calcularon utilizando la siguiente formula:

$$\text{Galones al año por vehiculo} = \frac{\text{Recorrido anual estimado (km)}}{\text{Rendimiento promedio (km/gal)}}$$

5. Convertir el consumo calculado a GJ (ver Tabla 27), utilizando como factor:

1 galón gasolina = 0.13716 GJ (Berkeley, 2017).

1 galón diésel = 0.14652 GJ (Berkeley, 2017).

---

<sup>8</sup> La información analizada y proyectada toma el año 2016 como año base.

**Tabla 26 Consumo de combustible por tipo de vehículo (gal)**

Datos Año Base 2016					
Tipo de Vehículo	Parque Vehicular	Participación	Motor Otto	Motor Diésel	gal al año
Todoterreno: Pick Up	5,661	47.71%	6.35%	93.65%	1,930,047
Motocicletas	3,721	31.36%	100.00%	0.00%	535,096
Camioneta	736	6.20%	28.04%	71.96%	262,638
Camión	712	6.00%	0.00%	100.00%	691,435
Microbús	386	3.25%	3.70%	96.30%	62,411
Ambulancia	211	1.78%	8.56%	91.44%	184,627
Turismo	149	1.26%	97.45%	2.55%	47,131
Autobús	122	1.03%	1.56%	98.44%	39,450
Volqueta	77	0.65%	0.00%	100.00%	42,796
Cuatrimoto	37	0.31%	100.00%	0.00%	970
Tractor Agrícola	29	0.25%	0.00%	100.00%	2,730
Furgoneta	14	0.12%	33.33%	66.67%	2,201
Otros	10	0.08%	50.00%	50.00%	0
Trimoto	1	0.01%	100.00%	0.00%	6
<b>Total</b>					<b>3,801,538</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Bienes Nacionales y consumos estimados por tipo de vehículo.

**Tabla 27 Consumo en Giga Joule por tipo de vehículo y motor.**

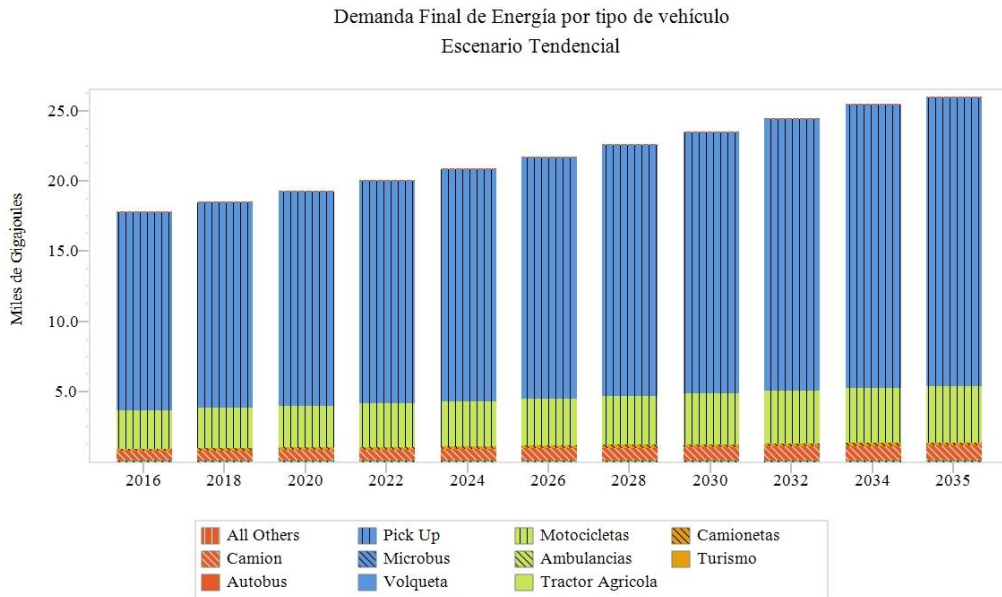
	Consumo Gal		Consumo GJ		
	Motor Otto	Motor Diésel	Motor Otto	Motor Diésel	GJ por vehículo
Todoterreno: Pick Up	122,558	1,807,489	16,810	264,833	25
Motocicletas	535,096	0	73,394	0	10
Camioneta	73,634	189,005	10,100	27,693	26
Camión	0	691,435	0	101,309	71
Microbús	2,312	60,099	317	8,806	12
Ambulancia	15,801	168,826	2,167	24,736	64
Turismo	45,930	1,201	6,300	176	22
Autobús	616	38,833	85	5,690	24
Volqueta	0	42,796	0	6,270	41
Cuatrimoto	970	0	133	0	2
Tractor Agrícola	0	2,730	0	400	7
Furgoneta	734	1,468	101	215	11
Otros	0	0	0	0	0
Trimoto	6	0	1	0	0
<b>Vehículos</b>	<b>797,656.99</b>	<b>3,003,881.37</b>	<b>109,406.63</b>	<b>440,129</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos de Bienes Nacionales y consumos estimados por tipo de vehículo.

Al ingresar los valores calculados en LEAP, se obtuvieron resultados para ambos

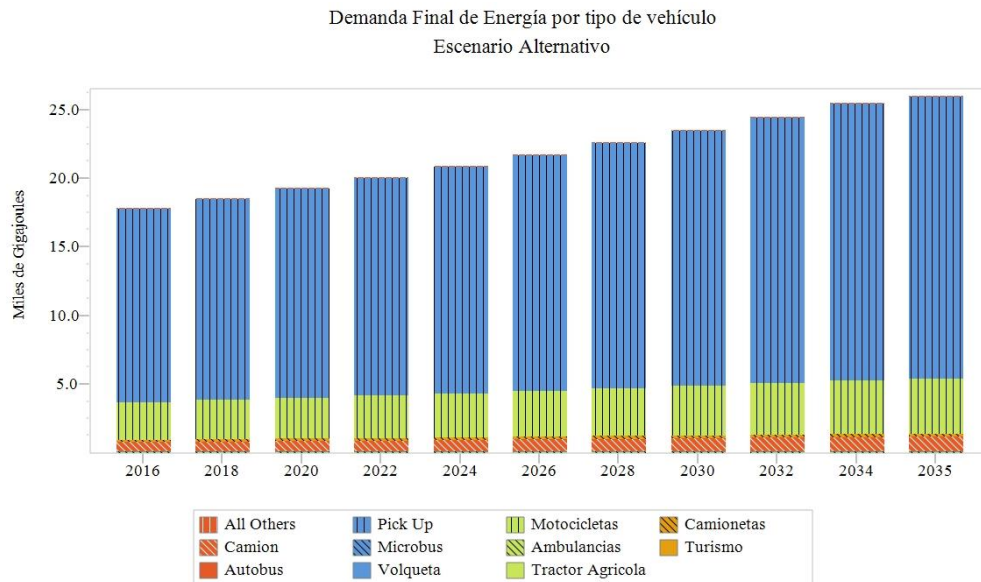


escenarios, las proyecciones de demanda de energía por tipo de vehículo para cada escenario se muestran a continuación en las Figura 33 y Figura 34.



**Figura 33 Demanda de Energía por tipo de vehículo - Escenario Tendencial**

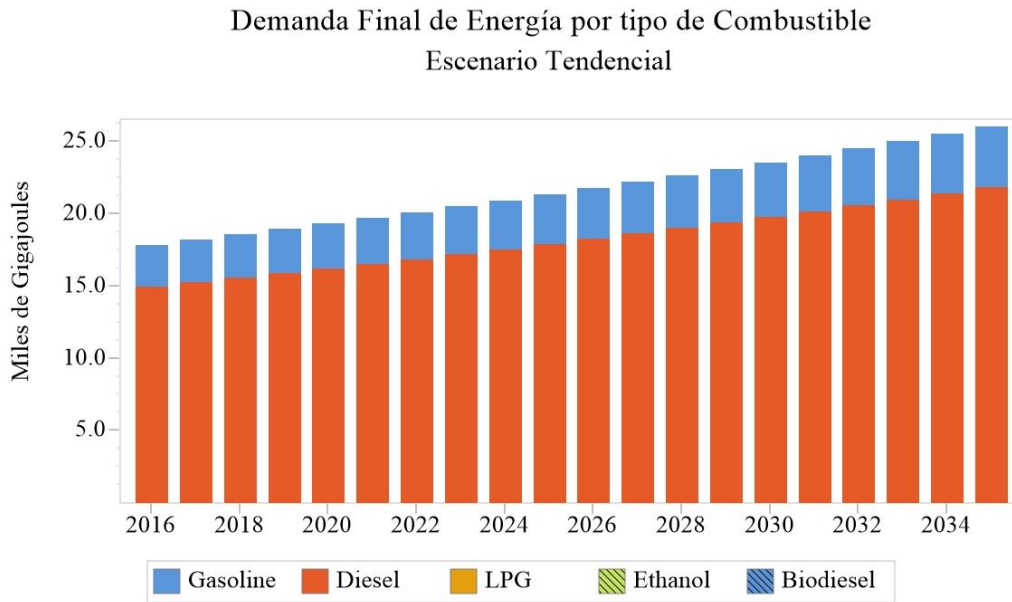
Fuente: Elaboración propia con resultados de LEAP (2017).



**Figura 34 Demanda de Energía por tipo de vehículo – Escenario Alternativo**

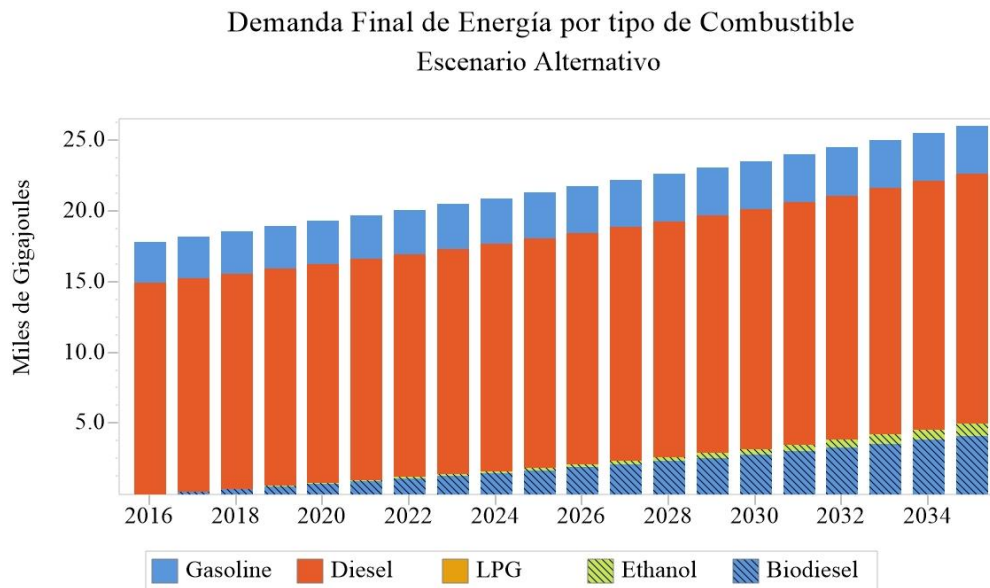
Fuente: Elaboración propia con resultados de LEAP (2017).

En las Figura 35 y Figura 36 también se muestra la proyección de demanda final de energía para cada escenario con respecto al uso de los combustibles analizados.



**Figura 35 Demanda final de Energía - Escenario Tendencial**

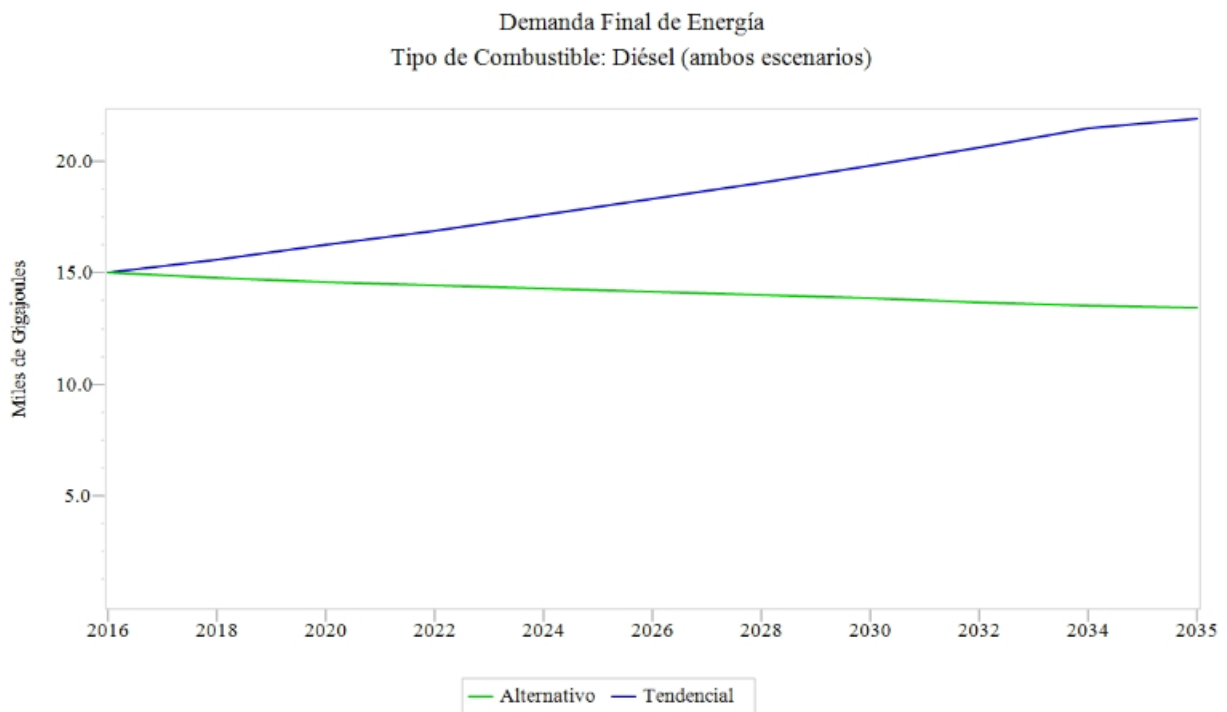
Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).



**Figura 36 Demanda final de Energía - Escenario Alternativo**

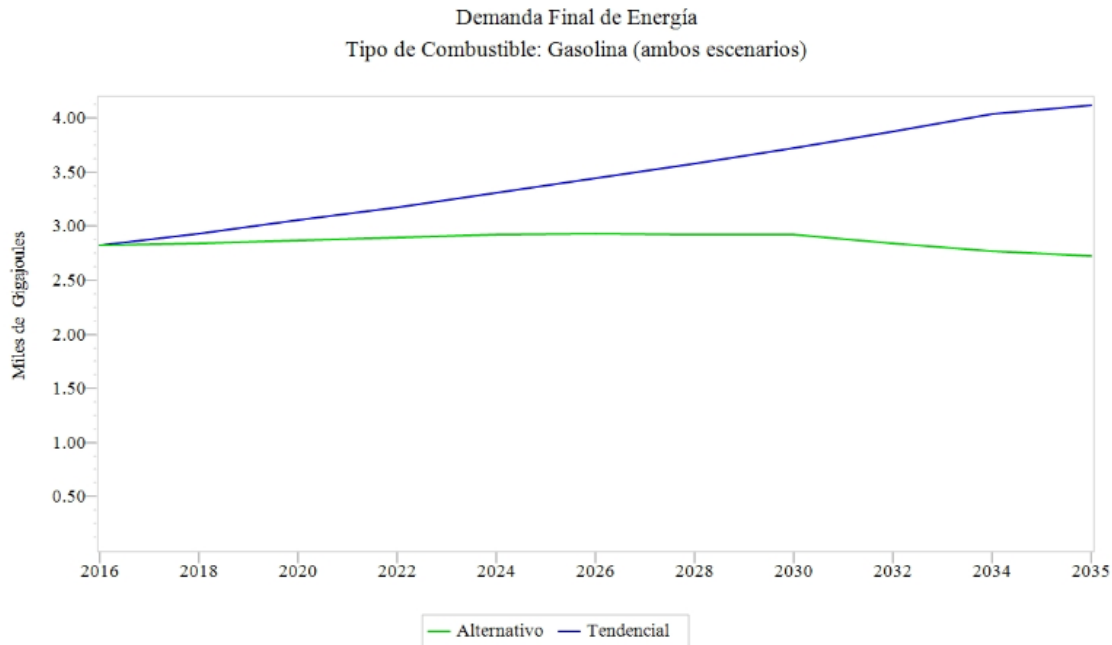
Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

Las Figura 37 y Figura 38 muestran el comparativo entre ambos escenarios, se observa que bajo ambos escenarios, la demanda total de energía es similiar, en vista que en ambos escenarios se contempla un incremento en la flota vehicular. Por otra parte se observa que bajo el escenario alternativo, con la implementación de las políticas de transporte planteadas, la demanda de combustibles fósiles muestra una clara disminución, tanto para la gasolina como para el diésel y esto se debe a la implementación de la política de transporte.



**Figura 37 Demanda final de energía por tipo de combustible: Diésel**

Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).



**Figura 38 Demanda final de energía por tipo de combustible: Gasolina**

Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

#### 4.6.7 Análisis Económico

Un factor importante que analizar en el estudio económico es el análisis del Producto Interno Bruto (PIB). Para realizar dicho análisis del crecimiento indicado, dentro de LEAP, se consideró para ambos escenarios un crecimiento de 3.6%.

Cabe mencionar que, para el análisis económico, el PIB se analiza a precios constantes del año 2000. Para determinar la tendencia se tomaron como base los valores registrados desde los años 2011 al 2016, estos datos fueron obtenidos de informes publicado por el INE. El porcentaje de crecimiento mostrada durante este período fue de 3.51% anual tal como se muestra en la siguiente Tabla 28.

**Tabla 28 PIB (Precios constantes año 2000)**

<b>PIB (precios constantes año 2000)</b>				
<b>Tasa de referencia</b>	<b>Año</b>	<b>Millones L</b>	<b>% Crecimiento</b>	<b>Millones US\$</b>
15.1407	2010	159,828.00		10,556.18
15.1407	2011	165,958.30	3.8	10,961.07
15.1407	2012	172,810.30	4.1	11,413.63
15.1407	2013	177,634.30	2.8	11,732.24
15.1407	2014	183,067.00	3.1	12,091.05
15.1407	2015	189,731.00	3.6	12,531.19
15.1407	2016	196,580.00	3.6	12,983.55
	<b>Crecimiento anual</b>	<b>3.51%</b>		<b>3.51%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de BCH (2016).

Sin embargo, para efectos de un análisis más cercano a los resultados reales, para las estimaciones de los costos de importaciones de combustibles, se estimó una variación del dólar tomando de referencia el promedio de los años 2010 al 2017/p<sup>9</sup>. Asimismo, como se muestra en la Tabla 29, se estima una variación anual de 3.21% a partir del año 2018. En base a esta estimación, se considera que la tasa de referencia del año base para el 2020 que estará vigente para los escenarios tendencial y alternativo será de L 25.9163 por un US\$1.

**Tabla 29 Estimación de nueva tasa de referencia al año 2020.**

<b>Tasa de Referencia</b>		<b>Tasa de Referencia Proyectada</b>	
2010	18.8951	2020	25.9163
2011	19.0519	2025	30.3516
2012	19.9623	2030	35.5460
2013	20.5975	2035	41.6293
2014	21.5124	<b>Variación Anual</b>	
2015	22.3676		
2016	23.5029		
2017/p	23.5726		
		<b>3.21%</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos de BCH (2010-2017).

Para el análisis de los escenarios tendencial y alternativo se tomó el año 2016 como base. Los datos ingresados en el año base se muestran a continuación en la Tabla 30.

<sup>9</sup> Dato preliminar del 2017

**Tabla 30 Año Base (2016).**

<b>Año Base (2016)</b>	
No. Vehículos	11,865
Consumo (gal)	3,801,538
Equivalente en GJ	549,535.63
Gasto en Combustibles	L286,373,012.21
Gasto en Biocombustibles	L0.00
Gasto Total L	L286,373,012.21
Importaciones de barriles	90,512.81

Fuente: Elaboración propia a partir del IAIP, INE, BCH, CAP y ADHIPPE.

Una vez que se procesaron los datos de entrada, las proyecciones se obtuvieron con los siguientes resultados económicos.

#### **4.6.7.1 Estimación del Consumo**

En vista que el escenario alternativo contempla la implementación de una política energética que implica la penetración de biocombustibles, al momento de determinar el consumo final en galones (gal) de combustibles de la flota vehicular estatal al 2035, se tomó en cuenta lo siguiente:

1 gal de diésel equivale a 1.19 gal de biodiésel (Academia Colombiana de Ciencias Exactas, físicas y naturales, 2003, p.14).

1 gal de gasolina equivale a 1.52 gal de etanol (C. Gracia, s.f, p.85).

Habiendo establecido el factor de conversión, se estimó que para compensar el volumen requerido para lograr la mezcla de 20% se determinó que existe el requerimiento adicional de combustibles como se muestra en la siguiente Tabla 31.

<b>Total de gal requeridos Escenario Tendencial:</b>	4,547,201
<b>Penetración de Biocombustibles (gal) 20%:</b>	909,440

**Tabla 31 Requerimientos adicionales de combustible (gal)**

Requerimientos adicionales de Combustibles (gal)						
Tipo de Combustible	Mezcla 20%	Participación	Equivalente en gal	Factor de conversión	Total gal Requeridos	Req. Adicional
Diésel	909,440	62.00%	563,853	1.19	670,984.83	107,132.03
Gasolina		38.00%	345,587	1.52	525,292.54	179,705.34
<b>Total</b>		<b>100.00%</b>	<b>909,440</b>			<b>286,837.38</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con la información detallada anteriormente, se logró calcular el consumo expresado en galones de combustibles para ambos escenarios al 2035 como se muestra en la Tabla 32.

**Tabla 32 Estimación del consumo al 2035**

	Escenarios		
	Tendencial	Alternativo	Diferencia
No. de Vehículos	14,300	14,300	
km/año	240,073	240,073	
Consumo (gal)	4,547,201	4,834,038	<b>6.31%</b>
% Gasolina	38.00%	30.40%	
% Etanol	0%	7.62%	
% Diésel	62.00%	49.60%	
% Biodiésel	0%	12.38%	

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la información proyectada de los escenarios planteados, con un crecimiento proyectado del alrededor el 1 % de la flota vehicular, el escenario alternativo muestra un mayor consumo en galones en alrededor de 6.31%, que se debe al requerimiento adicional de combustibles por el uso de biocombustibles.

#### 4.6.7.2 Estimación del Gasto

Para obtener las proyecciones en relación con el gasto en combustibles de la flota vehicular estatal en los escenarios planteados al 2035, se consideraron los siguientes factores:

1. Consumo en galones, dato que se muestra en la Tabla 32.

2. Definición de los precios de compra de los diferentes tipos de combustible (gasolina<sup>10</sup>, diésel, etanol, biodiésel). La estimación de los precios se realizó tomando como referencia la variación anual registrada entre los años 2006 al 2017 que es de 1.88% para la gasolina y 2.48% para el diésel. En el caso del biodiésel se consideró anual de 4.28% y 2.14% para el etanol (ver ANEXO B).

**Tabla 33 Estimación del Gasto por compra de los diferentes tipos de combustibles al 2035.**

	Escenarios		
	Tendencial	Alternativo	Diferencia
Gasto Combustibles	L541,198,645.36	L460,269,961.65	-14.95%
Gasto Biocombustibles (Mezcla 20%)	N/A	L175,529,969.42	N/A
<b>Total</b>	<b>L541,198,645.36</b>	<b>L635,799,931.07</b>	<b>17.48%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para la estimación de las proyecciones en los precios de los combustibles, se consideró información histórica publicada por el INE y por la Asociación Hondureña de Distribuidores de Productos de Petróleo (ADHIPPE). La información obtenida muestra que para el 2035, con la implementación de la política energética, bajo el escenario alternativo, el gasto del gobierno por concepto de compra de combustibles muestra un gasto superior en 17.48% en comparación al escenario tendencial. Este incremento se debe a que bajo el escenario alternativo se consume una mayor cantidad en galones, así como también se considera los precios proyectados de los diferentes tipos de combustibles (ver Tabla 33).

#### **4.6.7.3 Importaciones de Combustibles (millones de barriles)**

Las proyecciones estimadas para los escenarios tendencial y alternativo están basadas en el escenario base, cuyos datos fueron obtenidos de cifras oficiales publicadas por BCH, del año 2016. En la Tabla 34 se muestra la tendencia en las importaciones de los combustibles disponibles

<sup>10</sup> Para estimar el precio de la gasolina se promedió el precio de la gasolina súper y el precio de la gasolina regular.



para transporte de la flota vehicular estatal, tomando en consideración los supuestos descritos en el presente documento, tales como, crecimiento del parque vehicular, variaciones en los porcentajes de los tipos de combustible, precios y costos de los combustibles, entre otros.

**Tabla 34 Importaciones de combustibles (millones de barriles) al 2035.**

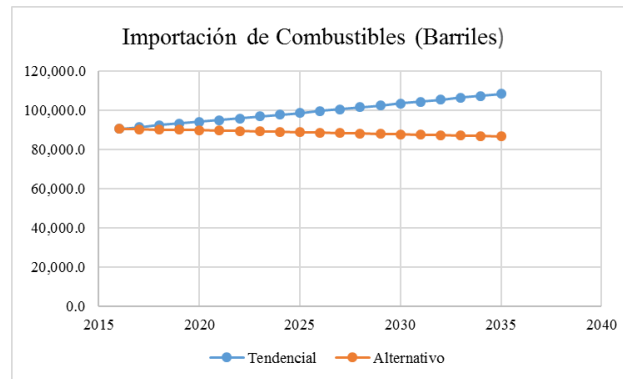
	Escenarios	
	Tendencial	Alternativo
Importaciones de Barriles	108,267	98,380
<b>Diferencia entre escenarios</b>	<b>9,887</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Para proyectar la cantidad de barriles a importar para uso de la flota vehicular estatal, se dividió el consumo en galones tanto del escenario tendencial como el del alternativo entre 42<sup>11</sup>.

Se muestra que bajo los supuestos analizados, en el escenario alternativo, se importarían 9,887 de barriles, 9.13% menos que en el escenario tendencial. La disminución en la importación de barriles en el escenario alternativo se debe a la implementación de la política de transporte propuesta al inicio del presente capítulo que consiste en la penetración de biocombustibles (ver Figura 39).

#### 4.6.7.3.1 Importación de Combustibles



**Figura 39 Importación de combustibles**

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos.

<sup>11</sup> 1 barril equivale a 42 galones.

#### 4.7.3.4 Estimación del Costo:

Para este análisis se tomaron los precios de compra según los supuestos en el año base<sup>12</sup>, o tendencial del capítulo III multiplicándolo por el volumen de barriles a importar. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 35.

**Tabla 35 Estimación del costo al 2035.**

	Escenarios		
	Tendencial	Alternativo	Diferencia entre escenarios
Costo	\$10,826,667.89	\$15,682,486.85	44.85%
Costo L	L280,587,058.20	L406,431,867.77	44.85%
PIB en L	L384,923,728,183.36	L384,923,728,183.36	
% del PIB con relación al costo	0.07%	0.11%	0.03%

Fuente: Elaboración propia a partir de proyecciones.

El análisis muestra que, bajo el escenario alternativo, el costo por la compra de los combustibles es superior en 44.85% al escenario tendencial. En términos monetarios esta variación es de L125.8 millones, esto se debe al costo proyectado de los combustibles sobre todo el costo de los biocombustibles (ver ANEXO B). El costo por importación de combustibles para transporte sobre todo en la flota vehicular estatal representa el 0.11% del PIB en el escenario alternativo, superior en 0.03% con respecto al escenario tendencial.

Este análisis muestra que, bajo los supuestos de costos y precios proyectados de los combustibles, la implementación de la política de transporte propuesta no es viable desde la perspectiva económica. En la Tabla 36 se resumen los resultados del análisis realizado a ambos escenarios en cuanto a impacto económico (gasto), variaciones en las importaciones de combustibles, consumo en galones de combustibles e impacto dentro del PIB. El comparativo entre ambos escenarios muestra que, bajo el escenario alternativo, se observa un incremento del 17.48%

<sup>12</sup> Costo por barril (combustible fósil) proyectado en 2035 de US\$100

en el gasto, una disminución del 9.13% en las importaciones de barriles de combustibles y un incremento del 44.85% en el costo por concepto de importaciones de combustibles. Con lo que se muestra que en el 2035 bajo el escenario alternativo, el galón de combustible será superior en L12.51 en comparación al escenario tendencial.

**Tabla 36 Resumen: Análisis de Escenarios al año 2035**

<b>Resumen Análisis de Escenarios al 2035</b>			
<b>Flota Vehicular Estatal</b>			
	<b>Tendencial</b>	<b>Alternativo</b>	<b>Diferencia entre escenarios</b>
No. Vehículos	14,300	14,300	N/A
Consumo (gal)	4,547,201	4,834,038	6.31%
Gasto en Combustibles	L541,198,645.36	L460,269,961.65	-14.95%
Gasto en Biocombustibles	L0.00	L175,529,969.42	
Gasto Total L	L541,198,645.36	L635,799,931.07	17.48%
Importaciones de barriles	108,267	98,380	-9.13%
Costo US\$	\$10,826,667.89	\$15,682,486.85	44.85%
Costo L	L280,587,058.20	L406,431,867.77	44.85%
PIB	L384,923,728,183.36	L384,923,728,183.36	
% del PIB	0.07%	0.11%	0.03%
Precio por galón	L119.02	L131.53	L12.51

Fuente: Elaboración propia a partir de proyecciones.

#### **4.6.7.5 Impacto dentro del Presupuesto General de la República**

El Presupuesto de Ingresos de la República, de acuerdo con la Tabla 37 ha mostrado variaciones de crecimiento, se muestran los valores reflejados para los últimos tres años.

**Tabla 37 Impacto dentro del presupuesto General de la República**

<b>Descripción</b>	<b>Devengado</b>			<b>Variación</b>
	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	
Ingresos	L183,785,244,446.00	L186,288,468,293.90	L213,534,216,436.50	7.79%

Fuente: Elaboración propia con datos del Presupuesto General de la República 2016.

Considerando el crecimiento porcentual del 7.79% anual en el presupuesto de ingresos, en la Tabla 38 se muestra la proyección del presupuesto al 2035 así como los resultados por concepto de costos y gastos por compra y consumo de combustibles.

**Tabla 38 Erogación por concepto de costos y gastos por compra de combustible al 2035**

	<b>Tendencial</b>	<b>Alternativo</b>
Presupuesto	L888,092,990,437.59	L888,092,990,437.59
Costo L	L280,587,058.20	L406,431,867.77
% del Presupuesto con relación al costo	<b>0.0316%</b>	<b>0.0458%</b>
Gasto L	L541,198,645.36	L635,799,931.07
% del Presupuesto con relación al gasto	<b>0.0609%</b>	<b>0.0716%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de proyecciones.

#### **4.6.7.6 Análisis de Sensibilidad**

Para determinar la posible viabilidad de la implementación de la Política de Transporte se realizaron dos análisis de sensibilidad: caso base y caso de precios altos, que consisten en estimar costos de importación de combustibles y el precio de venta de los mismos al 2035.

Para estos análisis se consideraron los siguientes supuestos:

1. Costo de barril de combustible fósil \$220.00 para el 2035, superior en 120% al de los escenarios analizados, este valor se utiliza con el propósito de establecer la proyección de los precios de los combustibles determinando la variación estimada para ambos análisis de sensibilidad, variación que se muestra en la siguiente Tabla 39.

**Tabla 39 Costo Barril de combustible**

<b>Costo Barril de Combustible</b>			
	<b>2016</b>	<b>2035</b>	<b>Variación Anual</b>
Base	\$52.62	\$100.00	3.44%
Precios Altos	\$52.62	\$220.00	7.82%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de IEA, indexmundi.

2. Precio del galón de combustible: para la estimación del precio se realizó en base a las variaciones anuales del costo del barril, según se muestra en la tabla anterior, y se proyectó al 2035, tomando como precio base el del 2016 el obtenido de la AHDIPPE (ver Tabla 40).

**Tabla 40 Precios por galón proyectado al 2035**

Precios (gal)		
Caso	Gasolina	Diésel
Base	L165.70	L143.48
Precios Altos	L364.36	L315.50

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INE, AHDIPPE.

- Costo promedio del galón de biocombustibles L166.55 (ver ANEXO B).
- Crecimiento de la flota vehicular estatal del 1% anual.

#### **Análisis de Sensibilidad: Caso Base**

Al realizar el análisis se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la Tabla 41, donde se observa que aun cuando el costo de los combustibles sobrepasa los \$200 el barril, el análisis muestra que tomando en cuenta los supuestos establecidos en cuanto a proyección de precios en los que se consideró una variación anual de 3.44% hasta el 2035, bajo el escenario alternativo el precio por galón de combustible es superior en L5.93 en comparación al precio en el escenario tendencial.

**Tabla 41 Análisis de Sensibilidad al año 2035 – Caso Base**

Sensibilidad Caso: Base			
Descripción	Tendencial	Alternativo	Diferencia entre escenarios
No. Vehículos	14,300	14,300	N/A
Consumo (gal)	4,547,201	4,834,038	6.31%
Gasto en Combustibles	L690,834,854.43	L587,530,169.71	-14.95%
Gasto en Biocombustibles	L0.00	L175,529,969.42	N/A
Gasto Total L	L690,834,854.43	L763,060,139.13	10.45%
Importaciones de barriles	108,267	98,380	-9.13%
Costo \$	\$23,818,669.35	\$27,490,107.28	15.41%
Costo L	L617,291,528.05	L712,441,575.96	15.41%
PIB	L384,923,728,183.36	L384,923,728,183.36	
% del PIB	0.16%	0.19%	0.02%
Precio por galón	L151.93	L157.85	L5.93

Fuente: Elaboración propia a partir de datos históricos de BCH, INE, AHDIPPE y proyecciones en base a los datos obtenidos.

### Análisis de Sensibilidad: Precios Altos

El análisis muestra que tomando en cuenta los supuestos establecidos, bajo el escenario alternativo el precio por galón de combustible es inferior en L30.50 en comparación al precio del escenario tendencial como se muestra en la Tabla 42.

**Tabla 42 Análisis de Sensibilidad al año 2035 – Caso Precios Altos**

Descripción	Tendencial	Alternativo	Diferencia entre escenarios
No. Vehículos	14,300	14,300	N/A
Consumo (gal)	4,547,201	4,834,038	6.31%
Gasto en Combustibles	L1,519,076,822.66	L1,291,920,142.26	-14.95%
Gasto en Biocombustibles	L0.00	L175,529,969.42	N/A
Gasto Total L	L1,519,076,822.66	L1,467,450,111.68	-3.40%
Importaciones de barriles	108,267	98,380	-9.13%
Costo \$	\$23,818,669.35	\$27,490,107.28	15.41%
Costo L	L617,291,528.05	L712,441,575.96	15.41%
PIB	L384,923,728,183.36	L384,923,728,183.36	
% del PIB	0.16%	0.19%	0.02%
Precio por galón	L334.07	L303.57	-L30.50

Fuente: Elaboración propia a partir de datos históricos de BCH, INE, AHDIPPE y proyecciones.

Considerando que, de los dos análisis de sensibilidad realizados, solo el análisis bajo un caso de precios altos se muestra que la implementación de la política de transporte propuesta es factible desde el punto de vista económico, se realizó un tercer análisis de sensibilidad con el objetivo de determinar en qué año antes del 2035 y bajo qué precios se podría implementar la política propuesta.

Este análisis consideró un precio por galón de gasolina de L294.09 y L254.66 el diésel, el cual fue proyectado considerando la variación anual del 15.33% en los costos estimados entre 2016 y 2025, tomando como base que el costo del barril para el 2025 será de \$190.00, siendo este el caso de precios altos. Manteniendo las demás variables sin cambio, los resultados obtenidos son los siguientes en la Tabla 43:

**Tabla 43 Análisis de Sensibilidad - Caso Precios Altos 2025**

<b>Análisis de Sensibilidad Caso: Precios Altos 2025</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Tendencial</b>	<b>Alternativo</b>	<b>Diferencia entre escenarios</b>
No. Vehículos	14,300	14,300	N/A
Consumo (gal)	4,547,201	4,834,038	6.31%
Gasto en Combustibles	L1,226,112,101.58	L1,042,764,195.38	-14.95%
Gasto en Biocombustibles	L0.00	L175,529,969.42	N/A
Gasto Total L	L1,226,112,101.58	L1,218,294,164.81	-0.64%
Importaciones de barriles	108,267	98,380	-9.13%
Costo \$	\$20,570,668.99	\$24,538,434.95	19.29%
Costo L	L533,115,410.59	L635,945,181.53	19.29%
PIB	L384,923,728,183.36	L384,923,728,183.36	
% del PIB	0.14%	0.17%	0.03%
Precio por galón	L269.64	L252.02	-L17.62

Fuente: Elaboración propia a partir de datos históricos de BCH, INE, AHDIPPE y proyecciones.

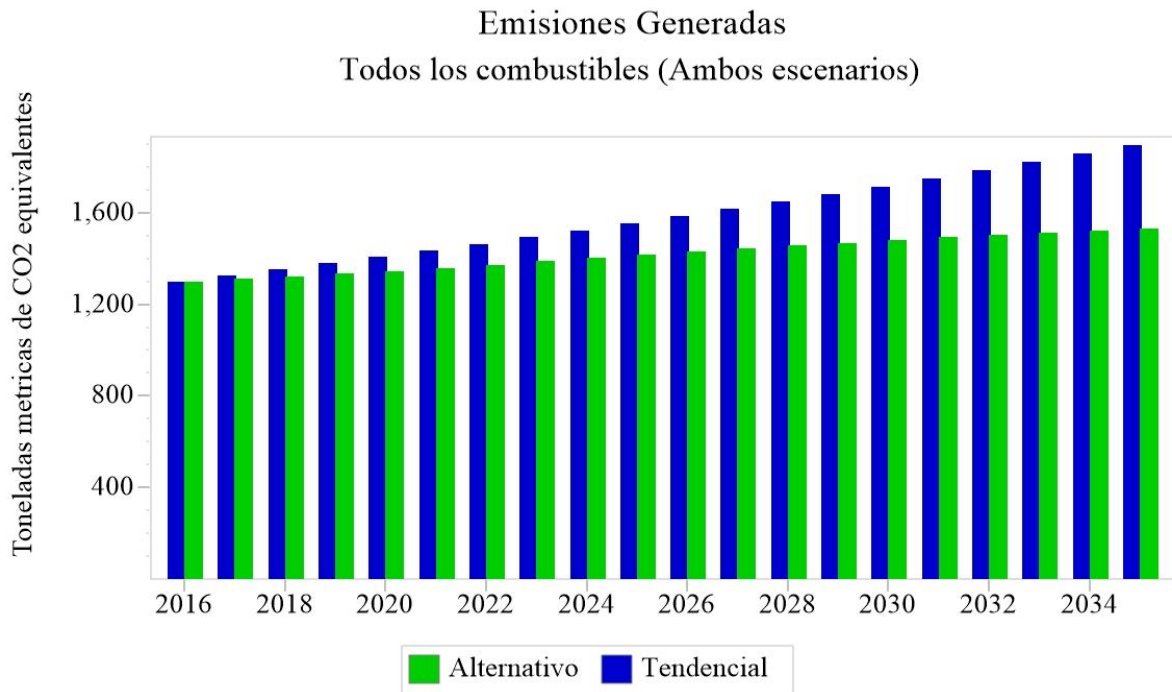
#### **4.6.8 Análisis Ambiental**

Adicional al estudio económico realizado, para el análisis de los escenarios, LEAP generó resultados en cuanto a las emisiones que se podrían generar o dejar de generar con la implementación de la Política de Transporte propuesta. Con base a la información proporcionada en cuanto al tipo de vehículo, consumo y tipo de combustible se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la Tabla 44.

**Tabla 44 Emisiones Generadas en toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalente al 2035 (Ambos Escenarios).**

<b>Resumen: Emisiones Generadas</b>						
<b>Tipo de Combustible</b>	<b>Tendencial</b>	<b>%</b>	<b>Alternativo</b>	<b>%</b>	<b>Diferencia Comparativa</b>	
Gasolina	285.50	15.06%	228.40	14.91%	-57.10	-20.00%
Diésel	1,610.40	84.94%	1,303.80	85.09%	-306.60	-19.04%
<b>Total</b>	<b>1,895.50</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,532.20</b>	<b>100.00%</b>	<b>-363.70</b>	<b>-19.18%</b>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de LEAP (2017).

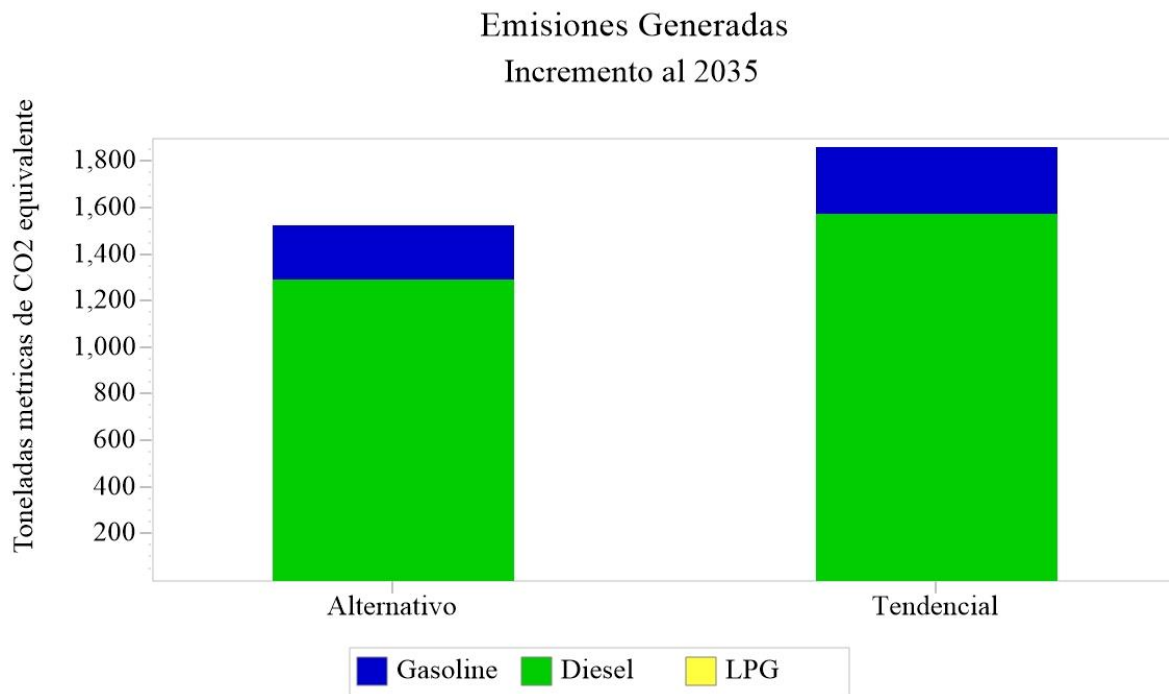


**Figura 40 Emisiones Generadas - Todos los combustibles (ambos escenarios)**

Fuente: Elaboración propia con datos de BCH a partir de LEAP (2017).

La Figura 40 muestra los resultados ambientales para ambos escenarios, en el tendencial se observa que de acuerdo a las condiciones actuales y tendenciales proyectadas, en el 2035 las emisiones alcanzarán alrededor de 1,895.9 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalente mientras que de implementarse las medidas sugeridas en la política energética en el escenario alternativo, las emisiones disminuirían llegando a ser 1,532.2 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalentes en el año 2035, un 19.2% menos que con el escenario tendencial, esto se debe a que los biocombustibles no generarán emisiones.



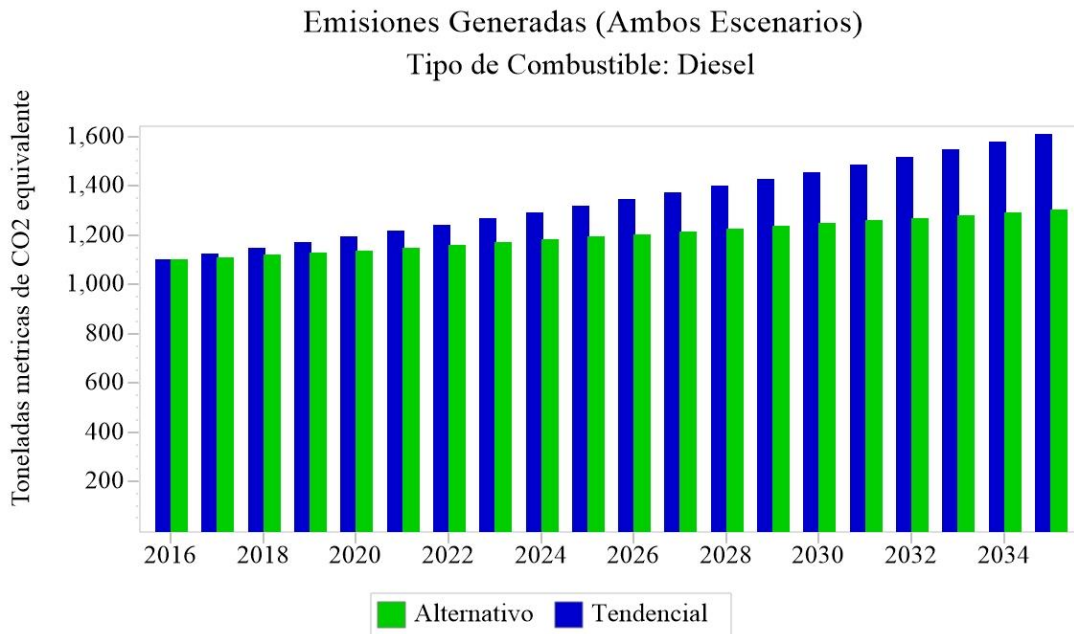


**Figura 41 Emisiones generadas por combustibles – Comparativo año base vs. Año 2035 (Ambos Escenarios)**

Fuente: Elaboración propia con datos de BCH a partir de LEAP (2017).

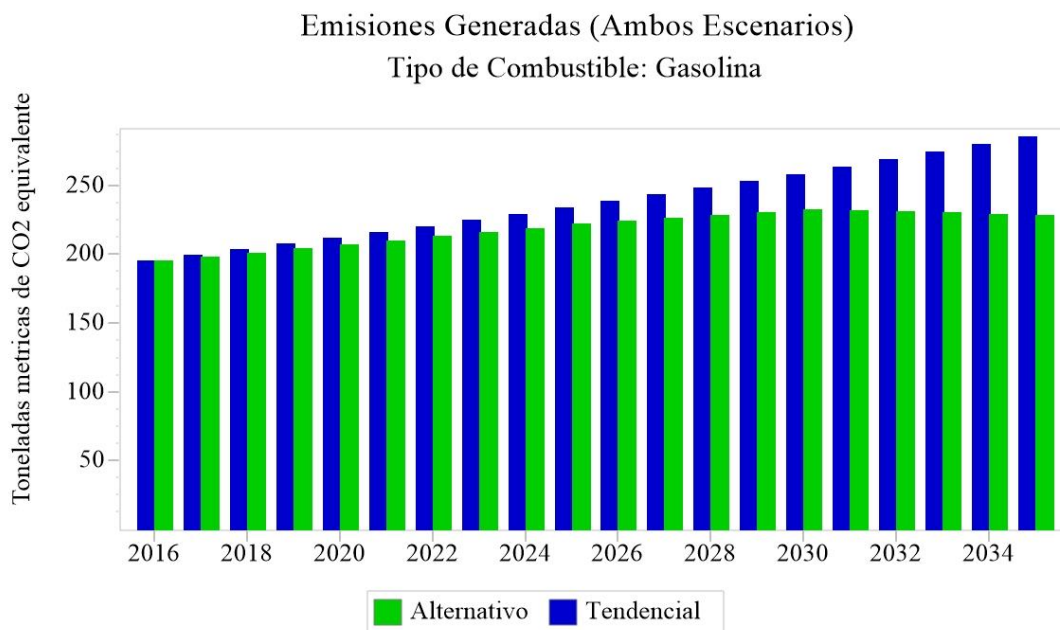
La Figura 41 muestra que del año 2016 al 2035, las emisiones incrementarán de 1,299 a 1,895.90 toneladas métricas de CO2 equivalente en el escenario tendencial o, a 1,532.20 toneladas métricas de CO2 equivalentes en el escenario alternativo (ver ANEXO C).

“En Honduras, en el 2004 más del 46% del consumo de combustibles correspondió al diésel, cuyos gases de combustión generaron 20 mil veces más material particulado que la combustión de gasolina" (Wilfredo Flores, 2016, p.106). Tal como se muestra en las Figura 42 y Figura 43 con la implementación de la política de transporte, las emisiones por consumo tanto de diésel como de gasolina en el escenario alternativo disminuirán en alrededor de un 19.04% y en un 20.00% respectivamente para el año 2035.



**Figura 42 Emisiones Generadas por Diésel (Ambos los Escenarios)**

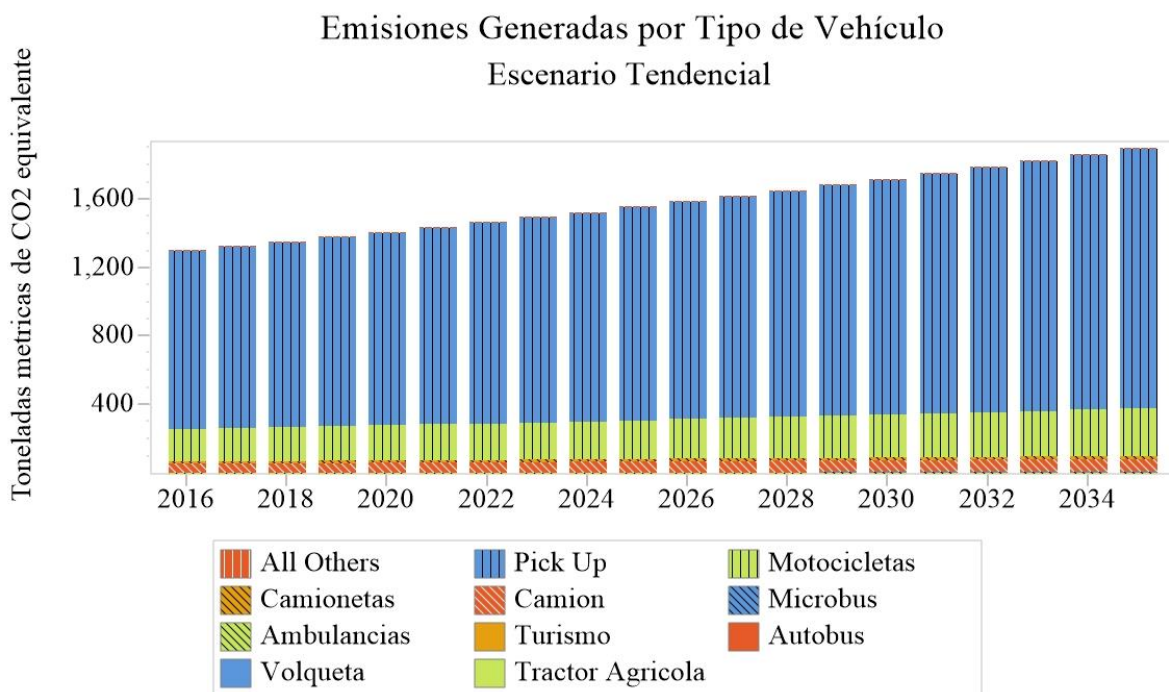
Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).



**Figura 43 Emisiones Generadas por la Gasolina (Ambos los Escenarios)**

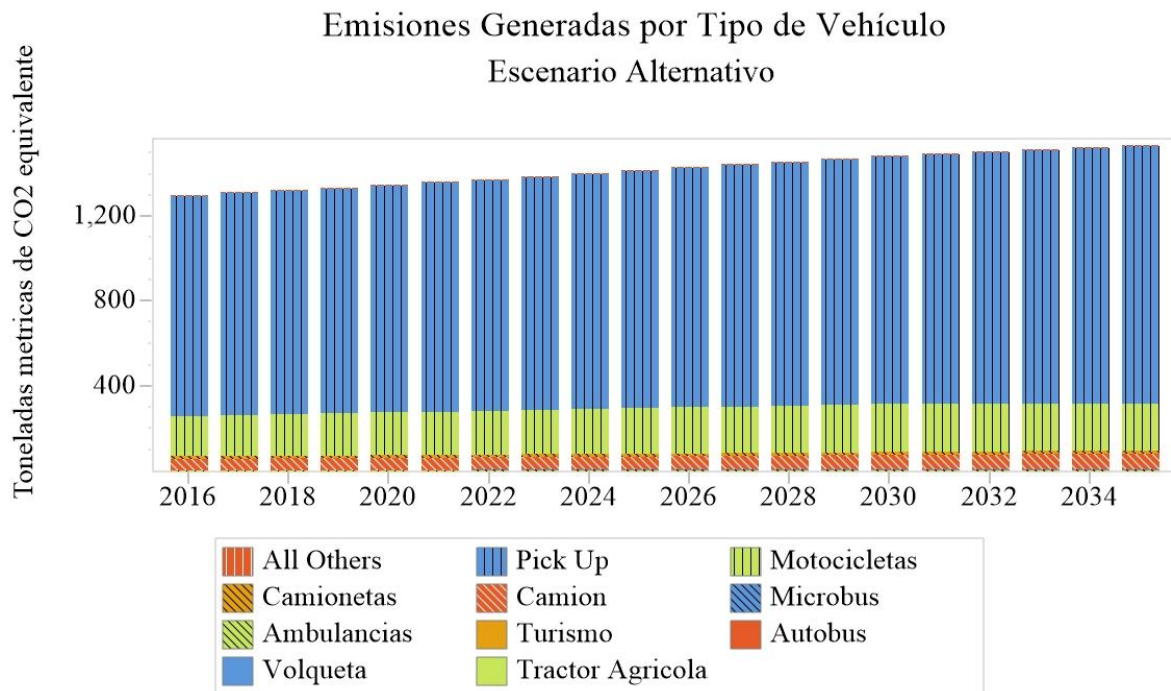
Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

Los resultados mostrados en la Figura 44 indican que los carros pick up son el tipo de vehículo que genera mayores emisiones, generando para el 2035 alrededor de 1,500 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalente, que equivale al 80% del total en el escenario tendencial. Con la implementación de la política, este valor sería equivalente a 1,200 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalentes, logrando una disminución de 300 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalentes (ver ANEXO C).



**Figura 44 Emisiones generadas por tipo de vehículo (Escenario Tendencial)**

Con las Figura 44 y Figura 45 se demuestra que bajo el escenario tendencial y alternativo, el total de emisiones generadas sería de 1,895.90 y 1,532.20 respectivamente, mostrándose una disminución de 363.70 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalentes, un 19.18% con respecto al escenario tendencial.



**Figura 45 Emisiones Generadas por tipo de vehículo (Escenario Alternativo 2035)**

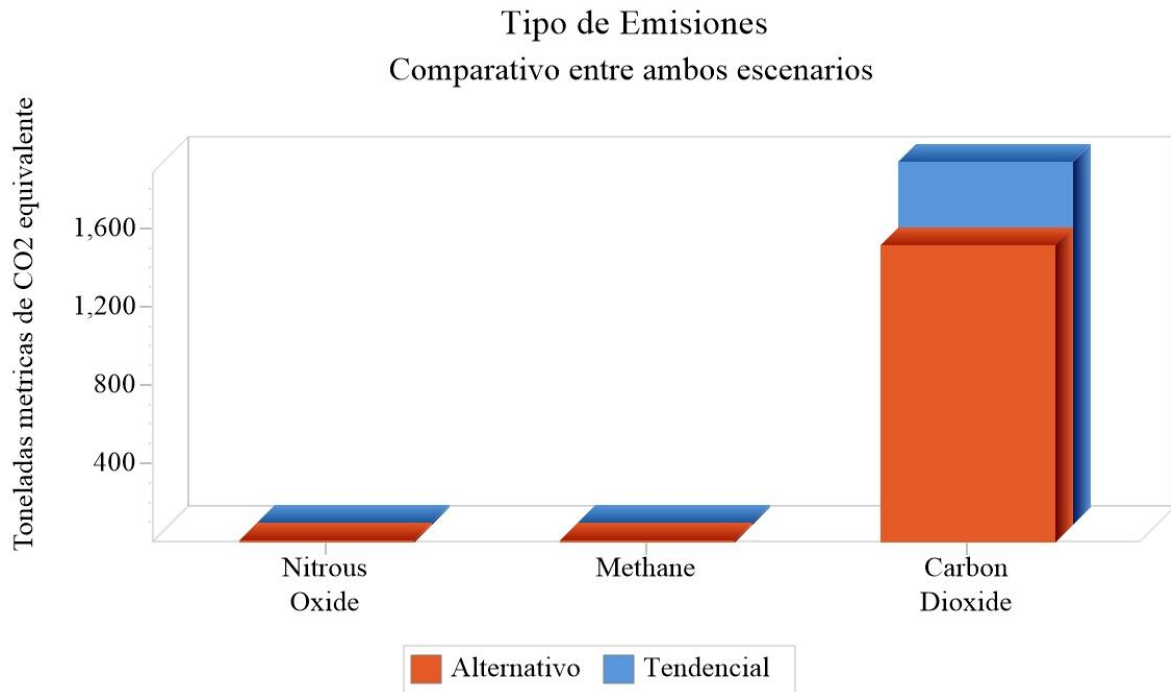
Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

Como observa del análisis ambiental en lo que respecta a las emisiones generadas, como se muestra en la Tabla 45, al implementar la política de transporte planteada, se observa una disminución en la generación estas emisiones en alrededor de un 19%.

**Tabla 45 Reducción porcentual de emisiones según tipo de combustible**

Tipo de Combustible	Reducción porcentual
Gasolina	-20.00%
Diésel	-19.04%
<b>Total</b>	<b>-19.18%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).



**Figura 46 Tipo de Emisiones - Comparativo entre ambos escenarios**

Fuente: Elaboración propia a partir de LEAP (2017).

Tal como se muestra en la Figura 46, el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), es el principal contaminante de la flota vehicular, que se considera como el principal causante del calentamiento global (we are water, 2017).

En la siguiente Tabla 46, se muestran los otros contaminantes que, en menor escala, emite la flota vehicular estatal.

**Tabla 46 Total Emisiones Generadas (Toneladas Métricas de CO<sub>2</sub> equivalente)**

Tipo	Tendencial					Alternativo				
	2016	2020	2025	2030	2035	2016	2020	2025	2030	2035
CO <sub>2</sub>	1,292.2	1,399.3	1,545.6	1,707.4	1,886.0	1,292.2	1,338.0	1,409.0	1,474.5	1,524.2
Metano	3.9	4.3	4.7	5.2	5.8	3.9	4.1	4.4	4.6	4.6
Óxido Nitroso	2.8	3.1	3.4	3.7	4.1	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3
Total	1,299.0	1,406.6	1,553.7	1,716.3	1,895.9	1,299.0	1,345.0	1,416.4	1,482.3	1,532.2

Fuente: Datos obtenidos a partir de LEAP (2017).

De acuerdo con el informe publicado por la Organización de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, si las ciudades latinoamericanas, implementarán, políticas energéticas de transporte, para el 2030, dejarían de emitir alrededor de 300 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

Así como la declaración hecha por el subdirector de la Organización de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente en el 2016 en el Acuerdo de Paris para el cambio climático, en la que se trató de hacer conciencia sobre la urgencia de trabajar en pro de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero ya que, de no tomar medidas al respecto, se estima variaciones en la temperatura, que para el año 2100, esta sufrirá incremento entre 2.9 y 3.4 grados centígrados.

Honduras, como política nacional, y de acuerdo con el compromiso adquirido en la firma del Acuerdo de Paris, en Estados Unidos, se comprometió que para el 2030 reducir en un 15% las emisiones de gases de efectos invernadero (La Prensa, 2017).

El impacto ambiental ocasionado por las emisiones de efecto invernadero, principalmente de CO<sub>2</sub>, en el sector transporte, muy difícilmente se puede cuantificar en términos económicos, sin embargo, su mitigación contribuiría en desacelerar los efectos en los cambios de la temperatura, contaminación del aire que a su vez conlleva a otro tipo de externalidades de tipo social como lo son las enfermedades respiratorias, impactos que no son objeto de la presente investigación.

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Después de haber realizado la investigación en cuanto al análisis de escenarios del uso de combustibles fósiles versus el uso de biocombustibles en la flota vehicular estatal se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

### **5.1 Conclusiones**

- Las instituciones estatales que constituyen la muestra son 88 de las 114 correspondientes al Estado de Honduras, se excluyen de la muestra las municipalidades, conformando así un 77.19% del total de la población. Dichas instituciones juntas poseen un total de 11,865 unidades de vehículos entre los que se encuentran 13 diferentes tipos, siendo los predominantes los vehículos tipo pick up (47.71%) y las motocicletas (31.36%). El 62% de los vehículos funcionan a base de combustible diésel y el 38% en base a gasolina. El 18% de los vehículos superan los 20 años de antigüedad, encontrándose entre ellos unidades hasta del año 1962. Los vehículos tipo Pick up son los de mayor predominancia, en consecuencia los de mayor consumo, utilizando así para el año 2016, 1,930,047 galones de combustible anuales, 691,435 galones los camiones y 535,096 las motocicletas representando para el año 2016 un gasto total de L286,373,012.21 al año por lo que se plantea una política energética de penetración escalonada de biocombustibles (biodiésel y etanol) con el respectivo análisis de sensibilidad en base a proyecciones estimadas de comportamiento de precios del barril de crudo a nivel mundial.
- Para realizar el análisis económico y ambiental se definieron dos escenarios: el tendencial y el alternativo, ambos con un horizonte de estudio de 19 años (el análisis de ambos escenarios al 2035). Desde la perspectiva económica da como resultado que la implementación de la política energética definida de penetración de biocombustibles

(biodiésel y etanol) hasta llegar a una mezcla del 20%, no es factible tomando en cuenta que para el análisis se consideraron las variaciones de precios históricos entre 2006 y 2017, que corresponde al 1.88% para la gasolina y 2.48% para el diésel, del 2.14% para el etanol y 4.28% para el biodiésel. Con lo que se proyectaron precios estimados de L121.85 para la gasolina, L117.28 para el diésel, L103.50 el etanol y L229.60 para el biodiésel. El análisis concluye que, bajo el escenario alternativo, se consumirá 286,837.38 galones más que bajo el escenario tendencial y esto debido a que se requiere de mayor volumen de biocombustible por cada galón de combustible fósil consumido. Esto conlleva a que el gasto dentro del presupuesto incrementará en 17.48%, con lo que el Estado erogará alrededor de L94.6 millones más que bajo el escenario tendencial. Con el análisis económico se concluye que, con las proyecciones realizadas, el precio por galón al 2035 bajo el escenario alternativo será de L12.51 superior al precio del galón en el escenario tendencial.

- Considerando los resultados obtenidos, se realizaron dos análisis de sensibilidad, uno bajo un caso base y otro en bajo a un caso de precios altos. Los análisis se basan en la proyección de los precios de los combustibles al 2035 considerando para ello la variación anual estimada en los costos de los combustibles del 3.44% y 7.82% respectivamente. Bajo el caso base, obteniendo un precio de L165.70 el galón de gasolina y L143.48 el galón de diésel, en el escenario alternativo el precio por galón de combustible será L5.93 superior que el precio en el escenario tendencial. El análisis de sensibilidad en base a precios altos muestra un precio por galón de combustible en el escenario alternativo inferior en L30.50 en comparación al escenario tendencial, habiendo proyectado que el precio estimado para el galón de gasolina será de L364.36 y L315.50 el galón de diésel. Con estos análisis se



deduce que la implementación de la política propuesta es factible en la medida en que el precio de los combustibles fósiles incrementa, en vista que fue en el análisis bajo el caso de precios altos que el precio por galón de combustible resulta inferior con la implementación de la política.

- De acuerdo con las proyecciones estimadas por medio del LEAP, para el 2035 bajo el escenario tendencial, la flota vehicular estatal bajo estudio demandará un consumo de 108,267 barriles de gasolina y diésel, en cuanto al escenario alternativo se demandaría 98,380 barriles de gasolina y diésel. Bajo este último escenario, se requerirán adicionalmente 909,440 galones de biocombustibles que equivalen a 21,653 barriles.
- Tomando como base la demanda de combustibles requerida para el 2035, con lo que al análisis ambiental respecta y de acuerdo con las características de la flota vehicular analizada, se estableció que, en el año 2016, considerado como el año base de los respectivos análisis de escenarios, la flota vehicular estatal emitió 1,299 toneladas métrica de CO<sub>2</sub> equivalentes. Asimismo, según datos obtenidos de LEAP, se pudo determinar que para el año 2035, bajo el escenario alternativo, se dejarán de generar un total de 363.70 toneladas métricas para el 2035, pasando de generar 1,895.90 en el escenario tendencial a generar 1,532.20 en el escenario alternativo, representando el dióxido de carbono el 99.5% del total de las emisiones durante todos los años del período analizado. Las ventajas de la implementación del escenario alternativo son principalmente ambientales y, en consecuencia, sociales al mejorar la calidad de vida de las personas. La flota vehicular estatal utiliza diésel como combustible principal, siendo este más contaminante que la gasolina, generando al 2035 en ambos escenarios alrededor del 85% del total de las emisiones, según los resultados obtenidos del software utilizado.

## 5.2 Recomendaciones

- Aun cuando el análisis de los escenarios para determinar la factibilidad económica de implementar una política energética consistente en la penetración de biocombustibles en la flota vehicular estatal resultara no factible, como política de gobierno y en cumplimiento al compromiso adquirido con la firma del Acuerdo de Paris en el 2016 se recomienda que paulatinamente se realice su implementación.
- En base a las características de la flota vehicular estatal analizada, se recomienda la posibilidad de sustituir por vehículos que utilicen gasolina en lugar de diésel, puesto que esta es menos contaminante además de que la producción de etanol también resulta más económica por tanto más factible.
- Previo a la implementación de la política, realizar un estudio para cuantificar las modificaciones de tipo mecánico que se deben de adoptar en la flota vehicular estatal.
- Se recomienda a que sea la Secretaría de Energía, como institución encargada de la política energética del país, quien sea responsable de realizar los estudios técnicos y económicos necesarios para implementar la política energética propuesta.
- El estado debería de considerar el otorgar un subsidio temporal que fomente la implementación de la política energética de sustitución parcial de combustibles para la flota vehicular en general.

## **SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

**AHDIPPE:** Asociación Hondureña de Distribuidores de Productos de Petróleo

**BCH:** Banco Central de Honduras

**CAP:** Comisión Administradora de Petróleo

**CEPAL:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe

**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de Carbono

**GEI:** Gases de Efecto Invernadero

**IAIP:** Instituto de Acceso a la Información Pública

**INE:** Instituto Nacional de Estadísticas

**LEAP:** Long-range Energy Alternative Planning System

**LPG:** Liquefied Petroleum Gas

**OLADE:** Organización Latinoamericana de Energía

**ONCAE:** Oficina Normativa de Contrataciones y Adquisiciones del Estado

**PIB:** Producto Interno Bruto

## BIBLIOGRAFÍA

- Academia colombiana de ciencias exactas, f. y. (2003). *Sustitución de Diesel y Fuel Oil por Biodiesel en la planta de generación de electricidad de Leticia*. Bogota.
- AMDC. (15 de Agosto de 2017). <http://www.amdc.hn>. Obtenido de <http://www.amdc.hn/index.php/gerencia-de-gestion-ambiental>
- BCH. (2016). *Honduras en cifras 2014-2016*. Tegucigalpa.
- Berkeley. (1 de Diciembre de 2017). [w.astro.berkeley.edu](http://w.astro.berkeley.edu). Obtenido de [http://w.astro.berkeley.edu/~wright/fuel\\_energy.html](http://w.astro.berkeley.edu/~wright/fuel_energy.html)
- BID. (2013). *Estrategias de mitigacion y metodos para la estimacion de las emisiones de Gases de efecto invernadero en el sector transporte*. Washington.
- Biodiesel, A. d. (9 de Septiembre de 2017). *Miliarium.com*. Obtenido de <http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Biocombustibles/AplicacionesBiodiesel.asp>
- CEPAL. (2010). *Estudio regional sobre economía de los biocombustibles 2010: temas clave para los países de América Latina y el Caribe*.
- CEPAL. (2015). *El cambio climática y la energía en America Latina*.
- CEPAL. (2017). *La demanda de energía del sector transporte y el cambio climático en Honduras*. Naciones Unidas.
- CEPAL, Vasquez Lavín, F., Ponce Oliva, R., & Hernandez, J. I. (2017). *La Demanda de Energía del Sector Transporte y el Cambio Climático en Honduras*. Santiago: Publicación de las Naciones Unidas.
- competencia, C. p. (2009). *Estudio Sectorial: Honduras, Mercados de combustibles derivados*

*del petroleo.*

Competencia, C. p. (2009). *Estudio Sectorial: Honduras: Mercado de combustibles derivados del petroleo.*

Constitución de la República. (1982). *Constitución de la República.* Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras.

Converterin. (12 de Noviembre de 2017). *Converterin.com.* Obtenido de <https://es.converterin.com/economia-de-combustible/gigajoule-to-us-galones-de-gasoil.html>

Denmark, T. U. (2015). *Prospects of bioenergy use in Ghana using long range energy alternatives planning model.* Copenhagen.

Desarrollo, P. d. (2010). *Asuntos clave sobre mitigación en el sector transporte de Honduras.*

Díaz Coutiño , R. (2015). *Desarrollo sustentable: una oportunidad para la vida (3a. ed.).* McGraw-Hill Interamericana.

Dominguez, J. (2010). *Energia, desarrollo y globalización.*

es.globalpetrolprices. (12 de Septiembre de 2017). *Global Petrol Prices.* Obtenido de [http://es.globalpetrolprices.com/Honduras/diesel\\_prices/](http://es.globalpetrolprices.com/Honduras/diesel_prices/)

Estado, D. N. (1 de Agosto de 2017). Base de Datos. Tegucigalpa, Honduras.

FCE, I. d. (2014). *Impacto del precio de los combustibles .*

ferrara, U. d. (2014). *Bioenergy Technology - Roadmap for Colombia.* Bogota.

Finanzas, S. d. (2016). *Informe de liquidación del presupuesto General de Ingresos y Egresos de la Republica y de las Instituciones Descentralizadas, Ejercicio Fiscal 2016 .*

Tegucigalpa.

Fletes, W. (Noviembre de 2016). Estimación de las emisiones vehiculares en la ciudad de

- Tegucigalpa, Honduras. Comayagua, Comayagua, Honduras.
- Flores Castro, W. C. (2012). *El Sector Energético de Honduras: Diagnóstico y política energética*. Tegucigalpa.
- Flores Castro, W. C. (2016). *El sector energía de Honduras: aspectos necesarios para su comprensión y estudio*. Tegucigalpa.
- Flores Cerrato, W. C. (2016). *El sector energía de Honduras: aspectos necesarios para su comprensión y estudio* (Primera ed.). Tegucigalpa.
- Global, B. (15 de Agosto de 2017). *BP Global - Statistical Review of World Energy*. Obtenido de <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- Global, B. (2017). *Statistical Review of World Energy*.
- Gracia, C. (s.f.). Bioetanol. En C. Gracia, *Biocombustibles: Energía o alimento?* (págs. 77 -103).
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F: Mc. Graw Hill.
- Herrera, L., Panigatti, J. L., Barral, M., & Blanco, D. (2013). *Biocombustibles en Argentina: Impactos de la producción de soja sobre los humedales y el agua*. Buenos Aires: etlands International.
- Honduras y los Biocombustibles . (2012). *Honduras y los Biocombustibles* . La Antigua Guatemala.
- <http://es.globalpetrolprices.com>. (12 de Septiembre de 2017). *Global Petro Prices*. Obtenido de [http://es.globalpetrolprices.com/Honduras/gasoline\\_prices/](http://es.globalpetrolprices.com/Honduras/gasoline_prices/)
- INE. (2011-2015). *Estadísticas de los combustibles en Honduras*. Tegucigalpa.
- INE. (2014). *Boletín en cifras, Parque vehicular 2010-2014*.

- INE. (2015). *El parque vehicular en Honduras 2011-2015*. Tegucigalpa.
- INE. (2016). *Boletín en cidras del país 2010-2016*.
- International, R. (1997). *Manual del programa de inventarios de emisiones mexicanos: Volumen VI - Desarrollo de inventarios de emisiones de vehículos automotores de México*. Denver.
- Martinez Jaramillo, J. E., Arango Aramburo, S., Alvarez Uribe, K., & Jaramillo Alvarez, P. (2016). Energy Policy. *ELSEVIER*.
- Martins K.C.R, S. P. (2005). Estudio del empleo de un convertidor catalítico para las emisiones gaseosas de un motor de ignición por chispa usando etanol como combustible. En S. P. Martins K.C.R, *Estudio del empleo de un convertidor catalítico para las emisiones gaseosas de un motor de ignición por chispa usando etanol como combustible* (págs. 39-42).
- Nación, L. (5 de Septiembre de 2017). *La Nación*. Obtenido de <http://www.lanacion.com.ar/1864609-el-uso-de-biocombustibles-esta-en-crecimiento>
- Núñez Madrid, M. R., & Chavez, S. R. (Julio de 2016). Construcción de la huella de carbono en el ciclo de vida productivo del café, utilizando la norma PAS 2060:2014 para el alcance de la carbono neutralidad a través de la generación de energía por medios renovables en la empresa COMSA Marcala, La Paz. Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras.
- OEE, O. E. (2013). *Impacto del precio de los combustibles en la inflación, los ingresos tributarios y el consumo*.
- OLADE. (2009). *Manual de Biocombustibles*. San Jose.
- OLADE. (2014). *Mejorando el acceso a los mercados energéticos de Honduras*.
- OLADE. (2014). *Organización Latinoamericana de Energía*.

- OPEC. (2016). *Monthly oil Market Report*. Viena.
- Peña, O. F. (2007). *Análisis de rentabilidad de producción de biodiesel en la planta piloto del Zamorano a partir de aceites de palma africana (Elaeis guineensis), maíz (Zea Mays) y soya (Glycine max)*. San Antonio de Oriente: Escuela Agrícola Panamericana.
- Prensa, L. (Noviembre de 2017). *La Prensa*. Obtenido de <http://www.laprensa.hn/honduras/952830-410/honduras-se-compromete-a-reducir-en-un-15-las-emisiones-de-gases>
- presidencial, S. d. (2006 - 2010). *Estadísticas de los combustibles en Honduras*. Tegucigalpa.
- presidencial, S. d. (2010-2014). *Estadísticas de los combustibles de Honduras*. Tegucigalpa.
- presidencial, S. d. (2014). *Estadísticas de los combustibles en Honduras años 2010 - 2014*. Tegucigalpa.
- pública, I. d. (Agosto de 2017). *Portal Unico de transparencia*. Obtenido de <http://portalunico.iaip.gob.hn/>
- Recio del Bosque, F. (2012). *Química Inorganica. 5ta Edición*. Mc. Graw Hill.
- Recio del Bosque, F. (2013). *Química Organica. 4ta Edición*. Mc. Graw Hill.
- Sandoval, S. (2014). *Petroleo y Gas Natural. Petroleo y Gas Natural*. Tegucigalpa.
- Secretaria de Energia, R. N. (2017). *Propuesta de Politicas Energeticas Honduras, 2017 -2038*. Tegucigalpa.
- SERNA, & Salgado, G. (2009). *Prospectiva Energética de Honduras*. Tegucigalpa.
- Solar, E. (5 de Septiembre de 2017). *Energia Solar*. Obtenido de <https://solar-energia.net/energias-no-renovables/combustibles-fosiles>
- Spiegel, E., Mc. Arthur, N., & Norton, R. (2010). *La nueva era del cambio climático*. Mc. Graw Hill.



Studies, J. H. (2017). *Annual Energy Outlook 2017*. EIA.

Tribuna, L. (30 de Marzo de 2016). Impuestos Caros aplican a combustibles en Honduras. *La Tribuna*.

Unidad, P. N., & Barralaga, F. (2010). *Asuntos claves sobre Mitigación en el sector Transporte de Honduras*.

Villafranca Rivera, F. S. (Octubre de 2016). Analisis de la posible disminuci3n en la generaci3n de energa del proyecto hidroel3ctrico Piedras Amarillas "Patuca III" ante la influencia de las variables clim3ticas. Tegucigalpa, Francisco Moraz3n, Honduras.

water, W. a. (1 de Noviembre de 2017). *wearewater.org*. Obtenido de [www.wearewater.org](http://www.wearewater.org)

## ANEXOS

### ANEXO A. Datos de Entrada

<b>Detalle de la flota vehicular estatal</b>		
<b>Institución de Estado</b>	<b>%</b>	<b>Combustibles</b>
Secretaría de Seguridad	20.03%	L15,568,545.08
Secretaría de Salud	8.66%	L4,139,161.40
Secretaría de Educación	8.43%	L603,606.82
Empresa Nacional de Energía Eléctrica	6.86%	L12,151,256.15
Secretaría de Defensa	5.55%	L108,568,149.18
Empresa Hondureña de Telecomunicaciones	5.47%	L13,205,809.64
Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados	4.09%	L8,984,703.72
Secretaría de Agricultura y Ganadería	3.40%	L1,392,156.00
Poder Judicial	2.99%	L12,880,563.40
Cuerpo de Bomberos de Honduras	2.68%	L2,730,994.36
Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal	2.06%	L4,266,291.09
Secretaría de Infraestructura y Servicios Públicos	1.96%	L2,312,223.42
Comisión Permanente de Contingencias	1.49%	L1,450,601.13
Instituto Nacional Agrario	1.39%	L4,529,395.71
Fondo Hondureño de Inversión Social	1.39%	L2,648,801.45
Empresa de Correos de Honduras	1.27%	L2,327,411.28
Ministerio Público	1.23%	L22,680,969.15
Instituto Nacional de Formación Profesional	1.07%	L3,947,433.22
Universidad Nacional Autónoma de Honduras	1.02%	L2,777,543.99
Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria	0.96%	L1,015,370.26
Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente Y Minas	0.89%	L2,181,251.15
Dirección Ejecutiva de Ingresos	0.88%	L570,879.96
Instituto de la Propiedad	0.85%	L1,181,383.62
Secretaría Derechos Humanos, Justicia, Gobernación y Desc.	0.71%	L562,907.95
Empresa Nacional Portuaria	0.68%	L1,538,913.82
Secretaría de Finanzas	0.63%	L502,623.97
Secretaría de Coordinación General del Gobierno	0.63%	L651,030.47
Comisionado Nacional de Derechos Humanos	0.57%	L803,417.00
Secretaría de Trabajo y Seguridad Social	0.53%	L772,949.44
Banco Central de Honduras	0.53%	L1,078,925.38
Instituto Hondureño de la Niñez y La Familia	0.51%	L470,664.75
Universidad de Ciencias Forestales	0.46%	L1,601,740.40

Fuente: elaboración propia a partir de Bienes Nacionales, IAIP.

<b>Detalle de la flota vehicular estatal</b>		
<b>Institución de Estado</b>	<b>%</b>	<b>Combustibles</b>
Inst. Nal. de Jubi.y Pen. de los Emp. y Fun. del Poder Ejec.	0.42%	L686,113.88
Procuraduría General de la República	0.38%	L812,050.61
Secretaría de la Presidencia	0.35%	L584,540.94
Tribunal Superior de Cuenta	0.34%	L342,246.52
Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán	0.33%	L1,052,688.34
Instituto Hondureño de Antropología e Historia	0.30%	L402,083.85
Banco Nacional de Desarrollo Agrícola	0.30%	L3,647,750.26
Secretaría de Relaciones Exteriores y Cooperación Internac.	0.30%	L341,238.14
Dirección Investigación y Evaluación de la Carrera Policial	0.28%	L800,880.00
Patronato Nacional de la Infancia	0.26%	L299,218.21
Instituto Nacional de Estadísticas	0.26%	L1,859,116.47
Instituto Hondureño de Turismo	0.24%	L732,988.21
Dirección de la Marina Mercante	0.22%	L464,491.15
Registro Nacional de las Personas	0.22%	L541,373.61
Banco Hondureño para la Producción y la Vivienda	0.18%	L217,105.89
Dirección Ejecutiva de Cultura, Artes y Deportes	0.17%	L56,314.60
Suplidora Nacional de Productos Básicos	0.17%	L2,352,748.12
Comisión Nacional de Telecomunicaciones	0.16%	L497,443.19
Tribunal Supremo Electoral	0.16%	L10,726,548.85
Programa Nacional de Desarrollo Rural y Urbano Sostenible	0.15%	L860,090.81
Secretaría de Desarrollo e Inclusión Social	0.14%	L2,331,265.92
Instituto Nacional de la Mujer	0.11%	L156,532.37
Centro Nacional de Educación para el Trabajo	0.10%	L405,554.90
Instituto Nacional de Previsión del Magisterio	0.10%	L297,715.65
Comisión Nacional de Bancos y Seguros	0.10%	L546,674.90
Inst. Hondureño para Prev. y Trat. del Alcohol.,Drog.y Farm.	0.09%	L158,701.51
Universidad Nacional de Agricultura	0.08%	L7,870,286.58
Fondo Vial	0.07%	L174,357.29
Instituto Hondureño de Geología y Minas	0.06%	L360,981.21
Confederación Deportiva Autónoma de Honduras	0.06%	L402,782.60
Instituto Hondureño de Mercadeo Agrícola	0.06%	L400,934.07
Cuenta del Desafío del Milenio	0.06%	L209,203.72
Empresa Nacional de Artes Gráficas	0.06%	L351,000.00
Comisión Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos	0.05%	L173,543.97
Comis. Administradora Zona Libre Turística Islas de la Bahía	0.05%	L112,810.79
Secretaría Técnica de Planificación y Cooperación Externa	0.05%	L677,483.32
Instituto Nacional de Migración	0.04%	L515,766.28
Instituto de Crédito Educativo	0.04%	L118,078.90
Consejo Nacional Supervisor de Cooperativas	0.04%	L179,032.05
Ins. De Prev.Soc. de los Emp.de La Univ.Nal.Aut. de Honduras	0.04%	L61,134.59

Fuente: elaboración propia a partir de Bienes Nacionales, IAIP.

<b>Detalle de la flota vehicular estatal</b>		
<b>Institución de Estado</b>	<b>%</b>	<b>Combustibles</b>
Ente Regulador de Servicios de Agua Potable y Saneamiento	0.04%	L182,843.33
Secretaría de Justicia y Derechos Humanos	0.04%	L1,600,963.15
Instituto de Acceso a la Información Pública	0.03%	L59,909.62
Com. Nac. Pro Instalac. Dep. y Mejor. del Dep.	0.03%	L141,707.31
Programa Nacional de Prevención Rehabilitación y Reinserción Social	0.02%	L226,855.12
Comisión para la Defensa y la Promoción de la Competencia	0.02%	L103,345.43
Secretaría de Desarrollo Económico	0.02%	L1,122,526.99
Secretaría de Cultura, Artes y Deportes	0.01%	L56,314.60
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>	<b>L286,373,012.21</b>

Fuente: elaboración propia a partir de Bienes Nacionales, IAIP.

<b>Instituciones Centralizadas</b>		
1 Congreso Nacional	21	Secretaría de Derechos Humanos, Justicia, Gobernación y Desc.
2 Tribunal Superior de Cuentas	22	Comité Permanente de Contingencias
3 Comisionado Nacional de Derechos Humanos	23	Cuerpo de Bomberos
4 Poder Judicial	24	Empresa Nacional de Artes Gráficas
5 Programa de Asignación Familiar	25	Instituto Nacional Penitenciario
6 Fondo Hondureño de Inversión Social	26	Instituto Nacional de Migración
7 Instituto de la Propiedad	27	Secretaría de Educación
8 Programa Nacional de Prevención, Rehabilitación y Reinserción Social	28	Centro Nacional de Educación para el Trabajo
9 Instituto Nacional de la Juventud	29	Secretaría de Salud
Instituto Nacional de Conservación y	30	Ente Regulador de Servicios de Agua Potable y Saneamiento
10 Desarrollo Forestal		
Comisión para la Promoción de Alianza		
11 Público-Privada	31	Secretaría de Seguridad
	32	Dirección de Investigación y Evaluación de la Carrera Policial
12 Secretaría de la Presidencia		Secretaría de Relaciones Exteriores y Cooperación Internacional
13 Cuenta Desafío del Milenio-Honduras	33	Secretaría de Defensa
14 Instituto de Acceso a la Información Pública	34	Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil
Comisión Nacional de Vivienda y	35	
15 Asentamientos Humanos		
16 Dirección Ejecutiva del Plan de Nación	36	Secretaría de Finanzas
		Comisión Nacional de Telecomunicaciones
17 Instituto Hondureño de Geología y Minas	37	Comisión Administradora Zona Libre
Dirección Ejecutiva de Cultura, Artes y		
18 Deportes	38	Turística Islas de la Bahía
19 Servicio de Administración de Rentas	39	Dirección Ejecutiva de Ingresos
20 Presidencia de la República	40	Dirección Nacional de Bienes del Estado

### Instituciones Centralizadas

41	Secretaría de Industria y Comercio	61	Secretaría de Desarrollo e Inclusión Social
42	Secretaría de Infraestructura y Servicios Públicos	62	Instituto de Desarrollo Comunitario, Agua y Saneamiento
43	Dirección de la Marina Mercante	63	Dirección de la Niñez, Adolescencia y Familia
44	Fondo Vial	64	Dirección Nacional de Parques y Recreación
45	Instituto Hondureño del Transporte Terrestre	65	Secretaría Técnica de Planificación y Cooperación Externa
46	Secretaría de Trabajo y Seguridad Social	66	Secretaría de Justicia y Derechos Humanos
47	Secretaría de Agricultura y Ganadería	67	Secretaría de los Pueblos Indígenas y Afro-Hondureños
48	Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria	68	Secretaría de Coordinación General del Gobierno
49	Programa Nacional de Desarrollo Rural y Urbano Sostenible	69	Secretaría de Desarrollo Económico
50	Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas	70	Gabinetes Sectoriales
51	Comisión Reguladora de Energía Eléctrica	71	Gabinete de Gobernabilidad y Descentralización
52	Secretaría de Cultura, Artes y Deportes	72	Gabinete de Desarrollo e Inclusión Social
53	Centro de Cultura Garingau de Honduras	73	Gabinete de Desarrollo Económico
54	Secretaría de Turismo	74	Gabinete de Defensa y Seguridad
55	Registro Nacional de las Personas	75	Gabinete de Infraestructura Productiva
56	Ministerio Público	76	Gabinete de Relaciones Exteriores y Cooperación Internacional
57	Procuraduría General de la República	77	Gabinete de Conducción y Regulación Económica
58	Procuraduría del Ambiente y Recursos Naturales	78	Servicios Financieros de la Administración Central
59	Tribunal Supremo Electoral		
60	Deuda Pública		

## Instituciones Descentralizadas

1	Instituto Nacional Agrario	19	Instituto Nacional de Previsión del Magisterio
2	Instituto Hondureño de Turismo	20	Instituto de Previsión Militar
3	Instituto Nacional de Formación Profesional	21	Instituto de Previsión Social de los empleados de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras
4	Instituto de Crédito Educativo	22	Universidad Nacional Autónoma de Honduras
	Instituto Hondureño de Antropología e		Universidad Pedagógica Nacional Francisco
5	Historia	23	Morazán
6	Instituto Hondureño de Cooperativas	24	Universidad Nacional de Agricultura
	Instituto Hondureño para Prev. Y Trat. De		
7	Alcohol, Drog., y Fam	25	Empresa Nacional de Energía Eléctrica
8	Patronato Nacional de la Infancia	26	Empresa Nacional Portuaria
	Comisión Nacional Pro Instalación		
9	Deportiva	27	Empresa Hondureña de Telecomunicaciones
	Confederación Deportiva Autónoma de		Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y
10	Honduras	28	Alcantarillados
11	Escuela Nacional de Ciencias Forestales	29	Instituto Hondureño de Mercadeo Agrícola
12	Instituto Nacional de la Mujer	30	Suplidora Nacional de Productos Básicos
13	Instituto Nacional de Estadísticas	31	Ferrocarril Nacional de Honduras
	Comisión para la Defensa y la Promoción de		
14	la Competencia	32	Empresa de Correos de Honduras
	Instituto Hondureño de Ciencia, Tecnología		
15	e Innovación	33	Banco Hondureño para la Producción y Vivienda
	Comité Nacional de Prevención Contra		
16	Tortura, Tratos Crueles	34	Banco Central de Honduras
17	Instituto Hondureño de Seguridad Social	35	Banco Nacional de Desarrollo Agrícola
	Instituto Nacional de Jubilados y		
18	Pensionados de los empleados y	36	Comisión Nacional de Bancos y Seguros
	funcionarios del Poder Ejecutivo		

## ANEXO B. Datos económicos

<b>PIB Proyectado</b>		
<b>Millones de L</b>		
<b>Año</b>	<b>Tendencial 3.6%</b>	<b>Alternativo 4.1%</b>
2017	L2,082.36	L2,092.41
2018	L2,157.32	L2,178.20
2019	L2,234.99	L2,267.50
2020	L2,315.45	L2,360.47
2021	L2,398.80	L2,457.25
2022	L2,485.16	L2,558.00
2023	L2,574.63	L2,662.88
2024	L2,667.31	L2,772.06
2025	L2,763.34	L2,885.71
2026	L2,862.82	L3,004.02
2027	L2,965.88	L3,127.19
2028	L3,072.65	L3,255.40
2029	L3,183.27	L3,388.87
2030	L3,297.86	L3,527.82
2031	L3,416.59	L3,672.46
2032	L3,539.58	L3,823.03
2033	L3,667.01	L3,979.77
2034	L3,799.02	L4,142.95
2035	L3,935.79	L4,312.81

Fuente: elaboración propia a partir de datos históricos de BCH, INE.

### **Precios históricos de los Combustibles** **(Por Galón)**

<b>Año</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Diésel</b>
2007	L67.87	L59.07
2008	L72.33	L68.80
2009	L58.75	L50.20
2010	L69.03	L60.70
2011	L85.01	L77.77
2012	L90.79	L82.11
2013	L92.99	L84.18
2014	L97.51	L87.77
2015	L79.90	L66.97
2016	L82.85	L70.58
2017	L87.15	L75.46
<b>Variación</b>	<b>1.88%</b>	<b>2.48%</b>

Fuente: elaboración propia a partir de datos históricos de INE, ADHIPPE.

<b>Proyección de los Precios (por gal) de los Combustibles</b>		
<b>Año</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Diésel</b>
2017	L87.15	L75.46
2018	L88.78	L77.33
2019	L90.45	L79.25
2020	L92.15	L81.21
2021	L93.89	L83.23
2022	L95.65	L85.29
2023	L97.45	L87.41
2024	L99.28	L89.58
2025	L101.15	L91.80
2026	L103.05	L94.07
2027	L104.99	L96.41
2028	L106.96	L98.80
2029	L108.97	L101.25
2030	L111.02	L103.76
2031	L113.11	L106.33
2032	L115.23	L108.97
2033	L117.40	L111.67
2034	L119.61	L114.44
2035	L121.85	L117.28

Fuente: elaboración propia a partir de datos históricos de ADHIPPE, INE.

<b>Proyección de los Precios (por gal) de Biocombustibles</b>		
<b>Año</b>	<b>Etanol</b>	<b>Biodiésel</b>
2017	L70.70	L107.98
2018	L72.21	L112.60
2019	L73.76	L117.42
2020	L75.34	L122.45
2021	L76.95	L127.69
2022	L78.60	L133.15
2023	L80.28	L138.85
2024	L82.00	L144.80
2025	L83.75	L150.99
2026	L85.54	L157.46
2027	L87.37	L164.20
2028	L89.24	L171.22
2029	L91.15	L178.55
2030	L93.11	L186.19
2031	L95.10	L194.16
2032	L97.13	L202.47
2033	L99.21	L211.14
2034	L101.33	L220.18
2035	L103.50	L229.60

Fuente: elaboración propia a partir de datos históricos de la Universidad del Zamorano y de la CAP.



<b>Costo de Biocombustibles</b>		
Promedio por galón	L166.55	\$6.43
Promedio por barril	L6,995.14	\$269.91

Fuente: elaboración propia a partir de la Universidad del Zamorano y de la CAP.

<b>Costo Barril de Combustible</b>			
	<b>2016</b>	<b>2035</b>	<b>Variación</b>
Base	\$52.62	\$100.00	3.44%
Precios Altos	\$52.62	\$220.00	7.82%

<b>Proyección de precios (análisis de sensibilidad)</b>		
<b>Caso: Base</b>		
<b>Año</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Diésel</b>
2017	\$3.48	\$3.01
2018	\$3.60	\$3.12
2019	\$3.72	\$3.22
2020	\$3.85	\$3.33
2021	\$3.98	\$3.45
2022	\$4.12	\$3.57
2023	\$4.26	\$3.69
2024	\$4.41	\$3.82
2025	\$4.56	\$3.95
2026	\$4.72	\$4.08
2027	\$4.88	\$4.22
2028	\$5.05	\$4.37
2029	\$5.22	\$4.52
2030	\$5.40	\$4.68
2031	\$5.58	\$4.84
2032	\$5.78	\$5.00
2033	\$5.98	\$5.17
2034	\$6.18	\$5.35
2035	\$6.39	\$5.54
2035	L165.70	L143.48

<b>Proyección de precios (análisis de sensibilidad)</b>		
<b>Caso: Precios Altos</b>		
<b>Año</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Diésel</b>
2017	\$3.63	\$3.14
2018	\$3.91	\$3.38
2019	\$4.21	\$3.65
2020	\$4.54	\$3.93
2021	\$4.90	\$4.24
2022	\$5.28	\$4.57
2023	\$5.70	\$4.93
2024	\$6.14	\$5.32
2025	\$6.62	\$5.73
2026	\$7.14	\$6.18
2027	\$7.70	\$6.67
2028	\$8.30	\$7.19
2029	\$8.95	\$7.75
2030	\$9.65	\$8.35
2031	\$10.40	\$9.01
2032	\$11.22	\$9.71
2033	\$12.09	\$10.47
2034	\$13.04	\$11.29
2035	\$14.06	\$12.17
2035	L364.36	L315.50

Fuente: elaboración propia a partir de ADHIPPE, INE, IEA.

<b>Costo Barril de Combustible</b>			
	<b>2016</b>	<b>2025</b>	<b>Variación</b>
Base	\$52.62	\$100.00	7.39%
Precios Altos	\$52.62	\$190.00	15.33%

<b>Proyección de precios (análisis de sensibilidad)</b>		
<b>Caso: Precios Altos 2025</b>		
<b>Año</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Diésel</b>
2017	\$3.63	\$3.14
2018	\$4.18	\$3.62
2019	\$4.82	\$4.18
2020	\$5.56	\$4.82
2021	\$6.41	\$5.55
2022	\$7.40	\$6.41
2023	\$8.53	\$7.39
2024	\$9.84	\$8.52
2025	\$11.35	\$9.83
2025	L294.09	L254.66

Fuente: elaboración propia a partir de ADHIPPE, INE, IEA.

<b>Proyección de la Tasa de Referencia</b>	
<b>Año</b>	<b>Tasa</b>
2017	23.5726
2018	24.3293
2019	25.1103
2020	25.9163
2021	26.7482
2022	27.6068
2023	28.4930
2024	29.4076
2025	30.3516
2026	31.3259
2027	32.3315
2028	33.3693
2029	34.4405
2030	35.5460
2031	36.6870
2032	37.8647
2033	39.0801
2034	40.3346
2035	41.6293

Fuente: elaboración propia a partir de BCH.

## ANEXO C. Datos de consumo energético e impacto ambiental

Estimación de Rendimientos de la flota vehicular estatal					
Tipo de Vehículo	km/gal			km/año	gal/año
	Ciudad	Carretera	Promedio		
Todoterreno: Pick Up	40.72	61.04	50.88	16,500.00	324.27
Motocicletas	151.42	170.34	160.88	22,000.00	136.75
Camioneta	36.10	49.36	42.73	14,500.00	339.33
Camión	9.46	12.61	11.03	10,200.00	924.38
Microbús	94.64	132.49	113.56	17,500.00	154.10
Ambulancia	45.42	56.78	51.10	42,500.00	831.66
Turismo	37.85	62.08	49.97	15,000.00	300.20
Autobús	94.64	132.49	113.56	35,000.00	308.20
Volqueta	22.71	22.71	22.71	12,000.00	528.35
Cuatrimoto	75.71	85.17	80.44	2,000.00	24.86
Tractor Agrícola	22.71	22.71	22.71	2,000.00	88.06
Furgoneta	30.28	37.85	34.07	5,000.00	146.76
Otros	0.00	0.00	0.00	4,000.00	0.00
Trimoto	151.42	170.34	160.88	1,000.00	6.22

Fuente: elaboración propia a partir de CONAE.

Emisiones generadas por tipo de combustible en TM de CO2 equivalente (Escenario Tendencial)					
Combustible	2016	2020	2025	2030	2035
Gasolina	195.6	211.8	234.0	258.4	285.5
Diésel	1,103.4	1,194.8	1,319.8	1,457.9	1,610.4
Total	1,299.0	1,406.6	1,553.7	1,716.3	1,895.9

Fuente: Datos obtenidos de LEAP (2017).

Emisiones generadas por tipo de combustible en TM de CO2 equivalente (Escenario Alternativo)					
Combustible	2016	2020	2025	2030	2035
Gasolina	195.6	207.1	222.3	232.6	228.4
Diésel	1,103.4	1,137.9	1,194.1	1,249.7	1,303.8
Total	1,299.0	1,345.0	1,416.4	1,482.3	1,532.2

Fuente: Datos obtenidos de LEAP (2017).

Emisiones generadas por tipo de combustible en TM de CO2 equivalente (ambos escenarios)					
Escenarios	2016	2020	2025	2030	2035
Alternativo	1,299.0	1,345.0	1,416.4	1,482.3	1,532.2
Tendencial	1,299.0	1,406.6	1,553.7	1,716.3	1,895.9
Diferencia	-	-61.6	-137.3	-234.0	-363.7

Fuente: Datos obtenidos de LEAP (2017).

Emisiones generadas por su clasificación en TM de CO2 equivalente (ambos escenarios)										
Effects	Tendencial					Alternativo				
	2016	2020	2025	2030	2035	2016	2020	2025	2030	2035
Carbon Dioxide	1,292.2	1,399.3	1,545.6	1,707.4	1,886.0	1,292.2	1,338.0	1,409.0	1,474.5	1,524.2
Methane	3.9	4.3	4.7	5.2	5.8	3.9	4.1	4.4	4.6	4.6
Nitrous Oxide	2.8	3.1	3.4	3.7	4.1	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3
Total	1,299.0	1,406.6	1,553.7	1,716.3	1,895.9	1,299.0	1,345.0	1,416.4	1,482.3	1,532.2

Fuente: Datos obtenidos de LEAP (2017).

Emisiones generadas por tipo de vehículo en TM de CO2 equivalente (Escenario Tendencial)					
Branches	2016	2020	2025	2030	2035
All Others	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pick Up	1,037.3	1,123.2	1,240.8	1,370.6	1,514.0
Motocicletas	189.3	205.0	226.4	250.1	276.3
Camionetas	12.2	13.2	14.6	16.2	17.9
Camión	53.1	57.5	63.5	70.1	77.5
Microbús	2.4	2.6	2.9	3.2	3.5
Ambulancias	3.1	3.4	3.8	4.2	4.6
Turismo	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9
Autobús	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7
Volqueta	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
Tractor Agrícola	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	1,299.0	1,406.6	1,553.7	1,716.3	1,895.9

Fuente: Datos obtenidos de LEAP (2017).

Emisiones generadas por tipo de vehículo en TM de CO2 equivalente (Escenario Alternativo)					
Branches	2016	2020	2025	2030	2035
All Others	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pick Up	1,037.3	1,067.2	1,116.9	1,165.3	1,211.2
Motocicletas	189.3	200.4	215.1	225.1	221.0
Camionetas	12.2	12.6	13.3	13.8	14.3
Camión	53.1	57.5	63.5	70.1	77.5
Microbus	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
Ambulancias	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7
Turismo	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7
Autobús	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6
Volqueta	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Tractor Agrícola	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	1,299.0	1,345.0	1,416.4	1,482.3	1,532.2

Fuente: Datos obtenidos de LEAP (2017).

## ANEXO D. Formatos

Tegucigalpa MDC, 10 de octubre 2017

Portal de Transparencia  
Secretaría de

Estimados Señores

Somos estudiantes de la Maestría de Gestión en Energía Renovable en UNITEC, y para poder concluir nuestro trabajo de Tesis, solicitamos por este medio nos puedan proporcionar la siguiente información:

1. Consumo en combustibles para uso de la flota vehicular asignada a la dependencia estatal durante el 2016, detallado de forma mensual, que incluya al menos la siguiente información:
  - a. Total galones comprados de diésel
  - b. Total galones comprados de gasolina (superior y regular)
  - c. Total galones comprados de gas LPG
  - d. Total gasto en Lempiras (Lps.) por concepto de consumo de combustibles
2. Cual fue el presupuesto asignado a Combustibles para uso de la flota vehicular asignada a la dependencia estatal durante el 2016.

Agradeceremos nos puedan proporcionar la información anteriormente detallada de forma mensual.

Agradeciendo de antemano y a la espera de lo solicitado.

Atentamente,

Fabiola Soto Leiva  
Tel. 9903-1300  
[fsleiva@unitec.edu](mailto:fsleiva@unitec.edu)

Kelly Romero  
Tel. 8991-9614  
[Kelly.romerob@hotmail.com](mailto:Kelly.romerob@hotmail.com)