



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Incremento económico en algunos consumos y en los costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano en México en el año 2019 con relación al 2016 y su impacto en la conservación de carreteras

José Antonio Arroyo Osorno
Guillermo Torres Vargas
Salvador Hernández García
José Alejandro González García
Gabriela Cruz González

Publicación Técnica No. 633
Sanfandila, Qro.
2021

ISSN 0188-7297

Este estudio fue realizado por el M. en I. José Antonio Arroyo Osorno, con la colaboración del Dr. Guillermo Torres Vargas, el M. en C. Salvador Hernández García, el M. en C. José Alejandro González García y la Dra. Gabriela Cruz González, todos investigadores de la Coordinación de Estudios Económicos y Sociales del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte (IMT).

El documento es el producto final del proyecto de investigación interna *OI-07/20 Incremento económico en algunos consumos y en los costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano en México en el año 2019 con relación al 2016 y su impacto en la conservación de carreteras.*

Contenido

	Página
Índice de figuras.....	v
Índice de tablas.....	vii
Sinopsis.....	xv
Abstract.....	xvii
Resumen Ejecutivo	xix
Introducción.....	1
1 Costos en consumos, operadores, mantenimiento, refacciones y COV para los diferentes tipos de vehículos a precios corrientes (2016-2019)	3
1.1 Costos caso base, a precios corrientes de 2016 y 2019.....	4
1.2 Costos terreno plano, a precios corrientes de 2016 y 2019.....	12
1.3 Costos terreno en lomerío, a precios corrientes de 2016 y 2019.....	17
1.4 Costos terreno montañoso, a precios corrientes de 2016 y 2019.....	21
2 Costos en consumos, operadores, mantenimiento, refacciones y COV (2016-2019) para los diferentes tipos de vehículos a precios de 2013	27
2.1 Costos caso base, a precios de 2013.....	27
2.2 Costos terreno plano, a precios de 2013.....	36
2.3 Costos terreno en lomerío, a precios de 2013.....	41
2.4 Costos terreno montañoso, a precios de 2013.....	46
3 Variación real de los costos en consumos, operadores, mantenimiento,..... refacciones y COV para los diferentes tipos de vehículos (2016-2019)	51
3.1 Variación real de los costos (2016-2019), caso base.....	51
3.2 Variación real de los costos (2016-2019), terreno plano.....	57
3.3 Variación real de los costos (2016-2019), terreno en lomerío.....	60
3.4 Variación real de los costos (2016-2019), terreno montañoso.....	64
3.5 Ejemplo de caso a precios corrientes 2016-2019.....	68

3.6 Resultados del ejemplo de caso a precios de 2013	72
Conclusiones.....	75
Bibliografía	79

Índice de figuras

	Página
1.1 Costos caso base, IRI 2, precios corrientes 2016	5
1.2 Costos caso base, IRI 2, precios corrientes 2019	5
1.3 Costos caso base, IRI 4, precios corrientes 2016	6
1.4 Costos caso base, IRI 4, precios corrientes 2019	6
1.5 Costos caso base, IRI 6, precios corrientes 2016	7
1.6 Costos caso base, IRI 6, precios corrientes 2019	8
1.7 Costos caso base, IRI 8, precios corrientes 2016	9
1.8 Costos caso base, IRI 8, precios corrientes 2019	9
1.9 Costos caso base, IRI 10, precios corrientes 2016	10
1.10 Costos caso base, IRI 10, precios corrientes 2019	10
1.11 Costos caso base, IRI 12, precios corrientes 2016	11
1.12 Costos caso base, IRI 12, precios corrientes 2019	12
2.1 Costos 2016 caso base, IRI 2, precios constantes 2013	28
2.2 Costos 2019 caso base, IRI 2, precios constantes 2013	29
2.3 Costos 2016 caso base, IRI 4, precios constantes 2013	30
2.4 Costos 2019 caso base, IRI 4, precios constantes 2013	30
2.5 Costos 2016 caso base, IRI 6, precios constantes 2013	31
2.6 Costos 2019 caso base, IRI 6, precios constantes 2013	31
2.7 Costos 2016 caso base, IRI 8, precios constantes 2013	32
2.8 Costos 2019 caso base, IRI 8, precios constantes 2013	33

2.9 Costos 2016 caso base, IRI 10, precios constantes 2013	34
2.10 Costos 2019 caso base, IRI 10, precios constantes 2013	34
2.11 Costos 2016 caso base, IRI 12, precios constantes 2013	35
2.12 Costos 2019 caso base, IRI 12, precios constantes 2013	35
3.1 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 2, precios constantes 2013	52
3.2 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 4, precios constantes 2013	53
3.3 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 6, precios constantes 2013	54
3.4 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 8, precios constantes 2013	55
3.5 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 10, precios constantes 2013	56
3.6 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 12, precios constantes 2013	57

Índice de tablas

	Página
1.1 Costos caso base, IRI 2, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	4
1.2 Costos caso base, IRI 2, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	4
1.3 Costos caso base, IRI 4, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	5
1.4 Costos caso base, IRI 4, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	6
1.5 Costos caso base, IRI 6, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	7
1.6 Costos caso base, IRI 6, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	7
1.7 Costos caso base, IRI 8, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	8
1.8 Costos caso base, IRI 8, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	8
1.9 Costos caso base, IRI 10, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	9
1.10 Costos caso base, IRI 10, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	10
1.11 Costos caso base, IRI 12, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	11
1.12 Costos caso base, IRI 12, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	11
1.13 Costos terreno plano, IRI 2, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	12
1.14 Costos terreno plano, IRI 2, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	13
1.15 Costos terreno plano, IRI 4, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	13
1.16 Costos terreno plano, IRI 4, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	13
1.17 Costos terreno plano, IRI 6, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	14
1.18 Costos terreno plano, IRI 6, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	14
1.19 Costos terreno plano, IRI 8, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	14
1.20 Costos terreno plano, IRI 8, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	14
1.21 Costos terreno plano, IRI 10, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	15

1.22 Costos terreno plano, IRI 10, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	15
1.23 Costos terreno plano, IRI 12, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	15
1.24 Costos terreno plano, IRI 12, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	16
1.25 Costos terreno en lomerío, IRI 2, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	17
1.26 Costos terreno en lomerío, IRI 2, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	17
1.27 Costos terreno en lomerío, IRI 4, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	18
1.28 Costos terreno en lomerío, IRI 4, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	18
1.29 Costos terreno en lomerío, IRI 6, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	18
1.30 Costos terreno en lomerío, IRI 6, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	19
1.31 Costos terreno en lomerío, IRI 8, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	19
1.32 Costos terreno en lomerío, IRI 8, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	19
1.33 Costos terreno en lomerío, IRI 10, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	20
1.34 Costos terreno en lomerío, IRI 10, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	20
1.35 Costos terreno en lomerío, IRI 12, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	20
1.36 Costos terreno en lomerío, IRI 12, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	21
1.37 Costos terreno montañoso, IRI 2, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	21
1.38 Costos terreno montañoso, IRI 2, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	22

1.39 Costos terreno montañoso, IRI 4, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	22
1.40 Costos terreno montañoso, IRI 4, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	22
1.41 Costos terreno montañoso, IRI 6, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	23
1.42 Costos terreno montañoso, IRI 6, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	23
1.43 Costos terreno montañoso, IRI 8, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	23
1.44 Costos terreno montañoso, IRI 8, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	24
1.45 Costos terreno montañoso, IRI 10, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	24
1.46 Costos terreno montañoso, IRI 10, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	24
1.47 Costos terreno montañoso, IRI 12, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)	25
1.48 Costos terreno montañoso, IRI 12, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)	25
2.1 Costos 2016 caso base, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	27
2.2 Costos 2019 caso base, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	27
2.3 Costos 2016 caso base, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	29
2.4 Costos 2019 caso base, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	29
2.5 Costos 2016 caso base, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	30
2.6 Costos 2019 caso base, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	31
2.7 Costos 2016 caso base, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	32

veh-km)	
2.8 Costos 2019 caso base, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	32
2.9 Costos 2016 caso base, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	33
2.10 Costos 2019 caso base, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	33
2.11 Costos 2016 caso base, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	34
2.12 Costos 2019 caso base, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	35
2.13 Costos 2016 terreno plano, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	36
2.14 Costos 2019 terreno plano, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	36
2.15 Costos 2016 terreno plano, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	37
2.16 Costos 2019 terreno plano, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	37
2.17 Costos 2016 terreno plano, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	37
2.18 Costos 2019 terreno plano, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	38
2.19 Costos 2016 terreno plano, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	38
2.20 Costos 2019 terreno plano, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	38
2.21 Costos 2016 terreno plano, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	39
2.22 Costos 2019 terreno plano, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	39
2.23 Costos 2016 terreno plano, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	39

veh-km)	
2.24 Costos 2019 terreno plano, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	40
2.25 Costos 2016 terreno en lomerío, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	41
2.26 Costos 2019 terreno en lomerío, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	41
2.27 Costos 2016 terreno en lomerío, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	42
2.28 Costos 2019 terreno en lomerío, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	42
2.29 Costos 2016 terreno en lomerío, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	42
2.30 Costos 2019 terreno en lomerío, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	43
2.31 Costos 2016 terreno en lomerío, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	43
2.32 Costos 2019 terreno en lomerío, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	44
2.33 Costos 2016 terreno en lomerío, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	44
2.34 Costos 2019 terreno en lomerío, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	45
2.35 Costos 2016 terreno en lomerío, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	45
2.36 Costos 2019 terreno en lomerío, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	45
2.37 Costos 2016 terreno montañoso, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	46
2.38 Costos 2019 terreno montañoso, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	46
2.39 Costos 2016 terreno montañoso, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	47

2.40 Costos 2019 terreno montañoso, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	47
2.41 Costos 2016 terreno montañoso, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	47
2.42 Costos 2019 terreno montañoso, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	48
2.43 Costos 2016 terreno montañoso, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	48
2.44 Costos 2019 terreno montañoso, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	48
2.45 Costos 2016 terreno montañoso, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	49
2.46 Costos 2019 terreno montañoso, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	49
2.47 Costos 2016 terreno montañoso, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	50
2.48 Costos 2019 terreno montañoso, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)	50
3.1 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, caso base, IRI 2	51
3.2 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, caso base, IRI 4	52
3.3 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, caso base, IRI 6	53
3.4 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, caso base, IRI 8	54
3.5 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, caso base, IRI 10	55
3.6 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, caso base, IRI 12	56
3.7 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno plano, IRI 2	57

3.8 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno plano, IRI 4	58
3.9 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno plano, IRI 6	58
3.10 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno plano, IRI 8	59
3.11 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno plano, IRI 10	59
3.12 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno plano, IRI 12	60
3.13 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno en lomerío, IRI 2	60
3.14 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno en lomerío, IRI 4	61
3.15 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno en lomerío, IRI 6	61
3.16 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno en lomerío, IRI 8	62
3.17 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno en lomerío, IRI 10	63
3.18 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno en lomerío, IRI 12	63
3.19 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno montañoso, IRI 2	64
3.20 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno montañoso, IRI 4	64
3.21 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno montañoso, IRI 6	65
3.22 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno montañoso, IRI 8	66
3.23 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km, terreno montañoso, IRI 10	67
3.24 Variación real de los costos (2016-2019) en pesos por veh-km,	67

terreno montañoso, IRI 12	
3.25 Costos de operación del tránsito anual de la carretera Coatzacoalcos-Salina Cruz 2016, a precios corrientes	69
3.26 Costos de operación del tránsito anual de la carretera Mazatlán-Tepic 2016, a precios corrientes	70
3.27 Sobrecostos de operación anuales por km (2016), a precios corrientes	70
3.28 Costos de operación del tránsito anual de la carretera Coatzacoalcos-Salina Cruz 2019, a precios corrientes	70
3.29 Costos de operación del tránsito anual de la carretera Mazatlán-Tepic 2019, a precios corrientes	71
3.30 Sobrecostos de operación anuales por km (2019), a precios corrientes	71

Sinopsis

El objetivo del presente documento es mostrar el incremento económico real que han experimentado algunos de los consumos y los costos de operación de los vehículos (COV) representativos del tránsito interurbano de México en el año 2019 con relación al 2016 y su impacto en la conservación de carreteras.

El análisis consta de dos partes. La primera parte (2016 y 2019) se realiza a precios corrientes para medir el incremento económico en algunos de los consumos (combustibles, lubricantes, llantas, salario de los operadores, mano de obra de mantenimiento, refacciones, etc.) y en los costos de operación base, derivados del aumento en los precios de los combustibles, de los vehículos y de sus refacciones, así como en los salarios de la fuerza laboral en nuestro país. La segunda parte del análisis toma como referencia información económica del INEGI a precios de 2013 (año base), con la intención de convertir los incrementos económicos de los consumos ya mencionados de los vehículos, así como de sus costos de operación obtenidos, a precios de 2019, para determinar el incremento real en los mismos.

Palabras clave: costos de operación vehicular, tránsito interurbano, insumos de los vehículos, precios corrientes, precios constantes, carreteras, México.

Abstract

The purpose of this document is to show the real economic increase that basic operating costs and some consumption of vehicles that represent the interurban traffic of Mexico had in year 2019 compared to 2016 and its impact on road maintenance.

The analysis was done in two parts. The first part (2016 and 2019) was done in current prices to measure the economic increase in some consumptions (fuel, lubricants, tires, driver's salary, maintenance labor, spare parts, in others.) and basic operating costs, derived from the increase in prices of fuels, vehicles and its spare parts, as well as in the salaries of the labor force in our country. The second part takes as a reference economic information from INEGI at prices of 2013 (base year) to convert the consumption economic increases of the vehicles, as well as its operating costs obtained, at prices of 2019, to determine the real increase in them.

Keywords: vehicle operating costs, interurban traffic, vehicle consumptions, current prices, constant prices, highways, Mexico.

Resumen ejecutivo

El desarrollo de este trabajo se origina a partir del protocolo de investigación interna OI-07/20 *Incremento económico en algunos consumos y en los costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano en México en el año 2019 con relación al 2016 y su impacto en la conservación de carreteras* y tiene la finalidad de mostrar el incremento económico real que han experimentado algunos de los consumos (combustibles, lubricantes, llantas, salario de los operadores, mano de obra de mantenimiento, refacciones, etc.), así como los costos de operación de los vehículos representativos del tránsito interurbano nacional (Un tractocamión articulado de tres ejes con semirremolque de tres ejes T3-S3, un tractocamión articulado de tres ejes con semirremolque de dos ejes T3-S2, un tractocamión articulado de tres ejes con semirremolque de dos ejes y remolque de cuatro ejes T3-S2-R4, un camión pesado de tres ejes C3, un camión mediano de dos ejes C2, un autobús foráneo de tres ejes y un vehículo ligero o utilitario) en el año 2019 con relación al 2016, con la intención de aportar información y datos que apoyen la toma de decisiones en la planeación, construcción, operación y conservación de caminos, así como la evaluación económica, el análisis beneficio-costos y las políticas tarifarias, públicas y privadas, del sector carretero de México.

El análisis entre 2016 y 2019 se hará a precios corrientes para medir el incremento económico en algunos de los consumos (combustibles, lubricantes, llantas, salario de los operadores, mano de obra de mantenimiento, refacciones, etc.) y en los costos de operación base, derivados del aumento en los precios de los combustibles, de los vehículos y de sus refacciones, así como en los salarios de la fuerza laboral en nuestro país. Asimismo, se tomará como referencia información económica del INEGI a precios de 2013 (año base) con la intención de convertir los incrementos económicos de los consumos ya mencionados de los vehículos, así como de sus costos de operación obtenidos, a precios de 2019, para determinar el incremento real en los mismos.

Se espera que los resultados finales constituyan un insumo confiable en los procesos de toma de decisiones técnico-económicas, análisis beneficio-costos y de política tarifaria para el subsector carretero del país, de utilidad para la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), los gobiernos estatales y las empresas prestadoras del servicio de transporte, contribuyendo así a la optimización de los recursos económicos disponibles.

Introducción

La realización del presente estudio obedece al interés de la Coordinación de Estudios Económicos y Sociales del Transporte (CEEyST) del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en mostrar el incremento económico real en algunos de los consumos (combustibles, lubricantes, llantas, salario de los operadores, mano de obra de mantenimiento, refacciones, etc.) y en los costos de operación de los vehículos (COV) que representan el tránsito interurbano en México, con la finalidad de resaltar la importancia que tienen los resultados obtenidos en la planeación, construcción, operación y conservación de caminos, así como en la evaluación económica, el análisis beneficio-costado de proyectos de infraestructura carretera y la política tarifaria, pública y privada, de los servicios asociados a ésta. El análisis comprenderá los años 2016 y 2019, siendo el período de tiempo más corto en los últimos años donde se han presentado aumentos importantes, tanto en el precio de los combustibles como en el precio de los vehículos y en sus refacciones, así como en los salarios de la fuerza laboral en nuestro país.

El proyecto de investigación que se propone llevar a acabo se encuentra alineado a la sección “Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo” que se encuentra en el apartado III Economía del PND 2019-2024. En dicho apartado se establece que *El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura*. En este sentido la SCT dentro de su programa de trabajo en el apartado de Investigación científica e innovación tecnológica establece como estrategia *“Desarrollar una infraestructura de transporte con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplíe la cobertura de transportes nacional y regional”*.

Para el desarrollo del trabajo se recurrirá a trabajos previos sobre el tema, como las publicaciones técnicas 467 “Un análisis en términos reales de los sobrecostos de operación vehicular bajo distintas condiciones en el estado superficial de la infraestructura carretera” y 573 “Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2019”, entre otras.

Para la realización de este estudio se parte, básicamente, de la disponibilidad de información estadística oficial impresa y de consultas en internet, así como del acervo propio del Instituto Mexicano del Transporte, así como del software del Banco Mundial Vehicle Operating Costs (VOC, por sus siglas en inglés), versión 4.0.

1. Costos en consumos, operadores, mantenimiento, refacciones y COV para los diferentes tipos de vehículos a precios corrientes (2016-2019)

Este apartado presenta los costos de operación promedio en que incurren los diferentes vehículos (T3-S3, T3-S2, T3-S2-R4, C3, C2, autobús foráneo de tres ejes y vehículo ligero), que en general conforman el tránsito interurbano de las carreteras en México, al circular por las diferentes rutas nacionales.

Los costos fueron estimados para el caso base (camino recto y plano; esto es, con pendiente y curvatura horizontal iguales a cero y con pavimento en muy buenas condiciones), terreno plano (1% de pendiente y 100°/km de curvatura horizontal promedio, de acuerdo con el Banco Mundial), terreno en lomerío (3% de pendiente y 300°/km de curvatura horizontal promedio, de acuerdo con el Banco Mundial) y terreno montañoso (5% de pendiente y 700°/km de curvatura horizontal promedio, de acuerdo con el Banco Mundial¹), así como para las clases de vehículos referidos (a su máxima capacidad de carga), y están expresados a precios de 2016 y 2019.

El estado superficial de las carreteras está representado por el IRI (International Roughness Index, por sus siglas en inglés) o IIR (índice Internacional de Rugosidad, en español), en este estudio se conservarán las siglas originales en inglés. La generalidad de las carreteras en el país tiene un IRI que va desde los 2 m/km hasta los 12 m/km, por lo que los costos obtenidos en este estudio fueron considerados dentro de dicho intervalo.

Es importante comentar que los precios unitarios -tanto de los vehículos como de sus insumos- con los que fueron calculados los Costos de Operación Vehicular (COV), están libres de impuestos, ya que, desde una perspectiva nacional, interesan los costos y beneficios que la construcción y operación de los caminos representa para el país en su conjunto; en este sentido, los impuestos son sólo transferencias de dinero que el país no gasta, pues no forman parte del costo de producción de los insumos o de los vehículos.

¹ Watanatada, T, Dhareshwar, A M and Rezende Lima, P R, Vehicle speeds and operating costs, Models for Road Planning and Management, The World Bank (1987)

Dicho lo anterior, las tablas y figuras siguientes muestran los costos, en valores corrientes de 2016 y 2019, de los diferentes elementos que integran el costo de operación de los vehículos mencionados. Para no saturar el documento de gráficas, solamente se presentarán las correspondientes al caso base.

1.1 Costos caso base, a precios corrientes de 2016 y 2019.

Tabla 1.1 Costos caso base, IRI 2, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	14.89	6.70	0.15	1.02	0.65	1.16	3.17	2.04
T3-S2	13.27	5.60	0.15	0.86	0.61	1.16	3.05	1.84
T3-S2-R4	18.66	8.80	0.15	1.46	0.76	1.16	3.72	2.61
C3	9.50	5.17	0.09	0.61	0.63	0.47	1.27	1.26
C2	6.96	3.80	0.09	0.42	0.61	0.31	0.76	0.97
AUTOBÚS	11.98	4.61	0.09	0.73	0.76	0.63	2.90	2.26
UTILITARIO	3.96	1.90	0.05	0.06	0.25	0.05	0.33	1.32

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo.

Tabla 1.2 Costos caso base, IRI 2, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	20.13	10.67	0.19	1.05	0.74	1.36	3.47	2.65
T3-S2	17.68	8.91	0.19	0.89	0.69	1.36	3.28	2.36
T3-S2-R4	25.07	14.01	0.19	1.50	0.86	1.36	3.84	3.31
C3	13.31	8.23	0.12	0.63	0.72	0.56	1.38	1.67
C2	9.72	6.05	0.12	0.43	0.70	0.37	0.79	1.26
AUTOBÚS	15.48	7.34	0.12	0.75	0.85	0.71	2.98	2.73
UTILITARIO	5.44	2.90	0.07	0.06	0.31	0.06	0.47	1.57

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En primer lugar, es importante hacer notar que la suma de los diferentes consumos de cada uno de los vehículos, que conforman la generalidad del tránsito interurbano en México, da como resultado el Costo de Operación Vehicular (COV) para cada uno de ellos.

En las tablas 1.1 y 1.2 se observa que los mayores incrementos en los consumos de los diferentes vehículos, de 2016 a 2019, se presentan en los combustibles (gasolina y diésel), seguidos del concepto OTROS, las refacciones, la mano de obra de mantenimiento, el salario de los operadores, los lubricantes y las llantas.

Por lo que se refiere a los COV, los que mayores incrementos tienen son los vehículos pesados y el autobús, seguidos de los camiones de tres y dos ejes y el vehículo utilitario. Lo anterior, se puede apreciar gráficamente en las figuras 1.1 y 1.2.

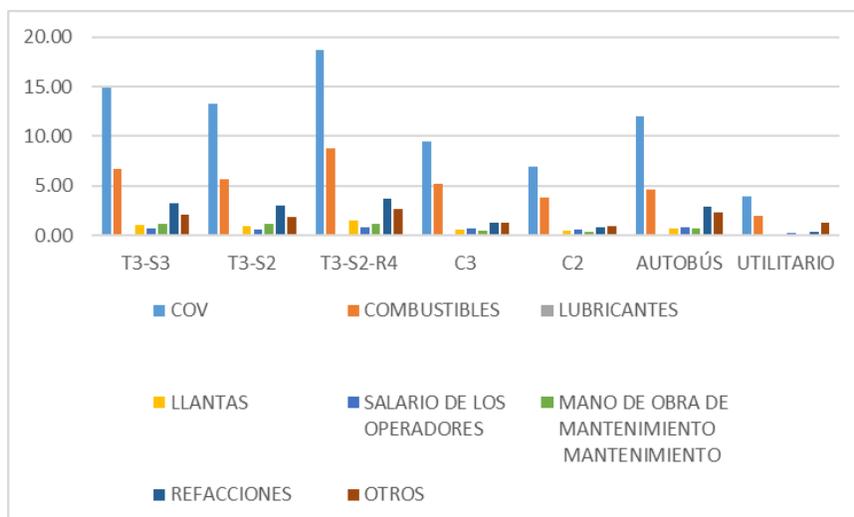


Figura 1.1 Costos caso base, IRI 2, precios corrientes 2016

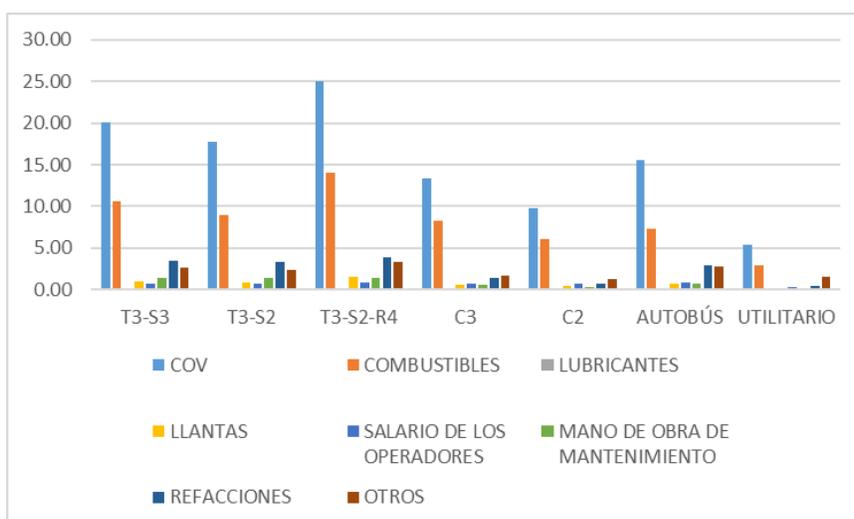


Figura 1.2 Costos caso base, IRI 2, precios corrientes 2019

Las tablas 1.3 y 1.4 ofrecen información sobre el costo de los consumos y el COV, para los siete tipos de vehículos, para el caso base con un IRI de 4.

Tabla 1.3 Costos caso base, IRI 4, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	16.08	6.69	0.15	1.04	0.71	1.32	4.08	2.09
T3-S2	14.35	5.51	0.15	0.86	0.67	1.32	3.93	1.91
T3-S2-R4	20.18	8.79	0.15	1.50	0.80	1.32	4.79	2.83
C3	10.29	5.16	0.10	0.63	0.65	0.58	1.88	1.29
C2	7.77	3.78	0.10	0.42	0.64	0.43	1.42	0.98
AUTOBÚS	12.51	4.59	0.10	0.75	0.78	0.77	3.18	2.34
UTILITARIO	4.18	1.88	0.06	0.07	0.26	0.06	0.48	1.37

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.4 Costos caso base, IRI 4, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	21.46	10.65	0.20	1.07	0.80	1.56	4.47	2.71
T3-S2	18.83	8.77	0.20	0.89	0.76	1.56	4.23	2.42
T3-S2-R4	26.76	14.00	0.20	1.54	0.91	1.56	4.95	3.60
C3	14.18	8.21	0.13	0.65	0.75	0.68	2.04	1.72
C2	10.57	6.01	0.13	0.43	0.73	0.51	1.48	1.28
AUTOBÚS	16.07	7.31	0.13	0.77	0.87	0.87	3.27	2.85
UTILITARIO	5.73	2.88	0.08	0.08	0.32	0.07	0.67	1.63

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Las tablas 1.3 y 1.4 reflejan cómo se incrementaron los costos de los diferentes consumos y del COV en el año 2019 con relación al 2016, para un IRI=4. Las figuras 1.3 y 1.4 lo muestran de manera gráfica.

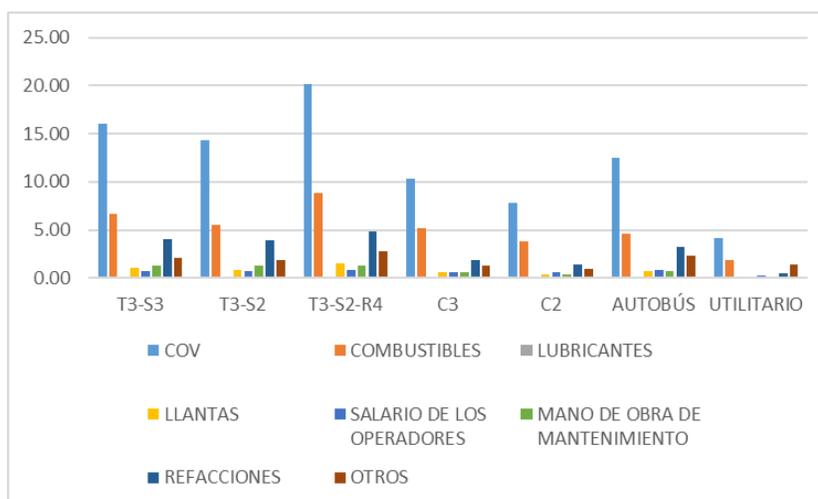


Figura 1.3 Costos caso base, IRI 4, precios corrientes 2016

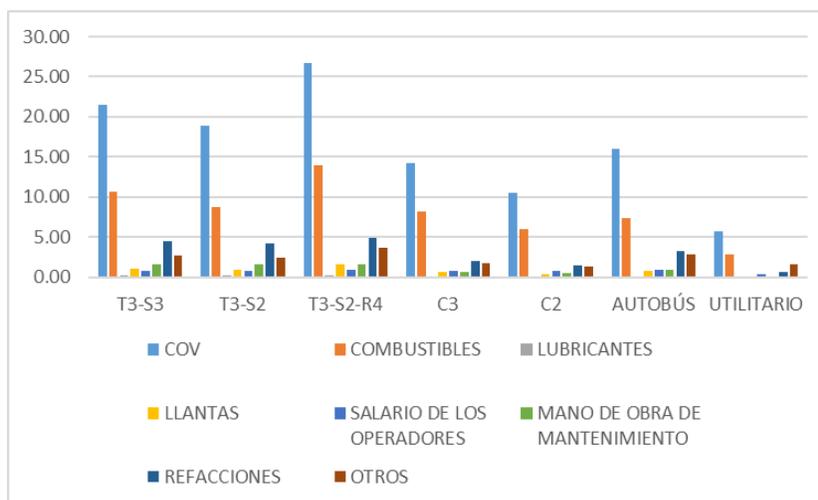


Figura 1.4 Costos caso base, IRI 4, precios corrientes 2019

Las tablas 1.5 y 1.6 muestran el incremento en los costos de los diferentes consumos y del COV del año 2019 con relación al 2016 para un IRI=6, los cuales también son mayores que para un IRI=4.

Tabla 1.5 Costos caso base, IRI 6, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	17.29	6.55	0.16	1.05	0.85	1.47	5.00	2.21
T3-S2	15.49	5.34	0.16	0.86	0.83	1.47	4.81	2.02
T3-S2-R4	21.69	8.76	0.16	1.54	0.92	1.47	5.87	2.97
C3	10.98	5.06	0.11	0.64	0.71	0.67	2.49	1.30
C2	8.50	3.66	0.11	0.42	0.70	0.52	2.08	1.01
AUTOBÚS	13.03	4.56	0.11	0.76	0.84	0.93	3.49	2.34
UTILITARIO	4.46	1.85	0.07	0.09	0.28	0.07	0.68	1.42

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.6 Costos caso base, IRI 6, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	22.75	10.43	0.21	1.08	0.96	1.73	5.48	2.86
T3-S2	20.01	8.49	0.21	0.89	0.94	1.73	5.18	2.57
T3-S2-R4	28.37	13.98	0.21	1.58	1.04	1.73	6.06	3.77
C3	14.88	8.05	0.14	0.66	0.81	0.79	2.70	1.73
C2	11.29	5.83	0.14	0.43	0.80	0.62	2.17	1.30
AUTOBÚS	16.58	7.26	0.14	0.78	0.94	1.05	3.59	2.82
UTILITARIO	6.11	2.84	0.09	0.09	0.34	0.09	0.95	1.71

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Las figuras 1.5 y 1.6 son las imágenes descriptivas de las tablas 1.5 y 1.6.

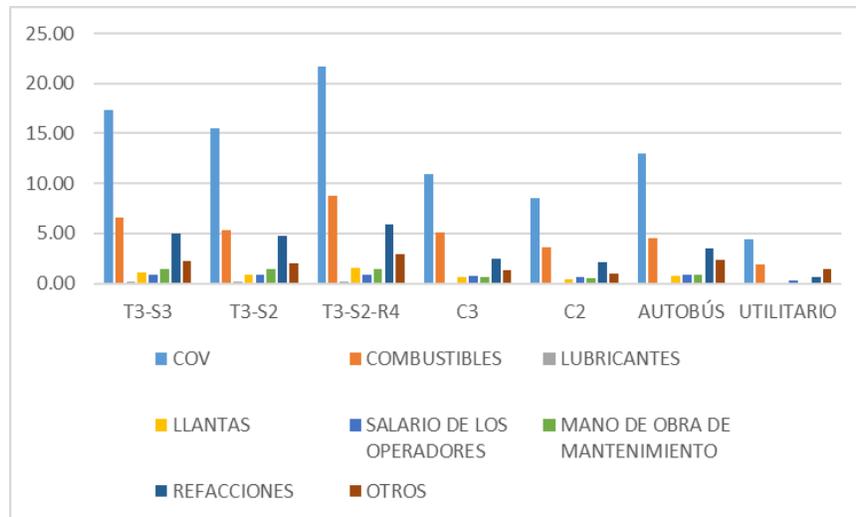


Figura 1.5 Costos caso base, IRI 6, precios corrientes 2016

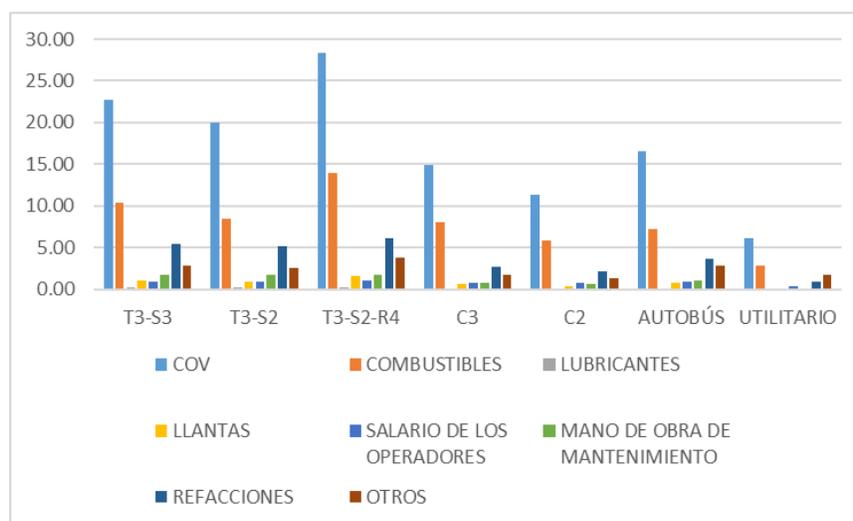


Figura 1.6 Costos caso base, IRI 6, precios corrientes 2019

Las tablas 1.7 y 1.8 exhiben la información para el IRI=8.

Tabla 1.7 Costos caso base, IRI 8, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	18.79	6.59	0.17	1.06	1.06	1.60	5.92	2.39
T3-S2	16.97	5.39	0.17	0.87	1.05	1.60	5.69	2.20
T3-S2-R4	23.37	9.01	0.17	1.58	1.10	1.60	6.94	2.97
C3	11.69	4.90	0.11	0.65	0.81	0.75	3.10	1.37
C2	9.28	3.56	0.11	0.42	0.80	0.60	2.74	1.05
AUTOBÚS	13.64	4.24	0.11	0.77	0.94	1.12	3.83	2.63
UTILITARIO	4.86	1.82	0.08	0.10	0.31	0.09	0.97	1.49

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.8 Costos caso base, IRI 8, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	24.45	10.48	0.22	1.09	1.20	1.88	6.48	3.10
T3-S2	21.68	8.58	0.22	0.89	1.19	1.88	6.13	2.79
T3-S2-R4	30.19	14.34	0.22	1.62	1.25	1.88	7.17	3.71
C3	15.60	7.80	0.15	0.67	0.92	0.88	3.36	1.82
C2	12.08	5.66	0.15	0.43	0.91	0.71	2.85	1.37
AUTOBÚS	17.16	6.74	0.15	0.78	1.05	1.27	3.94	3.23
UTILITARIO	6.65	2.80	0.10	0.11	0.38	0.11	1.36	1.79

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Al observar las tablas 1.7 y 1.8 se aprecia cómo se ha ido incrementado el costo de los diferentes consumos y el COV, tanto en el año 2016 como en 2019, al pasar de estados superficiales mejores (IRI=2, 4 y 6, tablas 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 y 1.6) a un estado superficial más malo (IRI=8). Las figuras 1.7 y 1.8 son ejemplo de ello.

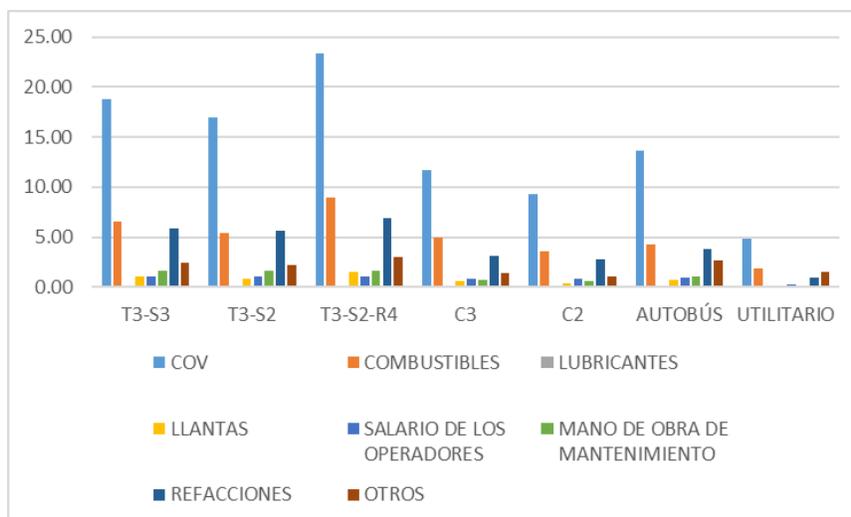


Figura 1.7 Costos caso base, IRI 8, precios corrientes 2016

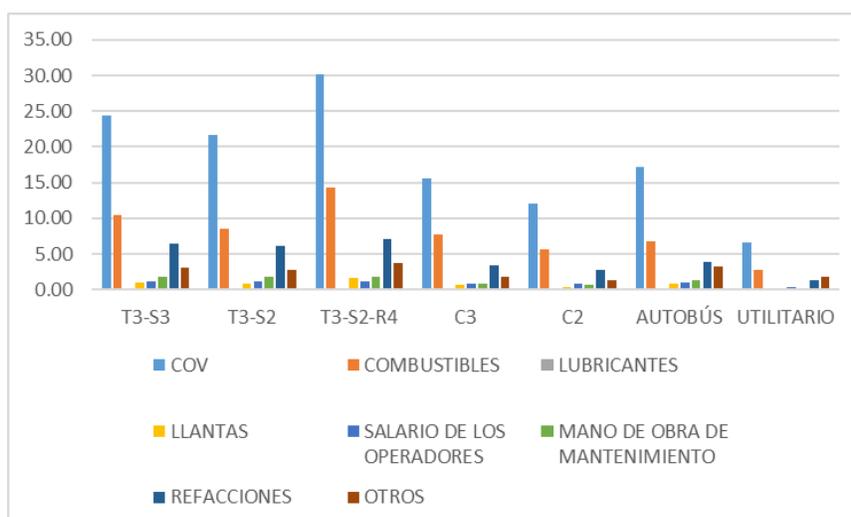


Figura 1.8 Costos caso base, IRI 8, precios corrientes 2019

En las tablas 1.9 y 1.10 se consignan los costos de los insumos y del COV, correspondientes al IRI=10.

Tabla 1.9 Costos caso base, IRI 10, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	20.52	6.81	0.18	1.09	1.30	1.73	6.83	2.58
T3-S2	18.68	5.62	0.18	0.89	1.29	1.73	6.57	2.40
T3-S2-R4	25.26	9.20	0.18	1.62	1.32	1.73	8.02	3.19
C3	12.52	4.91	0.12	0.66	0.93	0.82	3.71	1.37
C2	10.19	3.57	0.12	0.42	0.92	0.68	3.40	1.08
AUTOBÚS	14.45	4.28	0.12	0.77	1.08	1.36	4.20	2.64
UTILITARIO	5.43	2.02	0.08	0.11	0.35	0.10	1.38	1.39

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.10 Costos caso base, IRI 10, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	26.49	10.83	0.24	1.12	1.47	2.03	7.48	3.32
T3-S2	23.68	8.94	0.24	0.91	1.46	2.03	7.08	3.02
T3-S2-R4	32.31	14.64	0.24	1.67	1.50	2.03	8.28	3.95
C3	16.50	7.81	0.16	0.68	1.06	0.97	4.03	1.79
C2	13.05	5.67	0.16	0.43	1.05	0.80	3.54	1.40
AUTOBÚS	17.98	6.80	0.16	0.79	1.21	1.53	4.32	3.17
UTILITARIO	7.43	3.08	0.11	0.12	0.43	0.13	1.92	1.64

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Las tablas 1.9 y 1.10 muestran costos y COV cada vez más altos, dadas las condiciones de circulación cada vez más difíciles de los vehículos. Esta información se aprecia de forma gráfica en las figuras 1.9 y 1.10.

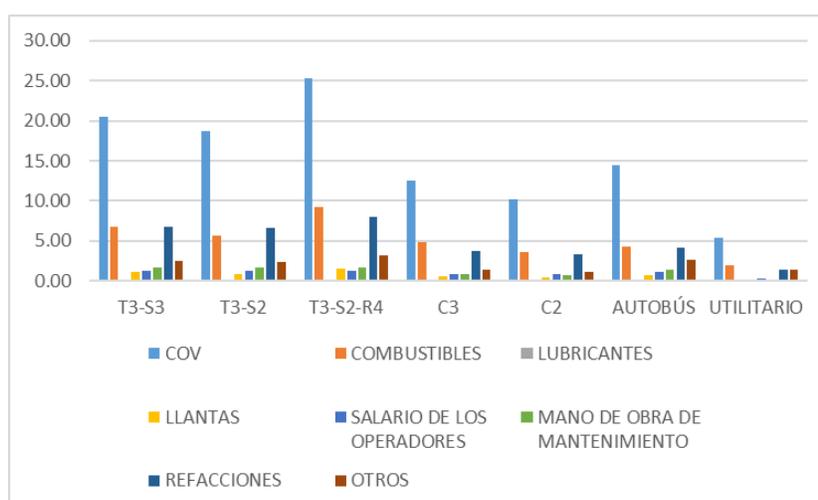


Figura 1.9 Costos caso base, IRI 10, precios corrientes 2016

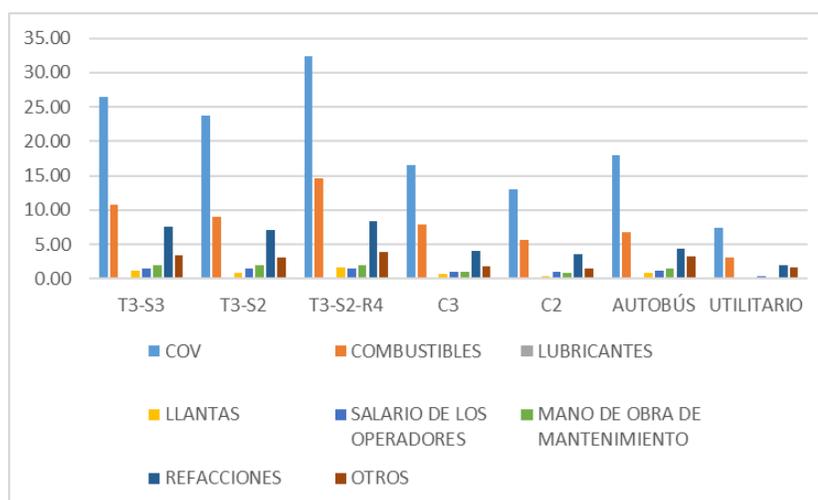


Figura 1.10 Costos caso base, IRI 10, precios corrientes 2019

Para el caso base, a precios corrientes, se presentan las últimas tablas (1.11 y 1.12).

Tabla 1.11 Costos caso base, IRI 12, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	22.38	7.12	0.19	1.13	1.55	1.84	7.75	2.80
T3-S2	20.48	5.94	0.19	0.91	1.54	1.84	7.45	2.61
T3-S2-R4	27.30	9.51	0.19	1.68	1.56	1.84	9.10	3.42
C3	13.48	4.92	0.13	0.68	1.07	0.89	4.32	1.47
C2	11.21	3.64	0.13	0.42	1.06	0.74	4.06	1.16
AUTOBÚS	15.48	4.40	0.13	0.79	1.25	1.64	4.60	2.67
UTILITARIO	6.07	2.11	0.09	0.13	0.40	0.12	1.81	1.41

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.12 Costos caso base, IRI 12, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	28.72	11.34	0.25	1.16	1.75	2.17	8.49	3.56
T3-S2	25.84	9.46	0.25	0.94	1.74	2.17	8.03	3.25
T3-S2-R4	34.65	15.13	0.25	1.73	1.76	2.17	9.38	4.23
C3	17.58	7.83	0.17	0.69	1.22	1.05	4.69	1.93
C2	14.19	5.79	0.17	0.43	1.21	0.87	4.23	1.49
AUTOBÚS	19.09	7.00	0.17	0.81	1.39	1.86	4.74	3.12
UTILITARIO	8.30	3.22	0.12	0.14	0.50	0.15	2.52	1.65

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Las figuras 1.11 y 1.12 ilustran el contenido de las tablas 1.11 y 1.12, respectivamente.

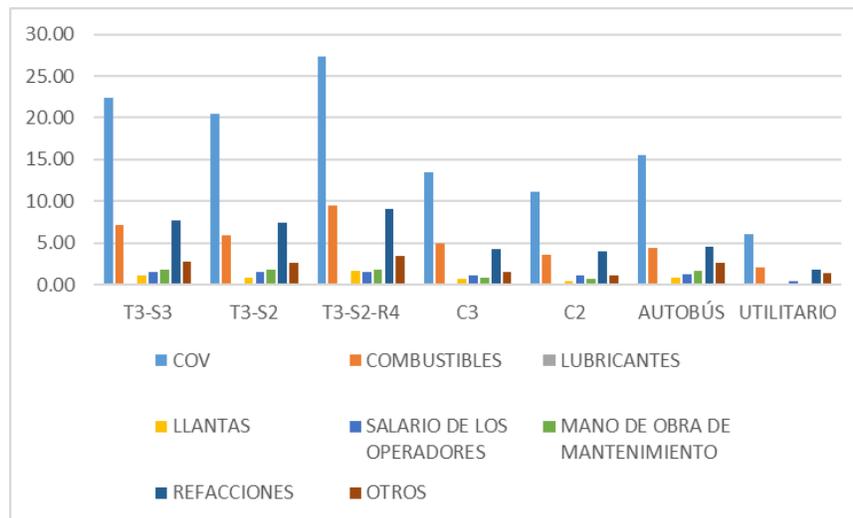


Figura 1.11 Costos caso base, IRI 12, precios corrientes 2016

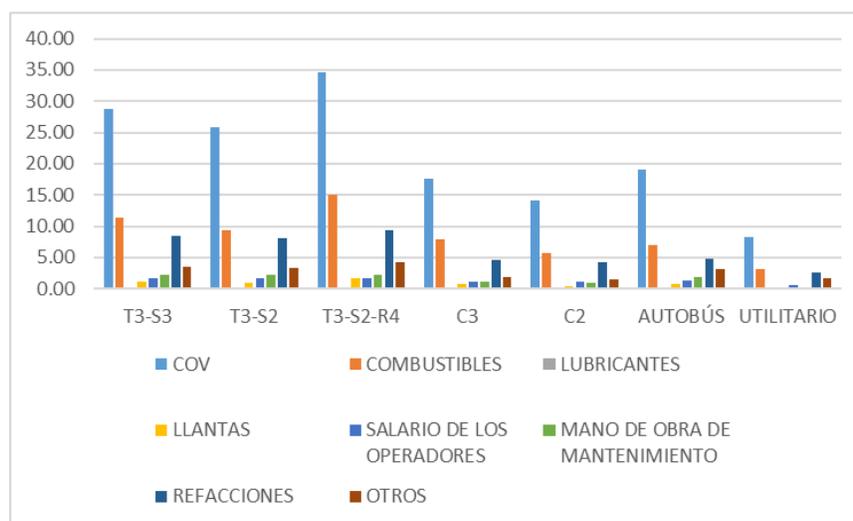


Figura 1.12 Costos caso base, IRI 12, precios corrientes 2019

En esta parte es importante comentar que, como se ha observado a lo largo de este apartado, todos los costos de los diferentes insumos y los COV han aumentado con el tiempo (de 2016 a 2019) y con el estado superficial más dañado del pavimento (conforme el valor del IRI crece), salvo el costo en el consumo de los combustibles, que para algunos vehículos (T3-S3, T3-S2 y T3-S2-R4) disminuye hasta el IRI=6 y para otros hasta el IRI=8 (C3, C2, autobús foráneo y vehículo ligero) debido a que su velocidad baja hasta un punto en el que el consumo de su combustible se reduce también. Sin embargo, después de ese punto, su consumo, y por lo tanto el costo de su combustible, aumenta nuevamente, debido a la carga que transportan y a que las condiciones del estado superficial más deteriorado del camino hacen más difícil el avance de los vehículos.

1.2 Costos terreno plano, a precios corrientes de 2016 y 2019.

Este apartado contiene la información de los costos de los distintos consumos, así como de los COV de los vehículos que representan el tránsito interurbano nacional para el terreno plano con su respectivo estado superficial.

Tabla 1.13 Costos terreno plano, IRI 2, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	16.94	8.23	0.15	1.24	0.81	1.16	3.17	2.18
T3-S2	14.78	6.73	0.15	1.04	0.73	1.16	3.05	1.92
T3-S2-R4	21.85	11.17	0.15	1.78	1.01	1.16	3.72	2.86
C3	10.83	6.20	0.09	0.75	0.73	0.47	1.27	1.32
C2	7.77	4.43	0.09	0.51	0.68	0.31	0.76	0.99
AUTOBÚS	13.34	5.64	0.09	0.91	0.83	0.63	2.90	2.34
UTILITARIO	4.13	2.03	0.05	0.06	0.28	0.05	0.33	1.33

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.14 Costos terreno plano, IRI 2, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	23.14	13.10	0.19	1.28	0.92	1.36	3.47	2.82
T3-S2	19.90	10.71	0.19	1.07	0.82	1.36	3.28	2.47
T3-S2-R4	29.73	17.78	0.19	1.83	1.14	1.36	3.84	3.59
C3	15.27	9.86	0.12	0.77	0.84	0.56	1.38	1.74
C2	10.91	7.04	0.12	0.52	0.77	0.37	0.79	1.30
AUTOBÚS	17.47	8.98	0.12	0.93	0.93	0.71	2.98	2.82
UTILITARIO	5.68	3.09	0.07	0.06	0.34	0.06	0.47	1.59

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Como puede observarse, en las tablas 1.13 y 1.14 los COV más altos se presentan en los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), seguidos por el del autobús foráneo, los camiones de tres y dos ejes y el vehículo utilitario.

Tabla 1.15 Costos terreno plano, IRI 4, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	18.25	8.35	0.15	1.29	0.85	1.32	4.08	2.21
T3-S2	15.98	6.72	0.15	1.07	0.77	1.32	3.93	2.02
T3-S2-R4	23.46	11.41	0.15	1.85	1.04	1.32	4.79	2.90
C3	11.68	6.18	0.10	0.78	0.75	0.58	1.88	1.41
C2	8.61	4.41	0.10	0.52	0.70	0.43	1.42	1.03
AUTOBÚS	13.90	5.60	0.10	0.94	0.85	0.77	3.18	2.46
UTILITARIO	4.35	2.01	0.06	0.07	0.28	0.06	0.48	1.39

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.16 Costos terreno plano, IRI 4, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	24.65	13.29	0.20	1.32	0.96	1.56	4.47	2.85
T3-S2	21.24	10.70	0.20	1.10	0.87	1.56	4.23	2.58
T3-S2-R4	31.56	18.16	0.20	1.90	1.17	1.56	4.95	3.62
C3	16.24	9.84	0.13	0.80	0.86	0.68	2.04	1.89
C2	11.82	7.00	0.13	0.54	0.80	0.51	1.48	1.36
AUTOBÚS	18.11	8.90	0.13	0.97	0.95	0.87	3.27	3.02
UTILITARIO	5.98	3.07	0.08	0.08	0.35	0.07	0.67	1.66

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Por lo que se refiere a los costos en el consumo de los combustibles, las tablas 1.15 y 1.16 muestran que los mayores ocurren en los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), seguidos por el camión de tres ejes, el autobús foráneo, el camión de dos ejes y el vehículo utilitario.

Tabla 1.17 Costos terreno plano, IRI 6, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	19.56	8.37	0.16	1.32	0.95	1.47	5.00	2.29
T3-S2	17.19	6.71	0.16	1.08	0.89	1.47	4.81	2.07
T3-S2-R4	25.07	11.58	0.16	1.91	1.11	1.47	5.87	2.97
C3	12.47	6.15	0.11	0.80	0.80	0.67	2.49	1.45
C2	9.39	4.38	0.11	0.53	0.75	0.52	2.08	1.02
AUTOBÚS	14.46	5.50	0.11	0.97	0.90	0.93	3.49	2.56
UTILITARIO	4.65	1.98	0.07	0.09	0.30	0.07	0.68	1.46

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.18 Costos terreno plano, IRI 6, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	26.12	13.32	0.21	1.36	1.07	1.73	5.48	2.95
T3-S2	22.55	10.68	0.21	1.11	1.01	1.73	5.18	2.63
T3-S2-R4	33.36	18.43	0.21	1.97	1.25	1.73	6.06	3.71
C3	17.10	9.81	0.14	0.83	0.91	0.79	2.70	1.92
C2	12.62	6.96	0.14	0.55	0.85	0.62	2.17	1.33
AUTOBÚS	18.69	8.73	0.14	0.99	1.00	1.05	3.59	3.19
UTILITARIO	6.38	3.04	0.09	0.09	0.37	0.09	0.95	1.75

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

El costo en el consumo de los lubricantes fue como sigue: T3-S2-R4, T3-S3, T3-S2, autobús foráneo, C3 y C2 y, por último, el vehículo utilitario (tablas 1.17 y 1.18).

Tabla 1.19 Costos terreno plano, IRI 8, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	21.02	8.41	0.17	1.36	1.12	1.60	5.92	2.44
T3-S2	18.62	6.74	0.17	1.10	1.08	1.60	5.69	2.24
T3-S2-R4	26.75	11.72	0.17	1.98	1.24	1.60	6.94	3.10
C3	13.24	6.13	0.11	0.83	0.88	0.75	3.10	1.44
C2	10.19	4.28	0.11	0.53	0.83	0.60	2.74	1.10
AUTOBÚS	15.09	5.35	0.11	0.99	0.99	1.12	3.83	2.70
UTILITARIO	5.06	1.95	0.08	0.10	0.33	0.09	0.97	1.54

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.20 Costos terreno plano, IRI 8, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	27.77	13.39	0.22	1.39	1.26	1.88	6.48	3.15
T3-S2	24.14	10.73	0.22	1.13	1.22	1.88	6.13	2.83
T3-S2-R4	35.21	18.65	0.22	2.04	1.40	1.88	7.17	3.85
C3	17.92	9.75	0.15	0.85	1.00	0.88	3.36	1.93
C2	13.44	6.82	0.15	0.55	0.95	0.71	2.85	1.41
AUTOBÚS	19.31	8.51	0.15	1.01	1.10	1.27	3.94	3.33
UTILITARIO	6.94	3.00	0.10	0.11	0.40	0.11	1.36	1.86

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Las tablas 1.19 y 1.20 muestran que el costo en el consumo de las llantas es mayor igualmente en los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), seguido por el autobús foráneo, los camiones de tres y dos ejes y, por último, el vehículo utilitario.

Tabla 1.21 Costos terreno plano, IRI 10, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	22.66	8.57	0.18	1.40	1.33	1.73	6.83	2.62
T3-S2	20.25	6.92	0.18	1.13	1.31	1.73	6.57	2.41
T3-S2-R4	28.56	11.89	0.18	2.06	1.42	1.73	8.02	3.26
C3	14.07	6.14	0.12	0.85	0.98	0.82	3.71	1.45
C2	11.08	4.30	0.12	0.54	0.95	0.68	3.40	1.09
AUTOBÚS	15.88	5.41	0.12	1.00	1.11	1.36	4.20	2.68
UTILITARIO	5.63	2.20	0.08	0.11	0.36	0.10	1.38	1.40

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.22 Costos terreno plano, IRI 10, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	29.68	13.64	0.24	1.44	1.51	2.03	7.48	3.34
T3-S2	26.03	11.01	0.24	1.16	1.48	2.03	7.08	3.03
T3-S2-R4	37.23	18.92	0.24	2.11	1.60	2.03	8.28	4.05
C3	18.81	9.78	0.16	0.87	1.12	0.97	4.03	1.88
C2	14.38	6.85	0.16	0.55	1.08	0.80	3.54	1.40
AUTOBÚS	20.10	8.61	0.16	1.03	1.24	1.53	4.32	3.21
UTILITARIO	7.72	3.35	0.11	0.12	0.45	0.13	1.92	1.64

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En lo concerniente al costo relacionado con el salario de los operadores, en las tablas 1.21 y 1.22 se puede visualizar que los mayores impactos suceden en los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), seguidos por el autobús foráneo, los camiones de tres y dos ejes y el vehículo utilitario. Lo anterior, es una generalidad conforme el estado superficial de los caminos se hace más rugoso y el tipo de terreno tiene una mayor pendiente y grado de curvatura horizontal.

Tabla 1.23 Costos terreno plano, IRI 12, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	24.44	8.83	0.19	1.45	1.57	1.84	7.75	2.81
T3-S2	22.01	7.20	0.19	1.17	1.55	1.84	7.45	2.61
T3-S2-R4	30.49	12.13	0.19	2.14	1.62	1.84	9.10	3.47
C3	14.98	6.16	0.13	0.88	1.11	0.89	4.32	1.49
C2	12.07	4.34	0.13	0.55	1.08	0.74	4.06	1.17
AUTOBÚS	16.88	5.54	0.13	1.03	1.27	1.64	4.60	2.67
UTILITARIO	6.27	2.29	0.09	0.13	0.41	0.12	1.81	1.42

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.24 Costos terreno plano, IRI 12, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	31.80	14.04	0.25	1.49	1.77	2.17	8.49	3.59
T3-S2	28.12	11.45	0.25	1.20	1.75	2.17	8.03	3.27
T3-S2-R4	39.42	19.29	0.25	2.19	1.83	2.17	9.38	4.31
C3	19.84	9.80	0.17	0.90	1.26	1.05	4.69	1.97
C2	15.47	6.90	0.17	0.56	1.23	0.87	4.23	1.51
AUTOBÚS	21.16	8.81	0.17	1.05	1.42	1.86	4.74	3.11
UTILITARIO	8.59	3.49	0.12	0.14	0.51	0.15	2.52	1.66

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Las tablas 1.23 y 1.24 revelan que la mano de obra de mantenimiento y las refacciones impactan más en el costo de operación de los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), seguido por el autobús foráneo, los camiones de tres y dos ejes y el vehículo utilitario.

Por lo que se refiere al concepto OTROS, los costos más altos los tiene el T3-S2-R4 y los más bajos el C2; el T3-S3 y el autobús foráneo ocupan el segundo y tercer lugar respectivamente, a partir de un IRI de 10 (antes de ese estado superficial, su posición es a la inversa); el cuarto sitio lo ocupa el T3-S2, aunque en la tabla 1.24 aparece, por excepción, por encima del autobús foráneo, lo que indica que para un IRI mayor a 12 sus costos en el concepto OTROS pasan a ser mayores que los del autobús foráneo; el C3 y el vehículo utilitario ocupan el quinto y sexto lugar respectivamente, a partir de un IRI de 10 (antes de ese estado superficial, alternan su posición).

También en este apartado (terreno plano) es importante comentar que, para todos los vehículos, todos los costos de los diferentes insumos y los COV han aumentado con el tiempo (de 2016 a 2019) y con el estado superficial más dañado del pavimento (conforme el valor del IRI crece). Sin embargo, hay algunas excepciones; por ejemplo, el costo en el consumo de los combustibles para el T3-S2 disminuye hasta el IRI=6 y para otros hasta el IRI=8 (C3, C2, autobús foráneo y vehículo ligero) debido a que, al igual que en el apartado anterior, su velocidad baja hasta un punto en el que el consumo de su combustible se reduce también. Sin embargo, después de ese punto, su consumo, y por lo tanto el costo de su combustible, aumenta nuevamente, debido a la carga que transportan y a que las condiciones del estado superficial más deteriorado del camino hacen más difícil el avance de los vehículos. Con relación a lo anterior, debido a la carga que transportan y al tipo de terreno (plano, con pendiente y curvatura horizontal ligeras), es significativo comentar que en el caso del T3-S2-R4 y el T3-S3 han aumentado su consumo y el costo de su combustible desde un IRI=2, aun cuando su velocidad disminuye de acuerdo con el estado superficial del terreno.

1.3 Costos terreno en lomerío, a precios corrientes de 2016 y 2019.

Tabla 1.25 Costos terreno en lomerío, IRI 2, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	22.10	11.78	0.15	2.12	1.21	1.16	3.17	2.51
T3-S2	18.67	9.36	0.15	1.71	1.05	1.16	3.05	2.19
T3-S2-R4	29.48	16.44	0.15	3.05	1.55	1.16	3.72	3.41
C3	14.20	8.65	0.09	1.27	1.00	0.47	1.27	1.45
C2	9.76	5.83	0.09	0.83	0.86	0.31	0.76	1.08
AUTOBÚS	16.56	7.74	0.09	1.52	1.06	0.63	2.90	2.62
UTILITARIO	4.58	2.36	0.05	0.06	0.35	0.05	0.33	1.38

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Al igual que para el caso base y el terreno plano, en el terreno en lomerío los COV para el T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2 son los más altos, seguidos por el autobús foráneo, los camiones de tres y dos ejes y el vehículo utilitario, como se aprecia en la tabla 1.25.

Tabla 1.26 Costos terreno en lomerío, IRI 2, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	30.55	18.75	0.19	2.18	1.37	1.36	3.47	3.23
T3-S2	25.45	14.90	0.19	1.76	1.18	1.36	3.28	2.78
T3-S2-R4	40.66	26.16	0.19	3.13	1.75	1.36	3.84	4.23
C3	20.17	13.77	0.12	1.31	1.14	0.56	1.38	1.89
C2	13.78	9.28	0.12	0.86	0.98	0.37	0.79	1.38
AUTOBÚS	22.01	12.31	0.12	1.56	1.19	0.71	2.98	3.14
UTILITARIO	6.31	3.60	0.07	0.06	0.43	0.06	0.47	1.62

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Lo mismo sucede en el año 2019 para todos los vehículos en el terreno de lomerío, con relación a sus COV (tabla 1.26).

En este caso (IRI=2), el COV para el T3-S3 aumentó \$8.45/km de 2016 a 2019. En el caso del T3-S2, su COV se incrementó \$6.78/km en el mismo período y, para el T3-S2-R4, su COV sufrió un alza de \$11.18/km. El COV para el C3 se encareció en \$5.97/km y en el autobús foráneo \$5.45/km. Estos son los cinco vehículos con el COV más elevado (tablas 1.25 y 1.26).

Tabla 1.27 Costos terreno en lomerío, IRI 4, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	23.50	11.96	0.15	2.21	1.23	1.32	4.08	2.55
T3-S2	19.96	9.49	0.15	1.78	1.07	1.32	3.93	2.22
T3-S2-R4	31.16	16.71	0.15	3.18	1.57	1.32	4.79	3.44
C3	15.12	8.77	0.10	1.33	1.01	0.58	1.88	1.45
C2	10.66	5.89	0.10	0.87	0.87	0.43	1.42	1.08
AUTOBÚS	17.18	7.81	0.10	1.59	1.07	0.77	3.18	2.66
UTILITARIO	4.81	2.40	0.06	0.07	0.35	0.06	0.48	1.39

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.28 Costos terreno en lomerío, IRI 4, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	32.18	19.04	0.20	2.27	1.39	1.56	4.47	3.25
T3-S2	26.93	15.11	0.20	1.83	1.20	1.56	4.23	2.80
T3-S2-R4	42.58	26.60	0.20	3.26	1.77	1.56	4.95	4.24
C3	21.24	13.96	0.13	1.37	1.16	0.68	2.04	1.90
C2	14.77	9.37	0.13	0.89	0.99	0.51	1.48	1.40
AUTOBÚS	22.72	12.42	0.13	1.63	1.20	0.87	3.27	3.20
UTILITARIO	6.62	3.66	0.08	0.08	0.44	0.07	0.67	1.62

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Para un IRI=4, en este tipo de terreno, el costo del combustible se incrementó \$9.89/km para en T3-S2-R4 de 2016 a 2019; para el T3-S3, \$7.08/km; para el T3-S2, \$5.62/km; para el C3, \$5.19/km y, para el autobús foráneo, \$4.61/km. En el caso de los lubricantes, su consumo es más duradero y, por lo tanto, el incremento en su costo (en \$/km) para todos los vehículos considerados en el estudio no es tan significativo (tablas 1.27 y 1.28).

Tabla 1.29 Costos terreno en lomerío, IRI 6, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	24.91	12.13	0.16	2.30	1.28	1.47	5.00	2.57
T3-S2	21.28	9.60	0.16	1.85	1.13	1.47	4.81	2.26
T3-S2-R4	32.86	16.98	0.16	3.31	1.61	1.47	5.87	3.46
C3	16.02	8.86	0.11	1.39	1.04	0.67	2.49	1.46
C2	11.53	5.92	0.11	0.90	0.91	0.52	2.08	1.09
AUTOBÚS	17.85	7.84	0.11	1.66	1.10	0.93	3.49	2.72
UTILITARIO	5.11	2.45	0.07	0.09	0.36	0.07	0.68	1.39

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Por lo que respecta al costo de recorrido de las llantas (IRI=6), se observa que, para 2016, los más altos ocurren en el T3-S2-R4, seguidos por el T3-S3, el T3-S2, el autobús foráneo, el C3, el C2 y, por último, el vehículo utilitario (tabla 1.29).

Tabla 1.30 Costos terreno en lomerío, IRI 6, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	33.82	19.30	0.21	2.36	1.45	1.73	5.48	3.29
T3-S2	28.43	15.28	0.21	1.90	1.27	1.73	5.18	2.86
T3-S2-R4	44.51	27.01	0.21	3.40	1.82	1.73	6.06	4.28
C3	22.27	14.10	0.14	1.43	1.19	0.79	2.70	1.92
C2	15.71	9.41	0.14	0.93	1.03	0.62	2.17	1.41
AUTOBÚS	23.47	12.48	0.14	1.71	1.23	1.05	3.59	3.27
UTILITARIO	7.04	3.74	0.09	0.09	0.45	0.09	0.95	1.63

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Los incrementos que se presentaron en el costo de recorrido de las llantas (con un IRI=6), entre 2016 y 2019 fueron, de mayor a menor: T3-S2-R4, T3-S3, T3-S2, autobús foráneo, camión de tres ejes (C3), camión de dos ejes (C2) y vehículo utilitario. Siendo las llantas también un insumo de media a larga duración, el incremento en su costo (en \$/km) para los diferentes vehículos no es tan significativo (tablas 1.29 y 1.30).

Tabla 1.31 Costos terreno en lomerío, IRI 8, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	26.40	12.28	0.17	2.39	1.38	1.60	5.92	2.66
T3-S2	22.69	9.70	0.17	1.92	1.24	1.60	5.69	2.37
T3-S2-R4	34.61	17.22	0.17	3.45	1.68	1.60	6.94	3.55
C3	16.91	8.91	0.11	1.46	1.09	0.75	3.10	1.49
C2	12.40	5.92	0.11	0.94	0.97	0.60	2.74	1.12
AUTOBÚS	18.59	7.86	0.11	1.73	1.16	1.12	3.83	2.78
UTILITARIO	5.53	2.51	0.08	0.10	0.38	0.09	0.97	1.40

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.32 Costos terreno en lomerío, IRI 8, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	35.54	19.54	0.22	2.46	1.55	1.88	6.48	3.41
T3-S2	30.02	15.43	0.22	1.97	1.41	1.88	6.13	2.98
T3-S2-R4	46.49	27.40	0.22	3.55	1.90	1.88	7.17	4.37
C3	23.27	14.18	0.15	1.50	1.25	0.88	3.36	1.95
C2	16.64	9.42	0.15	0.96	1.11	0.71	2.85	1.44
AUTOBÚS	24.27	12.50	0.15	1.78	1.30	1.27	3.94	3.33
UTILITARIO	7.62	3.83	0.10	0.11	0.47	0.11	1.36	1.64

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En lo que concierne al salario de los operadores, para un IRI=8 en el terreno en lomerío, el costo por km significó un aumento de \$0.22/km para el T3-S2-R4 de 2016 a 2019. En el caso del T3-S3 y el T3-S2, el incremento representó \$0.17/km; para el C3, \$0.16/km; para el C2 y el autobús foráneo, \$0.14/km y, para el vehículo utilitario \$0.09/km (tablas 1.31 y 1.32).

Tabla 1.33 Costos terreno en lomerío, IRI 10, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	27.98	12.44	0.18	2.49	1.52	1.73	6.83	2.79
T3-S2	24.22	9.83	0.18	1.99	1.42	1.73	6.57	2.50
T3-S2-R4	36.44	17.47	0.18	3.61	1.79	1.73	8.02	3.64
C3	17.81	8.94	0.12	1.52	1.17	0.82	3.71	1.53
C2	13.31	5.92	0.12	0.97	1.06	0.68	3.40	1.16
AUTOBÚS	19.43	7.90	0.12	1.80	1.25	1.36	4.20	2.80
UTILITARIO	6.09	2.58	0.08	0.11	0.41	0.10	1.38	1.43

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.34 Costos terreno en lomerío, IRI 10, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	37.38	19.80	0.24	2.56	1.72	2.03	7.48	3.55
T3-S2	31.77	15.64	0.24	2.05	1.60	2.03	7.08	3.13
T3-S2-R4	48.55	27.80	0.24	3.71	2.02	2.03	8.28	4.47
C3	24.27	14.23	0.16	1.56	1.33	0.97	4.03	1.99
C2	17.61	9.43	0.16	0.99	1.21	0.80	3.54	1.48
AUTOBÚS	25.16	12.57	0.16	1.85	1.40	1.53	4.32	3.33
UTILITARIO	8.39	3.94	0.11	0.12	0.51	0.13	1.92	1.66

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Para un IRI=10, en este tipo de terreno, el costo en mano de obra de mantenimiento (de 2016 a 2019) representó \$0.30/km más para las unidades pesadas T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2; \$0.17/km, para el autobús foráneo; \$0.15/km, para el camión de tres ejes C3; \$0.12/km, para el camión de dos ejes C2; y \$0.03/km, para el vehículo utilitario (tablas 1.33 y 1.34).

Tabla 1.35 Costos terreno en lomerío, IRI 12, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	29.65	12.64	0.19	2.60	1.70	1.84	7.75	2.93
T3-S2	25.86	10.02	0.19	2.07	1.62	1.84	7.45	2.67
T3-S2-R4	38.34	17.73	0.19	3.77	1.93	1.84	9.10	3.78
C3	18.74	8.97	0.13	1.59	1.26	0.89	4.32	1.58
C2	14.27	5.96	0.13	1.00	1.17	0.74	4.06	1.21
AUTOBÚS	20.43	7.90	0.13	1.87	1.38	1.64	4.60	2.91
UTILITARIO	6.72	2.68	0.09	0.13	0.45	0.12	1.81	1.44

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

El costo en el consumo de refacciones, de 2016 a 2019, subió \$0.28/km en el T3-S2-R4; \$0.74/km en el T3-S3; \$0.58/km en el T3-S2; \$0.37/km en el C3; \$0.17/km en el C2; \$0.14/km en el autobús foráneo y \$0.71/km en el vehículo utilitario o ligero. Lo anterior, para un IRI=12 en terreno en lomerío (tablas 1.35 y 1.36).

Tabla 1.36 Costos terreno en lomerío, IRI 12, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	39.33	20.10	0.25	2.67	1.92	2.17	8.49	3.73
T3-S2	33.68	15.94	0.25	2.13	1.83	2.17	8.03	3.33
T3-S2-R4	50.71	28.21	0.25	3.87	2.18	2.17	9.38	4.65
C3	25.31	14.28	0.17	1.63	1.44	1.05	4.69	2.05
C2	18.66	9.48	0.17	1.03	1.33	0.87	4.23	1.55
AUTOBÚS	26.21	12.57	0.17	1.92	1.54	1.86	4.74	3.41
UTILITARIO	9.25	4.08	0.12	0.14	0.55	0.15	2.52	1.69

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En el concepto OTROS (con IRI=12), para el terreno en lomerío, el aumento mayor en el costo de 2016 a 2019 se presentó en el T3-S2-R4 con \$0.87/km; seguido por el T3-S3 con \$0.80/km; el T3-S2 con \$0.66/km; el autobús foráneo con \$0.50/km; el camión de tres ejes C3 con \$0.47/km; el camión de dos ejes C2 con \$0.34/km y el vehículo utilitario con \$0.25/km (tablas 1.35 y 1.36).

Nótese que para el terreno en lomerío (con pendiente y curvatura horizontal serias), con la carga que transportan los vehículos y, al pasar de un estado superficial muy bueno a uno muy malo (de un IRI=2 a un IRI=12) todos los costos en los consumos de todos los vehículos se incrementan, tanto en 2016 como en 2019.

1.4 Costos terreno montañoso, a precios corrientes de 2016 y 2019.

Tabla 1.37 Costos terreno montañoso, IRI 2, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	28.03	15.64	0.15	3.38	1.65	1.16	3.17	2.88
T3-S2	23.26	12.32	0.15	2.69	1.41	1.16	3.05	2.48
T3-S2-R4	37.90	21.95	0.15	4.85	2.11	1.16	3.72	3.96
C3	18.13	11.38	0.09	2.00	1.31	0.47	1.27	1.61
C2	12.14	7.43	0.09	1.27	1.10	0.31	0.76	1.18
AUTOBÚS	20.35	9.96	0.09	2.36	1.39	0.63	2.90	3.02
UTILITARIO	5.20	2.81	0.05	0.06	0.45	0.05	0.33	1.45

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En el 2016, para el terreno montañoso, los COV para el T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2 fueron los más altos, seguidos por el autobús foráneo, los camiones de tres y dos ejes y el vehículo utilitario (tabla 1.37), al igual que para el caso base, el terreno plano y el terreno en lomerío. Lo mismo sucedió en el año 2019 para todos los vehículos (tabla 1.38).

En 2016, también se observa que el costo en el consumo del combustible representa el 55.80% del COV para el T3-S3 en terreno montañoso con un IRI=2 (tabla 1.37), a diferencia del 44.99% para el mismo año en el caso base (tabla 1.1). En el caso del autobús foráneo, el costo en el consumo del combustible constituía

el 48.94% de su COV (tabla 1.37) en comparación con el 38.48% en el caso base (tabla 1.1). Para el vehículo utilitario el costo en el consumo del combustible significaba el 54.04% de su COV en terreno montañoso (tabla 1.37) en relación con el 47.98% en el caso base (tabla 1.1).

Es importante recordar que los resultados obtenidos, tanto para el T3-S3 como para todos los vehículos referidos en el estudio, consideran las unidades cargadas a su máxima capacidad.

Tabla 1.38 Costos terreno montañoso, IRI 2, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	38.92	24.88	0.19	3.47	1.86	1.36	3.47	3.69
T3-S2	31.93	19.61	0.19	2.76	1.59	1.36	3.28	3.14
T3-S2-R4	52.53	34.93	0.19	4.98	2.38	1.36	3.84	4.85
C3	25.81	18.11	0.12	2.06	1.50	0.56	1.38	2.08
C2	17.17	11.82	0.12	1.31	1.26	0.37	0.79	1.50
AUTOBÚS	27.23	15.85	0.12	2.42	1.56	0.71	2.98	3.59
UTILITARIO	7.18	4.29	0.07	0.06	0.56	0.06	0.47	1.67

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

De los diferentes consumos, los lubricantes son el que menos impacta en el COV. Por ejemplo, para el T3-S3 significaron el 0.49% de su COV en 2019 para el terreno montañoso con IRI=2; para el autobús foráneo, el 0.44% y, para el vehículo utilitario, el 0.97% (tabla 1.38).

Tabla 1.39 Costos terreno montañoso, IRI 4, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	29.46	15.82	0.15	3.52	1.66	1.32	4.08	2.91
T3-S2	24.59	12.46	0.15	2.79	1.42	1.32	3.93	2.52
T3-S2-R4	39.64	22.22	0.15	5.04	2.12	1.32	4.79	4.00
C3	19.09	11.51	0.10	2.09	1.32	0.58	1.88	1.61
C2	13.08	7.50	0.10	1.33	1.11	0.43	1.42	1.19
AUTOBÚS	21.01	10.08	0.10	2.47	1.40	0.77	3.18	3.01
UTILITARIO	5.42	2.86	0.06	0.07	0.45	0.06	0.48	1.44

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.40 Costos terreno montañoso, IRI 4, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	40.59	25.18	0.20	3.61	1.87	1.56	4.47	3.70
T3-S2	33.44	19.83	0.20	2.87	1.61	1.56	4.23	3.14
T3-S2-R4	54.51	35.36	0.20	5.18	2.40	1.56	4.95	4.86
C3	26.92	18.31	0.13	2.15	1.51	0.68	2.04	2.10
C2	18.20	11.93	0.13	1.37	1.27	0.51	1.48	1.51
AUTOBÚS	27.99	16.03	0.13	2.53	1.57	0.87	3.27	3.59
UTILITARIO	7.49	4.36	0.08	0.08	0.56	0.07	0.67	1.67

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Para el T3-S3, el costo de su consumo de llantas representó el 11.95% de su COV en terreno montañoso con un IRI=4 en 2016 y, de un 8.89% para el mismo IRI en 2019. Lo mismo ocurre para el autobús foráneo en ese mismo tipo de terreno y con el mismo IRI, su consumo de llantas fue del 11.76% de su COV en 2016 y de 9.04% en 2019. Asimismo, para el vehículo utilitario, con las mismas condiciones, su consumo de llantas representó el 1.29% en 2016 y el 1.07% en 2019 (tablas 1.39 y 1.40).

Tabla 1.41 Costos terreno montañoso, IRI 6, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	30.91	16.01	0.16	3.66	1.69	1.47	5.00	2.92
T3-S2	25.93	12.61	0.16	2.90	1.45	1.47	4.81	2.53
T3-S2-R4	41.40	22.49	0.16	5.25	2.15	1.47	5.87	4.01
C3	20.04	11.63	0.11	2.19	1.34	0.67	2.49	1.61
C2	14.00	7.57	0.11	1.39	1.14	0.52	2.08	1.19
AUTOBÚS	21.74	10.18	0.11	2.58	1.42	0.93	3.49	3.03
UTILITARIO	5.72	2.91	0.07	0.09	0.46	0.07	0.68	1.44

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.42 Costos terreno montañoso, IRI 6, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	42.28	25.48	0.21	3.76	1.90	1.73	5.48	3.72
T3-S2	34.98	20.06	0.21	2.98	1.64	1.73	5.18	3.18
T3-S2-R4	56.51	35.79	0.21	5.40	2.43	1.73	6.06	4.89
C3	28.02	18.50	0.14	2.25	1.53	0.79	2.70	2.11
C2	19.21	12.04	0.14	1.43	1.30	0.62	2.17	1.51
AUTOBÚS	28.82	16.19	0.14	2.64	1.59	1.05	3.59	3.62
UTILITARIO	7.91	4.43	0.09	0.09	0.57	0.09	0.95	1.69

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Por lo que respecta al salario de los operadores, para el T3-S2 significó el 5.59% de su COV en terreno montañoso con un IRI=6 en 2016 y el 4.69% en 2019. Para el camión de tres ejes C3, constituyó el 6.69% de su COV en 2016 y el 5.46% en 2019. En el caso del camión de dos ejes C2, fue del 8.14% en 2016 y del 6.77% en 2019 (tablas 1.41 y 1.42).

Tabla 1.43 Costos terreno montañoso, IRI 8, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	32.42	16.20	0.17	3.81	1.74	1.60	5.92	2.98
T3-S2	27.34	12.75	0.17	3.02	1.52	1.60	5.69	2.59
T3-S2-R4	43.21	22.77	0.17	5.47	2.20	1.60	6.94	4.06
C3	21.00	11.73	0.11	2.29	1.38	0.75	3.10	1.64
C2	14.92	7.62	0.11	1.45	1.18	0.60	2.74	1.22
AUTOBÚS	22.55	10.26	0.11	2.70	1.45	1.12	3.83	3.08
UTILITARIO	6.13	2.97	0.08	0.10	0.47	0.09	0.97	1.45

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.44 Costos terreno montañoso, IRI 8, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	44.03	25.78	0.22	3.92	1.97	1.88	6.48	3.78
T3-S2	36.59	20.29	0.22	3.10	1.72	1.88	6.13	3.25
T3-S2-R4	58.55	36.23	0.22	5.62	2.48	1.88	7.17	4.95
C3	29.11	18.67	0.15	2.35	1.57	0.88	3.36	2.13
C2	20.22	12.12	0.15	1.49	1.34	0.71	2.85	1.56
AUTOBÚS	29.73	16.32	0.15	2.76	1.63	1.27	3.94	3.66
UTILITARIO	8.47	4.52	0.10	0.11	0.58	0.11	1.36	1.69

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

La mano de obra de mantenimiento representó el 3.70% del COV para el T3-S2-R4 en el terreno montañoso con un IRI=8 en 2016 y el 3.21% en 2019, bajo las mismas condiciones. Para el T3-S2 la importancia que tuvo el costo de la mano de obra en su COV fue del 5.85% en 2016 y del 5.14% en 2019. Por lo que atañe al camión de dos ejes C2, el porcentaje del costo de la mano de obra de mantenimiento significó el 4.02% de su COV en 2016 y el 3.51% en 2019 (tablas 1.43 y 1.44).

Tabla 1.45 Costos terreno montañoso, IRI 10, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	34.00	16.40	0.18	3.97	1.83	1.73	6.83	3.06
T3-S2	28.84	12.90	0.18	3.15	1.63	1.73	6.57	2.68
T3-S2-R4	45.08	23.05	0.18	5.71	2.27	1.73	8.02	4.12
C3	21.96	11.82	0.12	2.40	1.43	0.82	3.71	1.66
C2	15.86	7.67	0.12	1.51	1.24	0.68	3.40	1.24
AUTOBÚS	23.47	10.30	0.12	2.82	1.51	1.36	4.20	3.16
UTILITARIO	6.67	3.04	0.08	0.11	0.49	0.10	1.38	1.47

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.46 Costos terreno montañoso, IRI 10, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	45.88	26.10	0.24	4.08	2.07	2.03	7.48	3.88
T3-S2	38.30	20.53	0.24	3.23	1.84	2.03	7.08	3.35
T3-S2-R4	60.67	36.67	0.24	5.86	2.56	2.03	8.28	5.03
C3	30.21	18.81	0.16	2.47	1.63	0.97	4.03	2.14
C2	21.25	12.20	0.16	1.55	1.42	0.80	3.54	1.58
AUTOBÚS	30.74	16.39	0.16	2.89	1.69	1.53	4.32	3.76
UTILITARIO	9.22	4.63	0.11	0.12	0.61	0.13	1.92	1.70

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En cuanto al consumo de refacciones, la proporción del costo para el T3-S3 fue del 20.09% con relación a su COV para un estado superficial de IRI=10 en terreno montañoso en el 2016 y del 16.30% en 2019. En el caso del camión de tres ejes C3 el costo para el mismo concepto fue del 16.89% en 2016 y del 13.34% en 2019 y, para el autobús foráneo, comprendió el 17.90% en 2016 y el 14.05% en 2019 (tablas 1.45 y 1.46).

Tabla 1.47 Costos terreno montañoso, IRI 12, precios corrientes 2016 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	35.66	16.61	0.19	4.15	1.96	1.84	7.75	3.16
T3-S2	30.42	13.07	0.19	3.28	1.79	1.84	7.45	2.80
T3-S2-R4	47.02	23.33	0.19	5.96	2.37	1.84	9.10	4.23
C3	22.94	11.90	0.13	2.51	1.50	0.89	4.32	1.69
C2	16.83	7.72	0.13	1.58	1.32	0.74	4.06	1.28
AUTOBÚS	24.51	10.33	0.13	2.95	1.60	1.64	4.60	3.26
UTILITARIO	7.27	3.12	0.09	0.13	0.52	0.12	1.81	1.48

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 1.48 Costos terreno montañoso, IRI 12, precios corrientes 2019 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	47.81	26.43	0.25	4.26	2.22	2.17	8.49	3.99
T3-S2	40.13	20.80	0.25	3.37	2.02	2.17	8.03	3.49
T3-S2-R4	62.88	37.13	0.25	6.12	2.68	2.17	9.38	5.15
C3	31.32	18.93	0.17	2.58	1.71	1.05	4.69	2.19
C2	22.32	12.29	0.17	1.62	1.51	0.87	4.23	1.63
AUTOBÚS	31.86	16.43	0.17	3.02	1.78	1.86	4.74	3.86
UTILITARIO	10.05	4.77	0.12	0.14	0.64	0.15	2.52	1.71

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Por lo que se refiere al concepto OTROS, el costo del consumo para el T3-S2 en terreno montañoso con IRI=12 fue del 9.20% respecto a su COV en 2016 y del 8.70% en 2019. Para el camión de dos ejes C2, el costo en este mismo rubro representó el 7.61% en 2016 y el 7.30% en 2019 y, para el autobús foráneo su costo en este mismo aspecto significó el 13.30% en 2016 y el 12.12% en 2019 (tablas 1.47 y 1.48).

En este apartado se ha abordado la magnitud de los COV y de los diferentes conceptos que lo integran, así como de algunos incrementos que se han presentado de 2016 a 2019 entre ellos y la parte proporcional que tiene cada uno de los distintos conceptos en el COV de los vehículos que conforman el tránsito interurbano nacional en cada uno de los diferentes tipos de terreno y estado superficial que conforman la generalidad de la red carretera federal a precios corrientes de 2016 y 2019.

En el capítulo 2 se verterán comentarios relacionados con el valor económico del COV y de los componentes que lo conforman, tanto de 2016 como de 2019, a precios de 2013, para las mismas configuraciones vehiculares y los tipos de terreno y estado superficial ya vistos en el presente capítulo.

2. Costos en consumos, operadores, mantenimiento, refacciones y COV (2016-2019) para los diferentes tipos de vehículos a precios de 2013

En este capítulo se muestran los costos de operación, así como el de sus componentes, para los diferentes vehículos que conforman el tránsito interurbano en México, para los distintos tipos de terreno y variedad de estado superficial, a precios de 2013. Es decir, el valor que tienen dichos costos de 2016 y 2019 en el año 2013. Los valores a precios de 2013 obtenidos a partir de los precios corrientes respectivos, mediante el uso de Excel®, toman como referencia información del PIB de la página web del INEGI a precios de 2013.

Las tablas siguientes muestran los costos corrientes de 2016 y 2019, para los siete tipos de vehículos, a precios de 2013.

2.1 Costos caso base, a precios de 2013.

Tabla 2.1 Costos 2016 caso base, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	14.56	6.55	0.15	1.00	0.64	1.13	3.10	1.99
T3-S2	12.97	5.47	0.15	0.84	0.60	1.13	2.98	1.80
T3-S2-R4	18.24	8.60	0.15	1.43	0.74	1.13	3.64	2.55
C3	9.29	5.05	0.09	0.60	0.62	0.46	1.24	1.23
C2	6.80	3.71	0.09	0.41	0.60	0.30	0.74	0.95
AUTOBÚS	11.71	4.51	0.09	0.71	0.74	0.62	2.83	2.21
UTILITARIO	3.87	1.86	0.05	0.06	0.24	0.05	0.32	1.29

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.2 Costos 2019 caso base, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	16.23	8.60	0.15	0.85	0.60	1.10	2.80	2.14
T3-S2	14.26	7.19	0.15	0.72	0.56	1.10	2.65	1.90
T3-S2-R4	20.22	11.30	0.15	1.21	0.69	1.10	3.10	2.67
C3	10.73	6.64	0.10	0.51	0.58	0.45	1.11	1.35
C2	7.84	4.88	0.10	0.35	0.56	0.30	0.64	1.02
AUTOBÚS	12.48	5.92	0.10	0.60	0.69	0.57	2.40	2.20
UTILITARIO	4.39	2.34	0.06	0.05	0.25	0.05	0.38	1.27

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Es importante hacer notar que, así como sucede a precios corrientes, la suma de los diferentes consumos de cada uno de los vehículos que conforman la generalidad del tránsito interurbano en México, da como resultado el Costo de Operación Vehicular (COV), para cada uno de ellos, a precios constantes.

En las tablas 2.1 y 2.2 se observa que, a precios constantes, también los mayores incrementos en los consumos de los diferentes vehículos, de 2016 a 2019, se presentan en los combustibles (gasolina y diésel), seguidos del concepto OTROS, las refacciones, la mano de obra de mantenimiento, el salario de los operadores, los lubricantes y las llantas.

Por lo que se refiere a los COV, igualmente los que mayores incrementos tienen son los vehículos pesados y el autobús, seguidos de los camiones de tres y dos ejes y el vehículo utilitario (figuras 2.1 y 2.2).

Ejemplificando lo anterior, de la PT 467 se sabe que el COV para el caso base, con IRI=2, para el T3-S3 es de \$14.39 pesos/km para el año 2013 (año base) y de las tablas 1.1 y 1.2 (capítulo anterior), se tiene que el COV para el caso base, con las mismas condiciones de estado superficial, para el T3-S3 es de \$14.89 pesos/km en 2016 y de \$20.13 pesos/km en 2019, a precios corrientes. Ahora, en las tablas 2.1 y 2.2 se observa que los COV para el caso base, misma condición de estado superficial, del T3-S3 en los años 2016 y 2019 son de \$14.56 pesos/km y \$16.23 pesos/km, respectivamente. Esto quiere decir, que los costos de operación real para este vehículo en los años 2016 y 2019 son de \$14.56 pesos/km y \$16.23 pesos/km, respectivamente, desde luego, a precios de 2013.

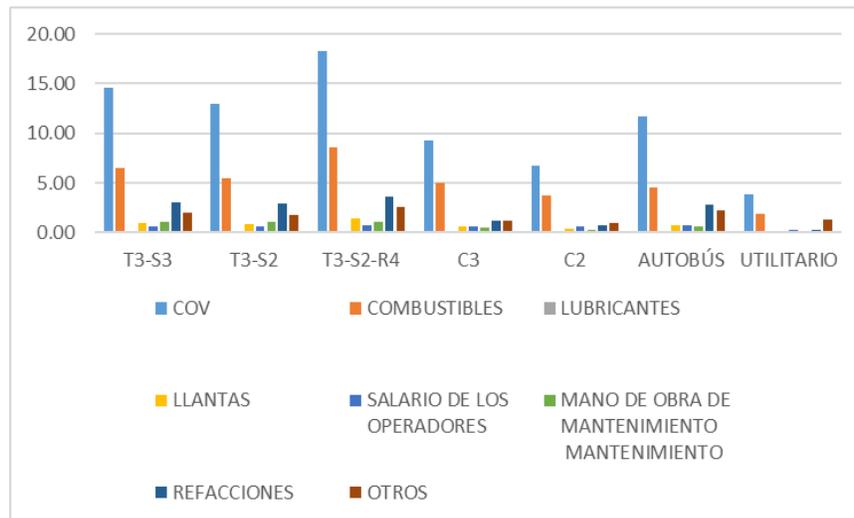


Figura 2.1 Costos 2016 caso base, IRI 2, precios constantes 2013

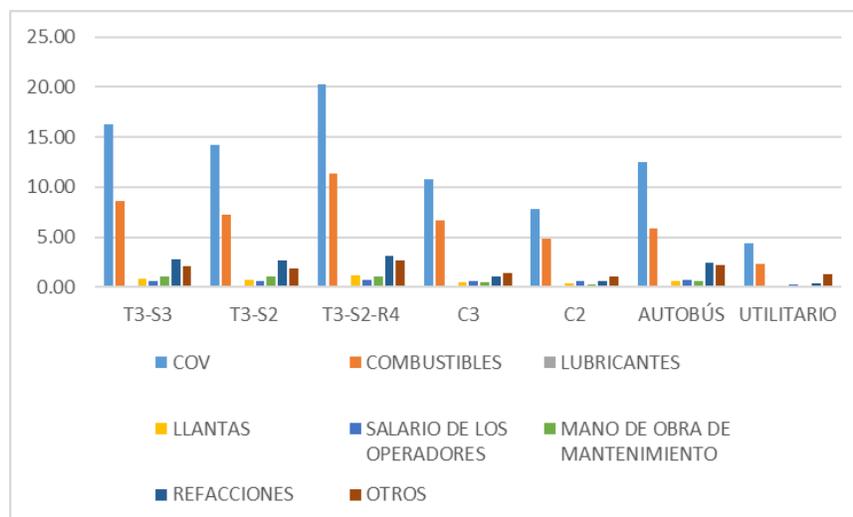


Figura 2.2 Costos 2019 caso base, IRI 2, precios constantes 2013

Las tablas 2.3 y 2.4 ofrecen información sobre el costo de los consumos y el COV a precios constantes de 2013, para los siete tipos de vehículos, para el caso base con un IRI de 4.

Tabla 2.3 Costos 2016 caso base, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	15.72	6.54	0.15	1.02	0.69	1.29	3.99	2.04
T3-S2	14.03	5.39	0.15	0.84	0.65	1.29	3.84	1.87
T3-S2-R4	19.73	8.59	0.15	1.47	0.78	1.29	4.68	2.77
C3	10.06	5.04	0.10	0.62	0.64	0.57	1.84	1.26
C2	7.60	3.70	0.10	0.41	0.63	0.42	1.39	0.96
AUTOBÚS	12.23	4.49	0.10	0.73	0.76	0.75	3.11	2.29
UTILITARIO	4.09	1.84	0.06	0.07	0.25	0.06	0.47	1.34

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.4 Costos 2019 caso base, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	17.31	8.59	0.16	0.86	0.65	1.26	3.60	2.19
T3-S2	15.19	7.07	0.16	0.72	0.61	1.26	3.41	1.95
T3-S2-R4	21.58	11.29	0.16	1.24	0.73	1.26	3.99	2.90
C3	11.44	6.62	0.10	0.52	0.60	0.55	1.65	1.39
C2	8.52	4.85	0.10	0.35	0.59	0.41	1.19	1.03
AUTOBÚS	12.96	5.90	0.10	0.62	0.70	0.70	2.64	2.30
UTILITARIO	4.62	2.32	0.06	0.06	0.26	0.06	0.54	1.31

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Las tablas 2.3 y 2.4 reflejan cómo se incrementaron los costos de los diferentes consumos y del COV para un IRI=4, en el año 2019 con relación al 2016, a precios de 2013. Las figuras 2.3 y 2.4 lo muestran de manera gráfica.

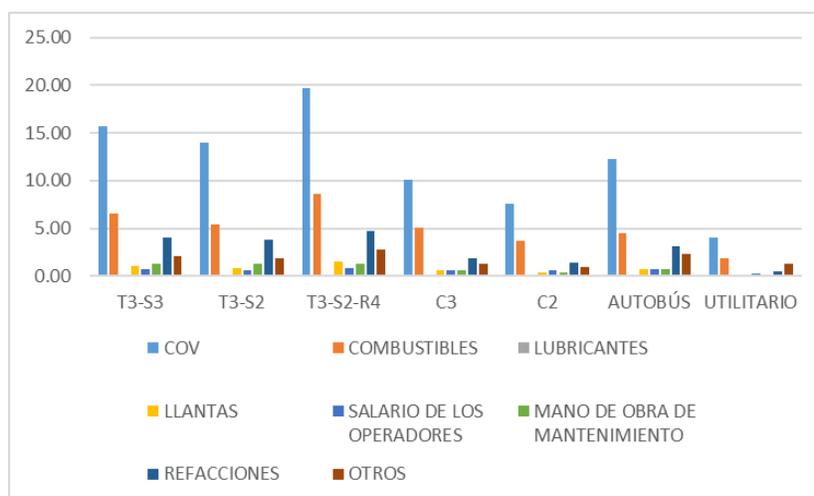


Figura 2.3 Costos 2016 caso base, IRI 4, precios constantes 2013

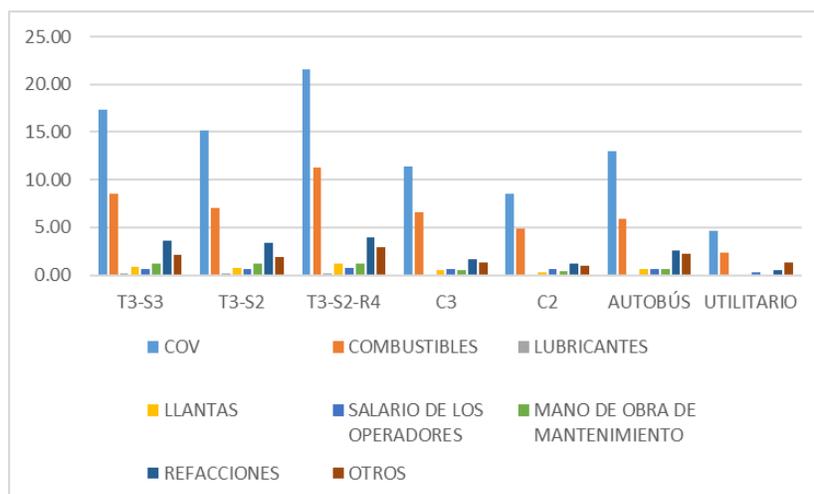


Figura 2.4 Costos 2019 caso base, IRI 4, precios constantes 2013

Las tablas 2.5 y 2.6 muestran el incremento en los costos de los diferentes consumos y del COV del año 2019 con relación al 2016 para un IRI=6, a precios de 2013, los cuales también son mayores que para un IRI=4.

Tabla 2.5 Costos 2016 caso base, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	16.90	6.40	0.16	1.03	0.83	1.44	4.89	2.16
T3-S2	15.14	5.22	0.16	0.84	0.81	1.44	4.70	1.97
T3-S2-R4	21.20	8.56	0.16	1.51	0.90	1.44	5.74	2.90
C3	10.73	4.95	0.11	0.63	0.69	0.65	2.43	1.27
C2	8.31	3.58	0.11	0.41	0.68	0.51	2.03	0.99
AUTOBÚS	12.74	4.46	0.11	0.74	0.82	0.91	3.41	2.29
UTILITARIO	4.36	1.81	0.07	0.09	0.27	0.07	0.66	1.39

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.6 Costos 2019 caso base, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	18.35	8.41	0.17	0.87	0.77	1.40	4.42	2.31
T3-S2	16.14	6.85	0.17	0.72	0.76	1.40	4.18	2.07
T3-S2-R4	22.88	11.27	0.17	1.27	0.84	1.40	4.89	3.04
C3	12.00	6.49	0.11	0.53	0.65	0.64	2.18	1.40
C2	9.10	4.70	0.11	0.35	0.65	0.50	1.75	1.05
AUTOBÚS	13.37	5.85	0.11	0.63	0.76	0.85	2.90	2.27
UTILITARIO	4.93	2.29	0.07	0.07	0.27	0.07	0.77	1.38

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Las figuras 2.5 y 2.6 son las imágenes descriptivas de las tablas 2.5 y 2.6.

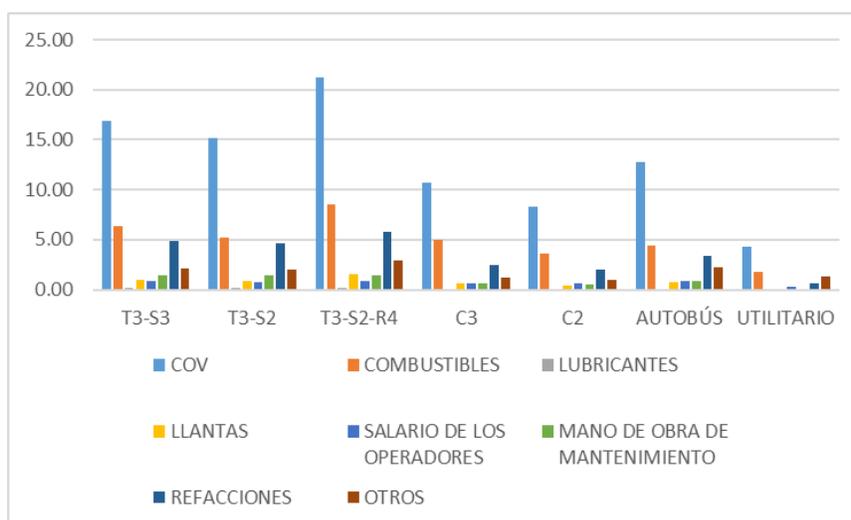


Figura 2.5 Costos 2016 caso base, IRI 6, precios constantes 2013

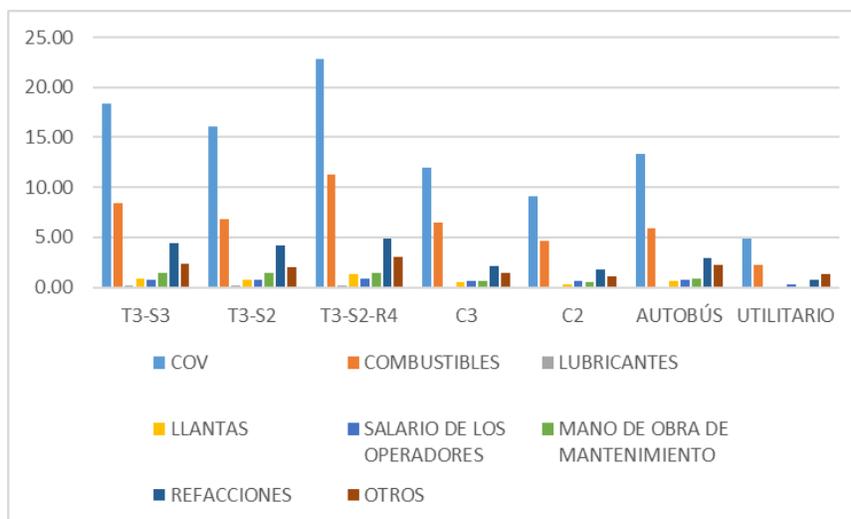


Figura 2.6 Costos 2019 caso base, IRI 6, precios constantes 2013

Las tablas 2.7 y 2.8 exhiben la información para el IRI=8.

Tabla 2.7 Costos 2016 caso base, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	18.37	6.44	0.17	1.04	1.04	1.56	5.79	2.34
T3-S2	16.59	5.27	0.17	0.85	1.03	1.56	5.56	2.15
T3-S2-R4	22.84	8.81	0.17	1.54	1.08	1.56	6.78	2.90
C3	11.43	4.79	0.11	0.64	0.79	0.73	3.03	1.34
C2	9.07	3.48	0.11	0.41	0.78	0.59	2.68	1.03
AUTOBÚS	13.33	4.14	0.11	0.75	0.92	1.09	3.74	2.57
UTILITARIO	4.75	1.78	0.08	0.10	0.30	0.09	0.95	1.46

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.8 Costos 2019 caso base, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	19.72	8.45	0.18	0.88	0.97	1.52	5.23	2.50
T3-S2	17.48	6.92	0.18	0.72	0.96	1.52	4.94	2.25
T3-S2-R4	24.35	11.56	0.18	1.31	1.01	1.52	5.78	2.99
C3	12.58	6.29	0.12	0.54	0.74	0.71	2.71	1.47
C2	9.74	4.56	0.12	0.35	0.73	0.57	2.30	1.10
AUTOBÚS	13.84	5.44	0.12	0.63	0.85	1.02	3.18	2.60
UTILITARIO	5.36	2.26	0.08	0.09	0.31	0.09	1.10	1.44

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Al observar las tablas 2.7 y 2.8 se aprecia cómo se ha ido incrementado el costo a precios constantes de 2013, de los diferentes consumos y el COV, tanto en el año 2016 como en 2019, al pasar de estados superficiales mejores (IRI=2, 4 y 6, tablas 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 y 2.6) a un estado superficial más malo (IRI=8).

Las figuras 2.7 y 2.8 son ejemplo de ello.

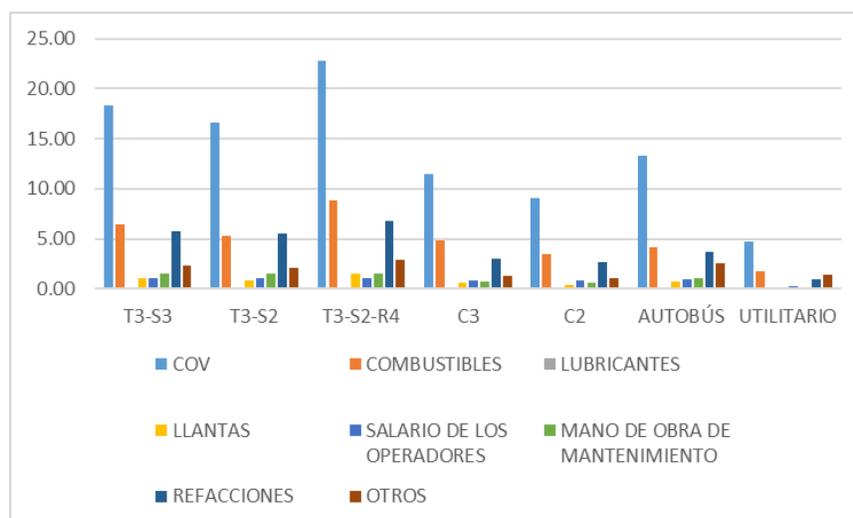


Figura 2.7 Costos 2016 caso base, IRI 8, precios constantes 2013

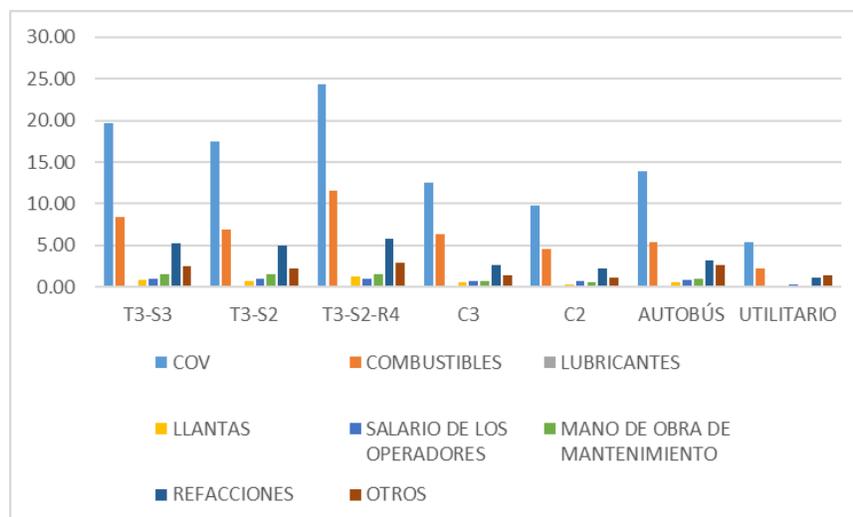


Figura 2.8 Costos 2019 caso base, IRI 8, precios constantes 2013

En las tablas 2.9 y 2.10 se consignan los costos de los insumos y del COV, correspondientes al IRI=10, a precios de 2013.

Tabla 2.9 Costos 2016 caso base, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	20.06	6.66	0.18	1.07	1.27	1.69	6.68	2.52
T3-S2	18.26	5.49	0.18	0.87	1.26	1.69	6.42	2.35
T3-S2-R4	24.69	8.99	0.18	1.58	1.29	1.69	7.84	3.12
C3	12.24	4.80	0.12	0.65	0.91	0.80	3.63	1.34
C2	9.96	3.49	0.12	0.41	0.90	0.66	3.32	1.06
AUTOBÚS	14.13	4.18	0.12	0.75	1.06	1.33	4.11	2.58
UTILITARIO	5.31	1.97	0.08	0.11	0.34	0.10	1.35	1.36

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.10 Costos 2019 caso base, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	21.36	8.73	0.19	0.90	1.19	1.64	6.03	2.68
T3-S2	19.10	7.21	0.19	0.73	1.18	1.64	5.71	2.44
T3-S2-R4	26.06	11.81	0.19	1.35	1.21	1.64	6.68	3.19
C3	13.31	6.30	0.13	0.55	0.85	0.78	3.25	1.44
C2	10.52	4.57	0.13	0.35	0.85	0.65	2.85	1.13
AUTOBÚS	14.50	5.48	0.13	0.64	0.98	1.23	3.48	2.56
UTILITARIO	5.99	2.48	0.09	0.10	0.35	0.10	1.55	1.32

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Las tablas 2.9 y 2.10 muestran costos y COV, a precios de 2013, cada vez más altos, dadas las condiciones de circulación cada vez más difíciles de los vehículos. Esta información se aprecia de forma gráfica en las figuras 2.9 y 2.10.

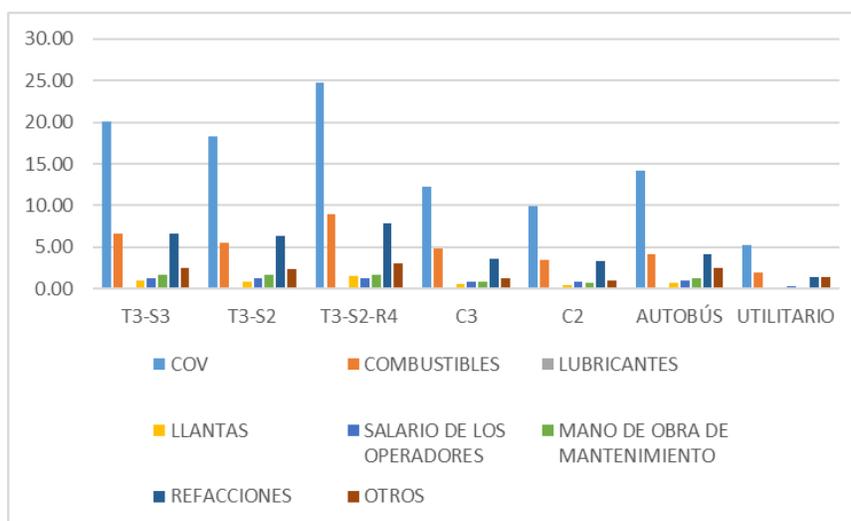


Figura 2.9 Costos 2016 caso base, IRI 10, precios constantes 2013

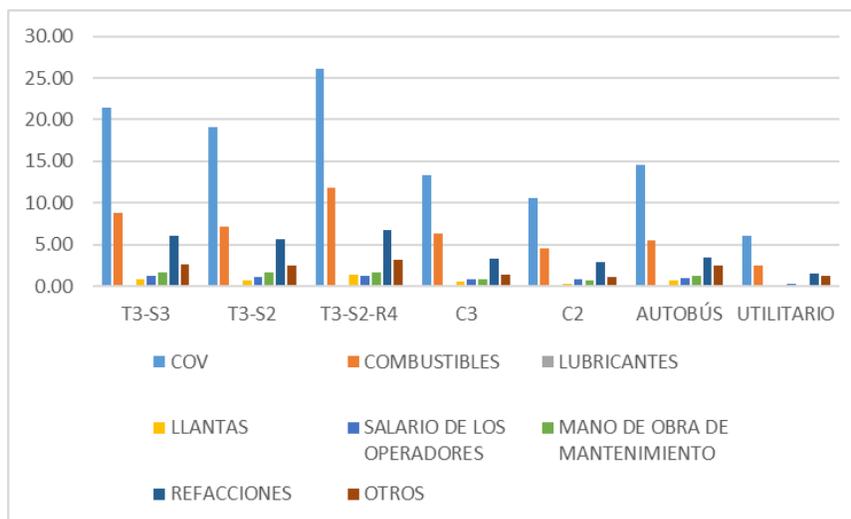


Figura 2.10 Costos 2019 caso base, IRI 10, precios constantes 2013

Para el caso base, a precios de 2013, se presentan las últimas tablas (2.11 y 2.12).

Tabla 2.11 Costos 2016 caso base, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	21.88	6.96	0.19	1.10	1.52	1.80	7.58	2.74
T3-S2	20.02	5.81	0.19	0.89	1.51	1.80	7.28	2.55
T3-S2-R4	26.69	9.30	0.19	1.64	1.52	1.80	8.90	3.34
C3	13.18	4.81	0.13	0.66	1.05	0.87	4.22	1.44
C2	10.96	3.56	0.13	0.41	1.04	0.72	3.97	1.13
AUTOBÚS	15.13	4.30	0.13	0.77	1.22	1.60	4.50	2.61
UTILITARIO	5.93	2.06	0.09	0.13	0.39	0.12	1.77	1.38

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.12 Costos 2019 caso base, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	23.16	9.15	0.20	0.94	1.41	1.75	6.85	2.87
T3-S2	20.84	7.63	0.20	0.76	1.40	1.75	6.48	2.62
T3-S2-R4	27.94	12.20	0.20	1.40	1.42	1.75	7.56	3.41
C3	14.18	6.31	0.14	0.56	0.98	0.85	3.78	1.56
C2	11.44	4.67	0.14	0.35	0.98	0.70	3.41	1.20
AUTOBÚS	15.40	5.65	0.14	0.65	1.12	1.50	3.82	2.52
UTILITARIO	6.69	2.60	0.10	0.11	0.40	0.12	2.03	1.33

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Las figuras 2.11 y 2.12 ilustran el contenido de las tablas 2.11 y 2.12, respectivamente.

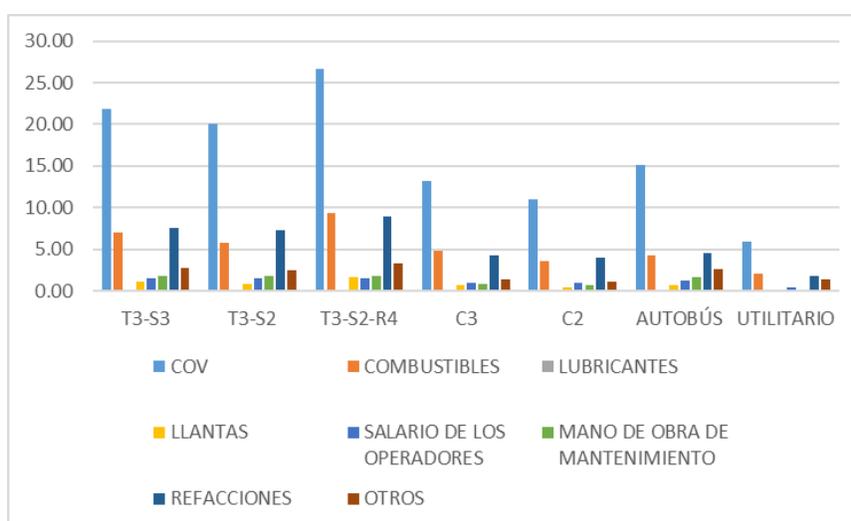


Figura 2.11 Costos 2016 caso base, IRI 12, precios constantes 2013

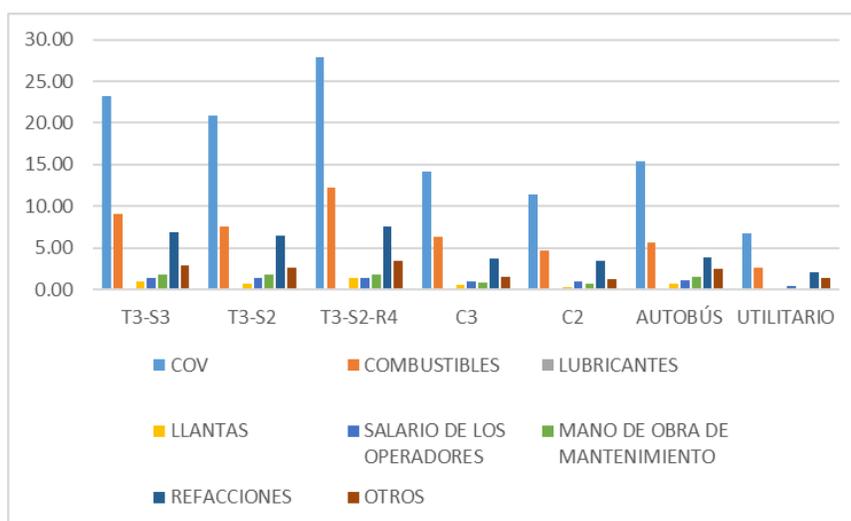


Figura 2.12 Costos 2019 caso base, IRI 12, precios constantes 2013

Al igual que en el caso base del capítulo 1. en esta parte es importante comentar que, como se ha observado también a lo largo de este capítulo, todos los costos de los diferentes insumos y los COV, a precios de 2013, han aumentado con el tiempo (de 2016 a 2019) y con el estado superficial más dañado del pavimento (conforme el valor del IRI crece), salvo el costo en el consumo de los combustibles (similar al caso base a precios corrientes), que para algunos vehículos (T3-S3, T3-S2 y T3-S2-R4) disminuye hasta el IRI=6 y para otros hasta el IRI=8 (C3, C2, autobús foráneo y vehículo ligero) debido a que su velocidad baja hasta un punto en el que el consumo de su combustible se reduce también. Sin embargo, después de ese punto, su consumo, y por lo tanto el costo de su combustible, aumenta nuevamente, por las mismas razones expuestas en el apartado ya mencionado del capítulo 1.

2.2 Costos terreno plano, a precios de 2013.

Este apartado contiene la información de los costos de los distintos consumos, así como de los COV, a precios de 2013, de los vehículos que representan el tránsito interurbano nacional para el terreno plano con su respectivo estado superficial.

Tabla 2.13 Costos 2016 terreno plano, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	16.56	8.04	0.15	1.21	0.79	1.13	3.10	2.13
T3-S2	14.45	6.58	0.15	1.02	0.71	1.13	2.98	1.88
T3-S2-R4	21.36	10.92	0.15	1.74	0.99	1.13	3.64	2.80
C3	10.59	6.06	0.09	0.73	0.71	0.46	1.24	1.29
C2	7.60	4.33	0.09	0.50	0.66	0.30	0.74	0.97
AUTOBÚS	13.04	5.51	0.09	0.89	0.81	0.62	2.83	2.29
UTILITARIO	4.04	1.98	0.05	0.06	0.27	0.05	0.32	1.30

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.14 Costos 2019 terreno plano, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	18.66	10.56	0.15	1.03	0.74	1.10	2.80	2.27
T3-S2	16.05	8.64	0.15	0.86	0.66	1.10	2.65	1.99
T3-S2-R4	23.98	14.34	0.15	1.48	0.92	1.10	3.10	2.90
C3	12.31	7.95	0.10	0.62	0.68	0.45	1.11	1.40
C2	8.80	5.68	0.10	0.42	0.62	0.30	0.64	1.05
AUTOBÚS	14.09	7.24	0.10	0.75	0.75	0.57	2.40	2.27
UTILITARIO	4.58	2.49	0.06	0.05	0.27	0.05	0.38	1.28

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Como puede observarse, en las tablas 2.13 y 2.14 (terreno plano con IRI=2) los COV más altos se presentan en los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), seguidos por el del autobús foráneo, los camiones de tres y dos ejes y el vehículo utilitario. Sin embargo, en porcentaje (de 2016 a 2019), los aumentos mayores del

COV a precios de 2013, se dieron en los camiones de tres (C3) y dos ejes (C2), 16.24% y 15.79%, respectivamente.

Tabla 2.15 Costos 2016 terreno plano, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	17.84	8.16	0.15	1.26	0.83	1.29	3.99	2.16
T3-S2	15.62	6.57	0.15	1.05	0.75	1.29	3.84	1.97
T3-S2-R4	22.93	11.15	0.15	1.81	1.02	1.29	4.68	2.83
C3	11.42	6.04	0.10	0.76	0.73	0.57	1.84	1.38
C2	8.42	4.31	0.10	0.51	0.68	0.42	1.39	1.01
AUTOBÚS	13.59	5.47	0.10	0.92	0.83	0.75	3.11	2.40
UTILITARIO	4.25	1.96	0.06	0.07	0.27	0.06	0.47	1.36

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.16 Costos 2019 terreno plano, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	19.88	10.72	0.16	1.06	0.77	1.26	3.60	2.30
T3-S2	17.13	8.63	0.16	0.89	0.70	1.26	3.41	2.08
T3-S2-R4	25.45	14.65	0.16	1.53	0.94	1.26	3.99	2.92
C3	13.10	7.94	0.10	0.65	0.69	0.55	1.65	1.52
C2	9.53	5.65	0.10	0.44	0.65	0.41	1.19	1.10
AUTOBÚS	14.60	7.18	0.10	0.78	0.77	0.70	2.64	2.44
UTILITARIO	4.82	2.48	0.06	0.06	0.28	0.06	0.54	1.34

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Por lo que se refiere a los costos económicos en el consumo de los combustibles (terreno plano con IRI=4), las tablas 2.15 y 2.16 muestran que los mayores ocurren en los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), seguidos por el camión de tres ejes, el autobús foráneo, el camión de dos ejes y el vehículo utilitario. Empero, de 2016 a 2019, los mayores incrementos (porcentualmente hablando) a precios de 2013 para este tipo de terreno y condición superficial, sucedieron en el camión de tres ejes C3 y en el Full (T3-S2-R4), 31.46% y 31.39%, respectivamente. El vehículo utilitario fue el que menor incremento (en términos económicos y porcentuales) sufrió, con \$0.52 pesos/km y 26.53%, para las mismas condiciones del camino.

Tabla 2.17 Costos 2016 terreno plano, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	19.12	8.18	0.16	1.29	0.93	1.44	4.89	2.24
T3-S2	16.80	6.56	0.16	1.06	0.87	1.44	4.70	2.02
T3-S2-R4	24.51	11.32	0.16	1.87	1.09	1.44	5.74	2.90
C3	12.19	6.01	0.11	0.78	0.78	0.65	2.43	1.42
C2	9.18	4.28	0.11	0.52	0.73	0.51	2.03	1.00
AUTOBÚS	14.13	5.38	0.11	0.95	0.88	0.91	3.41	2.50
UTILITARIO	4.55	1.94	0.07	0.09	0.29	0.07	0.66	1.43

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.18 Costos 2019 terreno plano, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	21.06	10.74	0.17	1.10	0.86	1.40	4.42	2.38
T3-S2	18.19	8.61	0.17	0.90	0.81	1.40	4.18	2.12
T3-S2-R4	26.90	14.86	0.17	1.59	1.01	1.40	4.89	2.99
C3	13.79	7.91	0.11	0.67	0.73	0.64	2.18	1.55
C2	10.18	5.61	0.11	0.44	0.69	0.50	1.75	1.07
AUTOBÚS	15.07	7.04	0.11	0.80	0.81	0.85	2.90	2.57
UTILITARIO	5.15	2.45	0.07	0.07	0.30	0.07	0.77	1.41

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

El costo económico en el consumo de los lubricantes, a precios de 2013, para estas condiciones del camino, es mayor también en los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), seguido por el autobús foráneo, los camiones de tres C3 y dos ejes C2 y, por último, el vehículo utilitario (tablas 2.17 y 2.18).

Tabla 2.19 Costos 2016 terreno plano, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	20.55	8.22	0.17	1.33	1.09	1.56	5.79	2.39
T3-S2	18.20	6.59	0.17	1.08	1.06	1.56	5.56	2.19
T3-S2-R4	26.15	11.46	0.17	1.94	1.21	1.56	6.78	3.03
C3	12.94	5.99	0.11	0.81	0.86	0.73	3.03	1.41
C2	9.96	4.18	0.11	0.52	0.81	0.59	2.68	1.08
AUTOBÚS	14.75	5.23	0.11	0.97	0.97	1.09	3.74	2.64
UTILITARIO	4.95	1.91	0.08	0.10	0.32	0.09	0.95	1.51

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.20 Costos 2019 terreno plano, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	22.40	10.80	0.18	1.12	1.02	1.52	5.23	2.54
T3-S2	19.47	8.65	0.18	0.91	0.98	1.52	4.94	2.28
T3-S2-R4	28.40	15.04	0.18	1.65	1.13	1.52	5.78	3.10
C3	14.45	7.86	0.12	0.69	0.81	0.71	2.71	1.56
C2	10.84	5.50	0.12	0.44	0.77	0.57	2.30	1.14
AUTOBÚS	15.57	6.86	0.12	0.81	0.89	1.02	3.18	2.69
UTILITARIO	5.60	2.42	0.08	0.09	0.32	0.09	1.10	1.50

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Las tablas 2.19 y 2.20 muestran que el costo monetario en el consumo de las llantas, a precios de 2013, es mayor igualmente en los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), seguido por el autobús foráneo, los camiones de tres y dos ejes y, por último, el vehículo utilitario, para estas condiciones del camino.

Tabla 2.21 Costos 2016 terreno plano, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	22.15	8.38	0.18	1.37	1.30	1.69	6.68	2.56
T3-S2	19.79	6.76	0.18	1.10	1.28	1.69	6.42	2.36
T3-S2-R4	27.92	11.62	0.18	2.01	1.39	1.69	7.84	3.19
C3	13.75	6.00	0.12	0.83	0.96	0.80	3.63	1.42
C2	10.83	4.20	0.12	0.53	0.93	0.66	3.32	1.07
AUTOBÚS	15.52	5.29	0.12	0.98	1.09	1.33	4.11	2.62
UTILITARIO	5.50	2.15	0.08	0.11	0.35	0.10	1.35	1.37

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.22 Costos 2019 terreno plano, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	23.94	11.00	0.19	1.16	1.22	1.64	6.03	2.69
T3-S2	20.99	8.88	0.19	0.94	1.19	1.64	5.71	2.44
T3-S2-R4	30.02	15.26	0.19	1.70	1.29	1.64	6.68	3.27
C3	15.17	7.89	0.13	0.70	0.90	0.78	3.25	1.52
C2	11.60	5.52	0.13	0.44	0.87	0.65	2.85	1.13
AUTOBÚS	16.21	6.94	0.13	0.83	1.00	1.23	3.48	2.59
UTILITARIO	6.23	2.70	0.09	0.10	0.36	0.10	1.55	1.32

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En lo concerniente al costo relacionado con el salario de los operadores, a precios de 2013, en las tablas 2.21 y 2.22 se puede visualizar que los mayores impactos suceden en los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), seguidos por el autobús foráneo, los camiones de tres y dos ejes y el vehículo utilitario. Lo anterior, es una generalidad conforme el estado superficial de los caminos se hace más rugoso y el tipo de terreno tiene una mayor pendiente y grado de curvatura horizontal (tanto a precios corrientes como a precios constantes, eso no cambia).

Tabla 2.23 Costos 2016 terreno plano, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	23.89	8.63	0.19	1.42	1.53	1.80	7.58	2.75
T3-S2	21.52	7.04	0.19	1.14	1.52	1.80	7.28	2.55
T3-S2-R4	29.80	11.86	0.19	2.09	1.58	1.80	8.90	3.39
C3	14.64	6.02	0.13	0.86	1.09	0.87	4.22	1.46
C2	11.80	4.24	0.13	0.54	1.06	0.72	3.97	1.14
AUTOBÚS	16.50	5.42	0.13	1.01	1.24	1.60	4.50	2.61
UTILITARIO	6.13	2.24	0.09	0.13	0.40	0.12	1.77	1.39

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.24 Costos 2019 terreno plano, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	25.65	11.32	0.20	1.20	1.43	1.75	6.85	2.90
T3-S2	22.68	9.23	0.20	0.97	1.41	1.75	6.48	2.64
T3-S2-R4	31.79	15.56	0.20	1.77	1.48	1.75	7.56	3.48
C3	16.00	7.90	0.14	0.73	1.02	0.85	3.78	1.59
C2	12.48	5.56	0.14	0.45	0.99	0.70	3.41	1.22
AUTOBÚS	17.06	7.10	0.14	0.85	1.15	1.50	3.82	2.51
UTILITARIO	6.93	2.81	0.10	0.11	0.41	0.12	2.03	1.34

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Las tablas 2.23 y 2.24 revelan que, al igual que a precios corrientes, la mano de obra de mantenimiento y las refacciones, a precios de 2013, impactan más en el costo de operación de los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), seguido por el autobús foráneo, los camiones de tres y dos ejes y el vehículo utilitario, para el terreno plano con IRI=12.

Por lo que se refiere al concepto OTROS, los costos más altos, a precios de 2013 al igual que a precios corrientes, los tiene el T3-S2-R4 y los más bajos el C2; el T3-S3 y el autobús foráneo ocupan el segundo y tercer lugar respectivamente, a partir de un IRI de 10 (antes de ese estado superficial, su posición es a la inversa); el cuarto sitio lo ocupa el T3-S2, aunque en la tabla 2.24 aparece, por excepción, por encima del autobús foráneo, lo que indica que para un IRI mayor a 12 sus costos en el concepto OTROS pasan a ser mayores que los del autobús foráneo; el C3 y el vehículo utilitario ocupan el quinto y sexto lugar respectivamente, a partir de un IRI de 10 (antes de ese estado superficial, alternan su posición). Lo anterior, también, para terreno plano con IRI=12.

También en este apartado (terreno plano) es importante comentar que, para todos los vehículos, todos los costos de los diferentes insumos y los COV han aumentado con el tiempo (de 2016 a 2019) y con el estado superficial más dañado del pavimento (conforme el valor del IRI crece). Sin embargo, hay algunas excepciones; por ejemplo, el costo en el consumo de los combustibles para el T3-S2 disminuye hasta el IRI=6 y para otros hasta el IRI=8 (C3, C2, autobús foráneo y vehículo ligero) debido a que, al igual que en el apartado anterior, su velocidad baja hasta un punto en el que el consumo de su combustible se reduce también. Sin embargo, después de ese punto, su consumo, y por lo tanto el costo de su combustible, aumenta nuevamente, debido a la carga que transportan y a que las condiciones del estado superficial más deteriorado del camino hacen más difícil el avance de los vehículos. Con relación a lo anterior, debido a la carga que transportan y al tipo de terreno (plano, con pendiente y curvatura horizontal ligeras), es significativo comentar que en el caso del T3-S2-R4 y el T3-S3 han aumentado su consumo y el costo de su combustible desde un IRI=2, aun cuando su velocidad disminuye de acuerdo con el estado superficial del terreno. Lo expuesto en este párrafo ocurre, tanto a precios constantes de 2013 como a precios corrientes de 2016 y 2019.

2.3 Costos terreno en lomerío, a precios de 2013.

Tabla 2.25 Costos 2016 terreno lomerío, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	21.60	11.52	0.15	2.07	1.18	1.13	3.10	2.45
T3-S2	18.25	9.15	0.15	1.67	1.03	1.13	2.98	2.14
T3-S2-R4	28.82	16.07	0.15	2.98	1.52	1.13	3.64	3.33
C3	13.88	8.46	0.09	1.24	0.98	0.46	1.24	1.42
C2	9.54	5.70	0.09	0.81	0.84	0.30	0.74	1.06
AUTOBÚS	16.19	7.57	0.09	1.49	1.04	0.62	2.83	2.56
UTILITARIO	4.48	2.31	0.05	0.06	0.34	0.05	0.32	1.35

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Así como pasó en el caso base y en el terreno plano, también en el terreno en lomerío, los COV, a precios de 2013, para el T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2 fueron los más altos, seguidos por el autobús foráneo, los camiones de tres y dos ejes y el vehículo utilitario, como se aprecia en la tabla 2.25.

Tabla 2.26 Costos 2019 terreno lomerío, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	24.64	15.12	0.15	1.76	1.10	1.10	2.80	2.60
T3-S2	20.52	12.02	0.15	1.42	0.95	1.10	2.65	2.24
T3-S2-R4	32.79	21.10	0.15	2.52	1.41	1.10	3.10	3.41
C3	16.27	11.10	0.10	1.06	0.92	0.45	1.11	1.52
C2	11.11	7.48	0.10	0.69	0.79	0.30	0.64	1.11
AUTOBÚS	17.75	9.93	0.10	1.26	0.96	0.57	2.40	2.53
UTILITARIO	5.09	2.90	0.06	0.05	0.35	0.05	0.38	1.31

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Lo mismo sucede en el año 2019 para todos los vehículos en el terreno de lomerío, con relación a sus COV a precios de 2013 (tabla 2.26).

En este caso (IRI=2), el COV para el T3-S3 aumentó \$3.04 pesos/km de 2016 a 2019. En el caso del T3-S2, su COV se incrementó \$2.27 pesos/km en el mismo período y, para el T3-S2-R4, su COV sufrió un alza de \$3.97 pesos/km. El COV para el C3 se encareció en \$2.64 pesos/km y en el autobús foráneo \$1.56 pesos/km. Los incrementos anteriores, de 2016 a 2019, para cada uno de los vehículos, son los incrementos reales de su COV para los mismos durante ese período, a precios de 2013. Estos son los cinco vehículos con el COV más elevado, a precios de 2013 y para estas condiciones del camino (tablas 2.25 y 2.26).

Tabla 2.27 Costos 2016 terreno lomerío, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	22.97	11.69	0.15	2.16	1.20	1.29	3.99	2.49
T3-S2	19.51	9.28	0.15	1.74	1.05	1.29	3.84	2.17
T3-S2-R4	30.46	16.33	0.15	3.11	1.53	1.29	4.68	3.36
C3	14.78	8.57	0.10	1.30	0.99	0.57	1.84	1.42
C2	10.42	5.76	0.10	0.85	0.85	0.42	1.39	1.06
AUTOBÚS	16.79	7.63	0.10	1.55	1.05	0.75	3.11	2.60
UTILITARIO	4.70	2.35	0.06	0.07	0.34	0.06	0.47	1.36

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.28 Costos 2019 terreno lomerío, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	25.95	15.35	0.16	1.83	1.12	1.26	3.60	2.62
T3-S2	21.72	12.19	0.16	1.48	0.97	1.26	3.41	2.26
T3-S2-R4	34.34	21.45	0.16	2.63	1.43	1.26	3.99	3.42
C3	17.13	11.26	0.10	1.10	0.94	0.55	1.65	1.53
C2	11.91	7.56	0.10	0.72	0.80	0.41	1.19	1.13
AUTOBÚS	18.32	10.02	0.10	1.31	0.97	0.70	2.64	2.58
UTILITARIO	5.34	2.95	0.06	0.06	0.35	0.06	0.54	1.31

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Para un IRI=4, en este tipo de terreno, el costo del combustible a precios de 2013 se incrementó \$5.12/km para el T3-S2-R4 de 2016 a 2019; para el T3-S3, \$3.66/km; para el T3-S2, \$2.91/km; para el C3, \$2.69/km y, para el autobús foráneo, \$2.39/km. Estos son los incrementos reales para cada uno de los vehículos mencionados, durante el período, a precios de 2013. Nótese la diferencia entre el incremento (de 2016 a 2019) de \$9.89/km en precios corrientes y el incremento de \$5.12/km a precios de 2013 para el T3-S2-R4, así como de \$7.08/km y \$3.66/km para el T3-S3, de \$5.62/km y \$2.91/km para el T3-S2, de \$5.19/km y \$2.69/km para el C3 y, de \$4.61/km y \$2.39/km para el autobús foráneo (tablas 1.27, 1.28, 2.27 y 2.28). Por lo que se refiere a los lubricantes, su consumo es más duradero y, por lo tanto, el incremento en su costo (en \$/km), a precios corrientes y precios de 2013, para todos los vehículos considerados en el estudio no es tan significativo (tablas 2.27 y 2.28).

Tabla 2.29 Costos 2016 terreno lomerío, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	24.35	11.86	0.16	2.25	1.25	1.44	4.89	2.51
T3-S2	20.80	9.38	0.16	1.81	1.10	1.44	4.70	2.21
T3-S2-R4	32.12	16.60	0.16	3.24	1.57	1.44	5.74	3.38
C3	15.66	8.66	0.11	1.36	1.02	0.65	2.43	1.43
C2	11.27	5.79	0.11	0.88	0.89	0.51	2.03	1.07
AUTOBÚS	17.45	7.66	0.11	1.62	1.08	0.91	3.41	2.66
UTILITARIO	5.00	2.39	0.07	0.09	0.35	0.07	0.66	1.36

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Por lo que respecta al costo de recorrido de las llantas (IRI=6) a precios de 2013, se observa que, para 2016, los más altos ocurren en el T3-S2-R4 (\$3.24/km), seguidos por el T3-S3 (\$2.25/km), el T3-S2 (\$1.81/km), el autobús foráneo (\$1.62/km), el C3 (\$1.36/km), el C2 (\$0.88/km) y, por último, el vehículo utilitario (\$0.09/km) (tabla 2.29).

Tabla 2.30 Costos 2019 terreno lomerío, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	27.27	15.56	0.17	1.90	1.17	1.40	4.42	2.65
T3-S2	22.93	12.32	0.17	1.53	1.02	1.40	4.18	2.31
T3-S2-R4	35.90	21.78	0.17	2.74	1.47	1.40	4.89	3.45
C3	17.96	11.37	0.11	1.15	0.96	0.64	2.18	1.55
C2	12.67	7.59	0.11	0.75	0.83	0.50	1.75	1.14
AUTOBÚS	18.93	10.06	0.11	1.38	0.99	0.85	2.90	2.64
UTILITARIO	5.68	3.02	0.07	0.07	0.36	0.07	0.77	1.31

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Así mismo, los costos de recorrido de las llantas (con un IRI=6) a precios de 2013, para 2019 fueron, de mayor a menor: T3-S2-R4 (\$2.74/km), T3-S3 (\$1.90/km), T3-S2 (\$1.53/km), autobús foráneo (\$1.38/km), camión de tres ejes (C3) (\$1.15/km), camión de dos ejes (C2) (\$0.75/km) y, vehículo utilitario (\$0.07/km). Siendo las llantas también un insumo de media a larga duración, el incremento en su costo (en \$/km) para los diferentes vehículos no es tan significativo (tablas 2.29 y 2.30).

Obsérvese que los costos de recorrido de las llantas, a precios de 2013, fueron mayores en 2016 que en 2019 para todos los vehículos. Esto pudiera deberse a que la inflación en 2016 (3.36%) fue mayor que en 2019 (2.83%) y que el incremento en el precio de los combustibles (en términos porcentuales) fue mucho mayor que el incremento en el precio de las llantas y en el costo del renovado de las mismas, pudiendo ocasionar que un porcentaje mayor del costo de los consumos de los vehículos se trasladara a los costos de los combustibles y del COV.

Tabla 2.31 Costos 2016 terreno lomerío, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	25.81	12.00	0.17	2.34	1.35	1.56	5.79	2.60
T3-S2	22.18	9.48	0.17	1.88	1.21	1.56	5.56	2.32
T3-S2-R4	33.83	16.83	0.17	3.37	1.64	1.56	6.78	3.47
C3	16.53	8.71	0.11	1.43	1.07	0.73	3.03	1.46
C2	12.12	5.79	0.11	0.92	0.95	0.59	2.68	1.09
AUTOBÚS	18.17	7.68	0.11	1.69	1.13	1.09	3.74	2.72
UTILITARIO	5.41	2.45	0.08	0.10	0.37	0.09	0.95	1.37

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.32 Costos 2019 terreno lomerío, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	28.66	15.76	0.18	1.98	1.25	1.52	5.23	2.75
T3-S2	24.21	12.44	0.18	1.59	1.14	1.52	4.94	2.40
T3-S2-R4	37.49	22.10	0.18	2.86	1.53	1.52	5.78	3.52
C3	18.77	11.44	0.12	1.21	1.01	0.71	2.71	1.57
C2	13.42	7.60	0.12	0.77	0.90	0.57	2.30	1.16
AUTOBÚS	19.57	10.08	0.12	1.44	1.05	1.02	3.18	2.69
UTILITARIO	6.15	3.09	0.08	0.09	0.38	0.09	1.10	1.32

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En lo que concierne al salario de los operadores, para un IRI=8 en el terreno en lomerío, el costo por km fue de \$1.64/km para el T3-S2-R4 en 2016 y de \$1.53/km en 2019. En el caso del T3-S3, de \$1.35/km en 2016 y de \$1.25/km en 2019; para el T3-S2, de \$1.21/km en 2016 y de \$1.14/km en 2019; para el C3, \$1.07/km en 2016 y de \$1.01/km en 2019; para el C2, de \$0.95/km en 2016 y de \$0.90/km en 2019; para el autobús foráneo, \$1.13/km en 2016 y de \$1.05/km en 2019 y, para el vehículo utilitario, \$0.37/km en 2016 y de \$0.38/km en 2019, a precios de 2013 (tablas 2.31 y 2.32).

En este caso, también los costos en el salario de los operadores de todos los vehículos, salvo en el vehículo utilitario, fueron mayores en 2016 que en 2019 (en términos reales). Lo que lleva a pensar que, además de que la inflación en 2016 fue mayor que en 2019, los salarios de la fuerza laboral en México históricamente se han incrementado muy poco y, durante ese período no fue la excepción. Por lo que, al igual que en el caso anterior del incremento en el precio de las llantas (en términos porcentuales) con relación al incremento mucho mayor en el precio de los combustibles, pudiera haberse generado que un mayor porcentaje del resto de los costos de los consumos de los vehículos se transfiriera a los costos de los combustibles y del COV.

Tabla 2.33 Costos 2016 terreno lomerío, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	27.35	12.16	0.18	2.43	1.49	1.69	6.68	2.73
T3-S2	23.68	9.61	0.18	1.95	1.39	1.69	6.42	2.44
T3-S2-R4	35.62	17.08	0.18	3.53	1.75	1.69	7.84	3.56
C3	17.41	8.74	0.12	1.49	1.14	0.80	3.63	1.50
C2	13.01	5.79	0.12	0.95	1.04	0.66	3.32	1.13
AUTOBÚS	18.99	7.72	0.12	1.76	1.22	1.33	4.11	2.74
UTILITARIO	5.95	2.52	0.08	0.11	0.40	0.10	1.35	1.40

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.34 Costos 2019 terreno lomerío, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	30.15	15.97	0.19	2.06	1.39	1.64	6.03	2.86
T3-S2	25.62	12.61	0.19	1.65	1.29	1.64	5.71	2.52
T3-S2-R4	39.15	22.42	0.19	2.99	1.63	1.64	6.68	3.60
C3	19.57	11.48	0.13	1.26	1.07	0.78	3.25	1.60
C2	14.20	7.60	0.13	0.80	0.98	0.65	2.85	1.19
AUTOBÚS	20.29	10.14	0.13	1.49	1.13	1.23	3.48	2.69
UTILITARIO	6.77	3.18	0.09	0.10	0.41	0.10	1.55	1.34

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Los costos de la mano de obra de mantenimiento, en terreno en lomerío con un IRI=10 (tablas 2.33 y 2.34), para todos los vehículos, excepto el utilitario, también fueron mayores (en términos reales) en 2016 que en 2019. De tal forma que, se presentó una situación semejante al incremento en el precio de las llantas y del salario de los operadores con relación al fuerte incremento en el precio de los combustibles, que igualmente pudiera haber ocasionado que un porcentaje mayor del costo de los consumos de los vehículos se hayan trasladado a los costos de los combustibles y del COV.

Tabla 2.35 Costos 2016 terreno lomerío, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

de

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	28.98	12.36	0.19	2.54	1.66	1.80	7.58	2.86
T3-S2	25.28	9.79	0.19	2.02	1.58	1.80	7.28	2.61
T3-S2-R4	37.48	17.33	0.19	3.69	1.89	1.80	8.90	3.70
C3	18.32	8.77	0.13	1.55	1.23	0.87	4.22	1.54
C2	13.95	5.83	0.13	0.98	1.14	0.72	3.97	1.18
AUTOBÚS	19.97	7.72	0.13	1.83	1.35	1.60	4.50	2.84
UTILITARIO	6.57	2.62	0.09	0.13	0.44	0.12	1.77	1.41

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.36 Costos 2019 terreno lomerío, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	31.72	16.21	0.20	2.15	1.55	1.75	6.85	3.01
T3-S2	27.16	12.85	0.20	1.72	1.48	1.75	6.48	2.69
T3-S2-R4	40.90	22.75	0.20	3.12	1.76	1.75	7.56	3.75
C3	20.41	11.52	0.14	1.31	1.16	0.85	3.78	1.65
C2	15.05	7.65	0.14	0.83	1.07	0.70	3.41	1.25
AUTOBÚS	21.14	10.14	0.14	1.55	1.24	1.50	3.82	2.75
UTILITARIO	7.46	3.29	0.10	0.11	0.44	0.12	2.03	1.36

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Lo mismo sucede con los costos de las refacciones, en terreno en lomerío con un IRI=12 (tablas 2.35 y 2.36), para todos los vehículos, excepto el utilitario, también fueron mayores (en términos reales) en 2016 en comparación con 2019. De tal

forma que, se presentó una situación semejante al incremento en el precio de las llantas, del salario de los operadores y de la mano de obra de mantenimiento con relación al elevado incremento en el precio de los combustibles, que potencialmente pudiera haber incidido en que un porcentaje mayor del costo de los demás consumos de los vehículos se haya reflejado en el costo de los combustibles y del COV.

En el concepto OTROS (con IRI=12), para el terreno en lomerío, el aumento mayor en el costo de 2016 a 2019, a precios de 2013, se presentó en el T3-S3 con \$0.15/km, seguido por el camión de tres ejes C3 con \$0.11/km y, el T3-S2 con \$0.08/km (tablas 2.35 y 2.36).

2.4 Costos terreno montañoso, a precios de 2013.

Tabla 2.37 Costos 2016 terreno montañoso, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	27.40	15.29	0.15	3.30	1.61	1.13	3.10	2.82
T3-S2	22.74	12.04	0.15	2.63	1.38	1.13	2.98	2.42
T3-S2-R4	37.05	21.46	0.15	4.74	2.06	1.13	3.64	3.87
C3	17.72	11.12	0.09	1.96	1.28	0.46	1.24	1.57
C2	11.87	7.26	0.09	1.24	1.08	0.30	0.74	1.15
AUTOBÚS	19.89	9.74	0.09	2.31	1.36	0.62	2.83	2.95
UTILITARIO	5.08	2.75	0.05	0.06	0.44	0.05	0.32	1.42

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En el 2016, para el terreno montañoso, los COV (a precios de 2013) para el T3-S2-R4 (\$37.05/km), T3-S3 (\$27.40/km) y T3-S2 (\$22.74/km) fueron los más altos, seguidos por el autobús foráneo (\$19.89/km), los camiones de tres (\$17.72/km) y dos ejes (\$11.87/km) y el vehículo utilitario(\$5.08/km) (tabla 2.37), al igual que para el caso base, el terreno plano y el terreno en lomerío. Lo mismo sucedió en el año 2019 para todos los vehículos (tabla 2.38).

Tabla 2.38 Costos 2019 terreno montañoso, IRI 2, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	31.39	20.06	0.15	2.80	1.50	1.10	2.80	2.98
T3-S2	25.75	15.81	0.15	2.23	1.28	1.10	2.65	2.53
T3-S2-R4	42.36	28.17	0.15	4.02	1.92	1.10	3.10	3.91
C3	20.81	14.60	0.10	1.66	1.21	0.45	1.11	1.68
C2	13.85	9.53	0.10	1.06	1.02	0.30	0.64	1.21
AUTOBÚS	21.96	12.78	0.10	1.95	1.26	0.57	2.40	2.90
UTILITARIO	5.79	3.46	0.06	0.05	0.45	0.05	0.38	1.35

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

De los diferentes consumos, entre todos los que conforman el COV, los lubricantes son los que representaron el menor costo, a precios de 2013, para todos los

vehículos. Para el T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2 significaron \$0.15/km en 2019 para el terreno montañoso con IRI=2; para el autobús foráneo, el camión de tres ejes C3, y el camión de dos ejes C2 implicaron \$0.10/km y, para el vehículo utilitario \$0.06/km (tabla 2.38).

Tabla 2.39 Costos 2016 terreno montañoso, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	28.80	15.46	0.15	3.44	1.62	1.29	3.99	2.84
T3-S2	24.04	12.18	0.15	2.73	1.39	1.29	3.84	2.46
T3-S2-R4	38.75	21.72	0.15	4.93	2.07	1.29	4.68	3.91
C3	18.66	11.25	0.10	2.04	1.29	0.57	1.84	1.57
C2	12.79	7.33	0.10	1.30	1.09	0.42	1.39	1.16
AUTOBÚS	20.54	9.85	0.10	2.41	1.37	0.75	3.11	2.94
UTILITARIO	5.30	2.80	0.06	0.07	0.44	0.06	0.47	1.41

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.40 Costos 2019 terreno montañoso, IRI 4, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	32.73	20.31	0.16	2.91	1.51	1.26	3.60	2.98
T3-S2	26.97	15.99	0.16	2.31	1.30	1.26	3.41	2.53
T3-S2-R4	43.96	28.52	0.16	4.18	1.94	1.26	3.99	3.92
C3	21.71	14.77	0.10	1.73	1.22	0.55	1.65	1.69
C2	14.68	9.62	0.10	1.10	1.02	0.41	1.19	1.22
AUTOBÚS	22.57	12.93	0.10	2.04	1.27	0.70	2.64	2.90
UTILITARIO	6.04	3.52	0.06	0.06	0.45	0.06	0.54	1.35

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

El incremento económico real del COV, a precios de 2013, que sufrieron los vehículos para el terreno montañoso con un IRI=4, de 2016 a 2019, fue cómo sigue: camión de tres ejes C3 (16.35%), camión de dos ejes C2 (14.78%), vehículo utilitario (13.96%), T3-S3 (13.65%), T3-S2-R4 (13.45%), T3-S2 (12.19%) y, autobús foráneo (9.88%). Ver tablas 2.39 y 2.40.

Tabla 2.41 Costos 2016 terreno montañoso, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	30.22	15.65	0.16	3.58	1.65	1.44	4.89	2.85
T3-S2	25.35	12.33	0.16	2.83	1.42	1.44	4.70	2.47
T3-S2-R4	40.47	21.98	0.16	5.13	2.10	1.44	5.74	3.92
C3	19.59	11.37	0.11	2.14	1.31	0.65	2.43	1.57
C2	13.69	7.40	0.11	1.36	1.11	0.51	2.03	1.16
AUTOBÚS	21.25	9.95	0.11	2.52	1.39	0.91	3.41	2.96
UTILITARIO	5.59	2.84	0.07	0.09	0.45	0.07	0.66	1.41

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.42 Costos 2019 terreno montañoso, IRI 6, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	34.10	20.55	0.17	3.03	1.53	1.40	4.42	3.00
T3-S2	28.21	16.18	0.17	2.40	1.32	1.40	4.18	2.56
T3-S2-R4	45.57	28.86	0.17	4.35	1.96	1.40	4.89	3.94
C3	22.60	14.92	0.11	1.81	1.23	0.64	2.18	1.70
C2	15.49	9.71	0.11	1.15	1.05	0.50	1.75	1.22
AUTOBÚS	23.24	13.06	0.11	2.13	1.28	0.85	2.90	2.92
UTILITARIO	6.38	3.57	0.07	0.07	0.46	0.07	0.77	1.36

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En las tablas 2.41 y 2.42 se observa que, el aumento real en el costo del consumo de combustible, a precios de 2013, para cada uno de los vehículos en terreno montañoso con un IRI=6, de 2016 a 2019, fue en el siguiente orden: T3-S3 (31.31%), T3-S2-R4 (31.30%), autobús foráneo (31.26%), T3-S2 (31.22%), camión de tres ejes C3 (31.22%), camión de dos ejes C2 (31.22%) y, vehículo utilitario (25.70%).

Tabla 2.43 Costos 2016 terreno montañoso, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	31.69	15.84	0.17	3.72	1.70	1.56	5.79	2.91
T3-S2	26.73	12.46	0.17	2.95	1.49	1.56	5.56	2.53
T3-S2-R4	42.24	22.26	0.17	5.35	2.15	1.56	6.78	3.97
C3	20.53	11.47	0.11	2.24	1.35	0.73	3.03	1.60
C2	14.58	7.45	0.11	1.42	1.15	0.59	2.68	1.19
AUTOBÚS	22.04	10.03	0.11	2.64	1.42	1.09	3.74	3.01
UTILITARIO	5.99	2.90	0.08	0.10	0.46	0.09	0.95	1.42

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.44 Costos 2019 terreno montañoso, IRI 8, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	35.51	20.79	0.18	3.16	1.59	1.52	5.23	3.05
T3-S2	29.51	16.36	0.18	2.50	1.39	1.52	4.94	2.62
T3-S2-R4	47.22	29.22	0.18	4.53	2.00	1.52	5.78	3.99
C3	23.48	15.06	0.12	1.90	1.27	0.71	2.71	1.72
C2	16.31	9.77	0.12	1.20	1.08	0.57	2.30	1.26
AUTOBÚS	23.98	13.16	0.12	2.23	1.31	1.02	3.18	2.95
UTILITARIO	6.83	3.65	0.08	0.09	0.47	0.09	1.10	1.36

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Nótese que, en las tablas 2.43 y 2.44, los costos de recorrido de las llantas, a precios de 2013, fueron mayores en 2016 que en 2019 para todos los vehículos. Como se comentó en el apartado anterior (terreno en lomerío), esto pudiera deberse a que la inflación en 2016 fue mayor que en 2019 y que el incremento en el precio de los combustibles (en términos porcentuales) fue mucho mayor que el incremento en el

precio de las llantas y en el costo del renovado de las mismas, pudiendo ocasionar que un porcentaje mayor del costo de los consumos de los vehículos se trasladara a los costos de los combustibles y del COV.

Tabla 2.45 Costos 2016 terreno montañoso, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	33.24	16.03	0.18	3.88	1.79	1.69	6.68	2.99
T3-S2	28.19	12.61	0.18	3.08	1.59	1.69	6.42	2.62
T3-S2-R4	44.07	22.53	0.18	5.58	2.22	1.69	7.84	4.03
C3	21.47	11.55	0.12	2.35	1.40	0.80	3.63	1.62
C2	15.50	7.50	0.12	1.48	1.21	0.66	3.32	1.21
AUTOBÚS	22.94	10.07	0.12	2.76	1.48	1.33	4.11	3.09
UTILITARIO	6.52	2.97	0.08	0.11	0.48	0.10	1.35	1.44

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.46 Costos 2019 terreno montañoso, IRI 10, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	37.00	21.05	0.19	3.29	1.67	1.64	6.03	3.13
T3-S2	30.89	16.56	0.19	2.60	1.48	1.64	5.71	2.70
T3-S2-R4	48.93	29.57	0.19	4.73	2.06	1.64	6.68	4.06
C3	24.36	15.17	0.13	1.99	1.31	0.78	3.25	1.73
C2	17.14	9.84	0.13	1.25	1.15	0.65	2.85	1.27
AUTOBÚS	24.79	13.22	0.13	2.33	1.36	1.23	3.48	3.03
UTILITARIO	7.44	3.73	0.09	0.10	0.49	0.10	1.55	1.37

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En las tablas 2.45 y 2.46 se observa que, para el terreno montañoso con IRI=10, también los costos en el salario de los operadores y en la mano de obra de mantenimiento de todos los vehículos, salvo en el vehículo utilitario, fueron mayores en 2016 que en 2019 (en términos reales, a precios de 2013). Lo que, como se explicó en el apartado anterior, pudiera deberse a que la inflación en 2016 fue mayor que en 2019 y a que los salarios de la fuerza laboral en México generalmente se han incrementado muy poco. Por lo que, al igual que en el caso anterior del incremento en el precio de las llantas (en términos porcentuales) con relación al incremento mucho mayor en el precio de los combustibles, eso pudiera haber ocasionado que un mayor porcentaje del resto de los costos de los consumos de los vehículos se transfiriera a los costos de los combustibles y del COV.

Tabla 2.47 Costos 2016 terreno montañoso, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	34.86	16.24	0.19	4.06	1.92	1.80	7.58	3.09
T3-S2	29.74	12.78	0.19	3.21	1.75	1.80	7.28	2.74
T3-S2-R4	45.96	22.81	0.19	5.83	2.32	1.80	8.90	4.13
C3	22.42	11.63	0.13	2.45	1.47	0.87	4.22	1.65
C2	16.45	7.55	0.13	1.54	1.29	0.72	3.97	1.25
AUTOBÚS	23.96	10.10	0.13	2.88	1.56	1.60	4.50	3.19
UTILITARIO	7.11	3.05	0.09	0.13	0.51	0.12	1.77	1.45

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Tabla 2.48 Costos 2019 terreno montañoso, IRI 12, precios constantes 2013 (pesos por veh-km)

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	38.56	21.31	0.20	3.44	1.79	1.75	6.85	3.22
T3-S2	32.36	16.77	0.20	2.72	1.63	1.75	6.48	2.81
T3-S2-R4	50.71	29.94	0.20	4.94	2.16	1.75	7.56	4.15
C3	25.26	15.27	0.14	2.08	1.38	0.85	3.78	1.77
C2	18.00	9.91	0.14	1.31	1.22	0.70	3.41	1.31
AUTOBÚS	25.69	13.25	0.14	2.44	1.44	1.50	3.82	3.11
UTILITARIO	8.10	3.85	0.10	0.11	0.52	0.12	2.03	1.38

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

La misma situación se presentó con los costos (a precios de 2013) en el consumo de las refacciones, en terreno montañoso con un IRI=12 (tablas 2.47 y 2.48), para todos los vehículos, excepto el utilitario, también fueron mayores (en términos reales) en 2016 en comparación con 2019. De tal forma que, pasó una situación semejante al incremento en el precio de las llantas, del salario de los operadores y de la mano de obra de mantenimiento con relación al elevado incremento en el precio de los combustibles, que probablemente pudo influir en que un porcentaje mayor del costo de los demás consumos de los vehículos se haya reflejado en el costo de los combustibles y del COV.

En el concepto OTROS (con IRI=12), para el terreno montañoso, el aumento mayor en el costo de 2016 a 2019, a precios de 2013, se presentó en el T3-S3 con \$0.13/km, seguido por el camión de tres ejes C3 con \$0.12/km y, el T3-S2 con \$0.07/km (tablas 2.47 y 2.48).

3. Variación real de los costos en consumos, operadores, mantenimiento, refacciones y COV para los diferentes tipos de vehículos (2016-2019)

Este capítulo muestra los resultados de la variación real de los Costos de Operación base, así como entre sus insumos (2016-2019), a precios de 2013, para cada uno de los siete tipos de vehículos que representan el tránsito interurbano de la Red Carretera Federal y para cada tipo de terreno (caso base, terreno plano, lomerío y montañoso) en México.

La variación existente entre los Costos de Operación base, así como entre sus insumos, para el período 2016-2019, se ofrece en pesos de 2013, para tener una referencia actual sobre el aumento real en el Costo de Operación y entre sus diferentes insumos a lo largo de ese tiempo, comparando pesos de un mismo valor.

3.1. Variación real de los costos (2016-2019), caso base.

Tabla 3.1 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 2, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	111.47	131.30	100.00	85.00	93.75	97.35	90.32	107.54
T3-S2	109.95	131.44	100.00	85.71	93.33	97.35	88.93	105.56
T3-S2-R4	110.86	131.40	100.00	84.62	93.24	97.35	85.16	104.71
C3	115.50	131.49	111.11	85.00	93.55	97.83	89.52	109.76
C2	115.29	131.54	111.11	85.37	93.33	100.00	86.49	107.37
AUTOBÚS	106.58	131.26	111.11	84.51	93.24	91.94	84.81	99.55
UTILITARIO	113.44	125.81	120.00	83.33	104.17	100.00	118.75	98.45

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En la tabla 3.1 se aprecia que los vehículos que experimentaron los mayores incrementos en su COV (de 2016 a 2019), a precios de 2013, para el caso base con IRI=2, fueron los camiones de tres y dos ejes (C3 y C2) con el 15.50% y el 15.29%, respectivamente. El vehículo utilitario fue el tercero, con el 13.44%, seguido por el T3-S3 con el 11.47%, el T3-S2-R4, con el 10.86%, el T3-S2, con el 9.95% y, finalmente, el autobús foráneo con el 6.58%. La figura 3.1 presenta gráficamente lo comentado, más la variación existente (en porcentaje) para cada uno de los consumos que integran la totalidad del COV para cada vehículo.

Es importante comentar nuevamente que, en todos los vehículos, los costos de recorrido de las llantas; así como los de los salarios de los operadores (excepto el vehículo utilitario); de la mano de obra de mantenimiento y de las refacciones (salvo el vehículo utilitario también), a precios de 2013, redujeron su participación en el COV, posiblemente debido, a que la inflación en 2016 fue mayor que en 2019 y que los salarios de la fuerza laboral en México se han incrementado muy poco (aún en esos años), así como el fuerte incremento en el precio de los combustibles (en términos porcentuales) en comparación con el precio de las llantas, del renovado de las mismas y de las refacciones, pudiendo ocasionar que un porcentaje mayor del costo de los demás consumos de los vehículos se trasladara a los costos de los combustibles y del COV. En cuanto a los costos del concepto OTROS (depreciación, interés y costos indirectos), aumentaron de 2016 a 2019 a precios corrientes, tanto para el autobús foráneo como para el vehículo utilitario, pero dicho aumento fue menor comparado con el fuerte incremento en el precio de los combustibles (en términos reales), por lo que posiblemente inhibió su participación de manera ligera en el COV. En el resto de los vehículos, los costos de los consumos del concepto OTROS si registraron un incremento en términos reales durante el período.

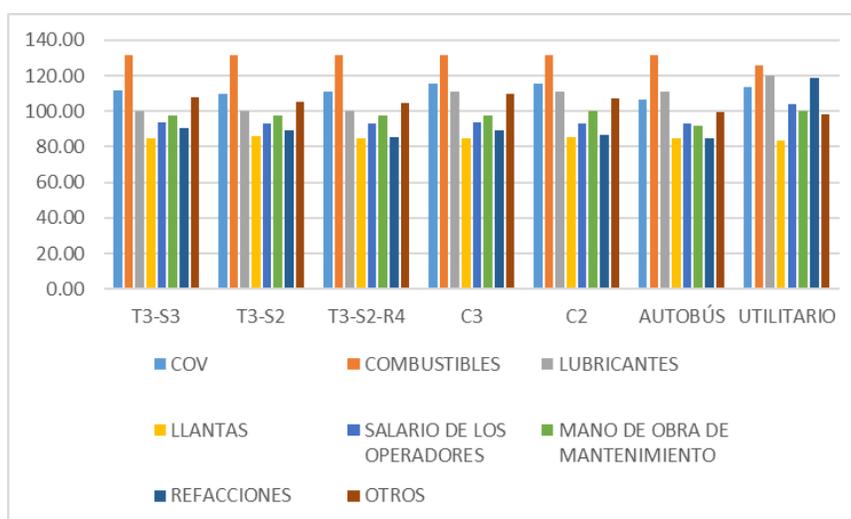


Figura 3.1 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 2, precios constantes 2013

Tabla 3.2 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 4, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	110.11	131.35	106.67	84.31	94.20	97.67	90.23	107.35
T3-S2	108.27	131.17	106.67	85.71	93.85	97.67	88.80	104.28
T3-S2-R4	109.38	131.43	106.67	84.35	93.59	97.67	85.26	104.69
C3	113.72	131.35	100.00	83.87	93.75	96.49	89.67	110.32
C2	112.11	131.08	100.00	85.37	93.65	97.62	85.61	107.29
AUTOBÚS	105.97	131.40	100.00	84.93	92.11	93.33	84.89	100.44
UTILITARIO	112.96	126.09	100.00	85.71	104.00	100.00	114.89	97.76

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Para el caso base con IRI=4, también el vehículo que tuvo el mayor incremento en su COV, a precios de 2013, fue el C3, con el 13.72%. Sin embargo, el segundo lugar lo ocupó el vehículo utilitario con el 12.96% y, el tercero fue el C2, con el 12.11%. El T3-S3 (10.11%), T3-S2-R4 (9.38%), T3-S2 (8.27%) y, el autobús foráneo (5.97%), ocuparon los lugares del 4 al 7. La variación en los costos de los diferentes consumos que componen el COV para cada uno de los vehículos se observa en la tabla y figura 3.2.

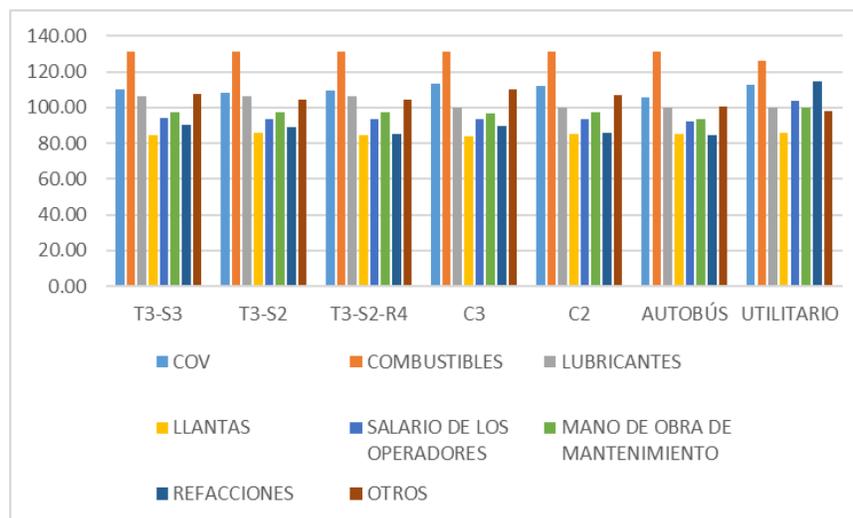


Figura 3.2 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 4, precios constantes 2013

Tabla 3.3 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 6, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	108.58	131.41	106.25	84.47	92.77	97.22	90.39	106.94
T3-S2	106.61	131.23	106.25	85.71	93.83	97.22	88.94	105.08
T3-S2-R4	107.92	131.66	106.25	84.11	93.33	97.22	85.19	104.83
C3	111.84	131.11	100.00	84.13	94.20	98.46	89.71	110.24
C2	109.51	131.28	100.00	85.37	95.59	98.04	86.21	106.06
AUTOBÚS	104.95	131.17	100.00	85.14	92.68	93.41	85.04	99.13
UTILITARIO	113.07	126.52	100.00	77.78	100.00	100.00	116.67	99.28

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

El incremento en los COV (a precios de 2013), para el caso base con IRI=6, fue mayor durante el período en el vehículo utilitario con el 13.07%, seguido por el C3 con el 11.84%, el C2 con el 9.51%, el T3-S3 con el 8.58%, el T3-S2-R4 con el 7.92%, el T3-S2 con el 6.61% y, el autobús foráneo con el 4.95%. El porcentaje del costo de cada uno de los consumos que comprenden el COV para cada vehículo se observa en la tabla y en la figura 3.3.

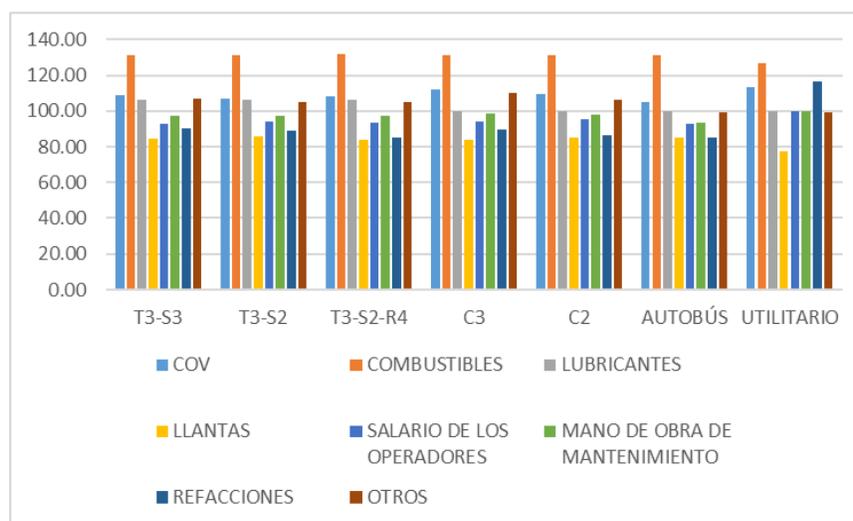


Figura 3.3 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 6, precios constantes 2013

Tabla 3.4 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 8, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	107.35	131.21	105.88	84.62	93.27	97.44	90.33	106.84
T3-S2	105.36	131.31	105.88	84.71	93.20	97.44	88.85	104.65
T3-S2-R4	106.61	131.21	105.88	85.06	93.52	97.44	85.25	103.10
C3	110.06	131.32	109.09	84.38	93.67	97.26	89.44	109.70
C2	107.39	131.03	109.09	85.37	93.59	96.61	85.82	106.80
AUTOBÚS	103.83	131.40	109.09	84.00	92.39	93.58	85.03	101.17
UTILITARIO	112.84	126.97	100.00	90.00	103.33	100.00	115.79	98.63

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Con un IRI=8 para el caso base, el mayor aumento en el COV, a precios de 2013, se dio nuevamente en el vehículo utilitario con el 12.84%, seguido del C3 con el 10.06%, el C2 con el 7.39%, el T3-S3 con el 7.35%, el T3-S2-R4 con el 6.61%, el T3-S2 con el 5.36% y, el autobús foráneo con el 3.83%. De tal manera, resulta que, a partir del IRI=6, el COV del vehículo utilitario es el que mayor incremento registra (de 2016 a 2019) entre todos los vehículos para el caso base. Lo anterior puede deberse a que los vehículos pesados, al transportar una carga mayor, son menos sensibles a la variación en su COV en caminos con un estado superficial cada vez más deteriorado y a una velocidad más uniforme en comparación con un vehículo pequeño y con el peso de una carga mucho menor. La información completa del porcentaje que representan todos los insumos que conforman el COV de cada vehículo se muestra en la tabla y en la figura 3.4.

3 Variación real en los costos de los consumos, operadores, mantenimiento, refacciones y COV para los diferentes tipos de vehículos (2016-2019)

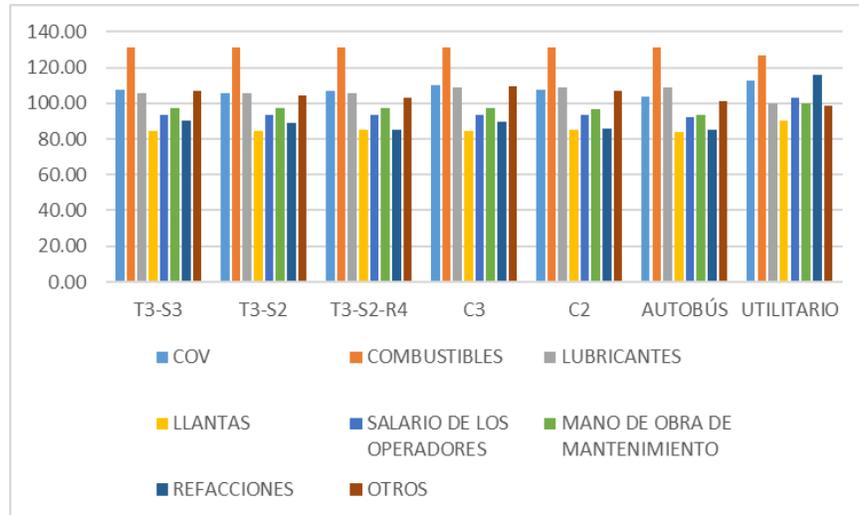


Figura 3.4 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 8, precios constantes 2013

Tabla 3.5 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 10, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	106.48	131.08	105.56	84.11	93.70	97.04	90.27	106.35
T3-S2	104.60	131.33	105.56	83.91	93.65	97.04	88.94	103.83
T3-S2-R4	105.55	131.37	105.56	85.44	93.80	97.04	85.20	102.24
C3	108.74	131.25	108.33	84.62	93.41	97.50	89.53	107.46
C2	105.62	130.95	108.33	85.37	94.44	98.48	85.84	106.60
AUTOBÚS	102.62	131.10	108.33	85.33	92.45	92.48	84.67	99.22
UTILITARIO	112.81	125.89	112.50	90.91	102.94	100.00	114.81	97.06

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En el caso base con un IRI=10, la mayor proporción de aumento en el COV, a precios de 2013, para cada uno de los vehículos durante el período fue como sigue: vehículo utilitario (12.81%), C3 (8.74%), T3-S3 (6.48%), C2 (5.62%), T3-S2-R4 (5.55%), T3-S2 (4.60%) y, autobús foráneo (2.62%). La información del porcentaje que representa cada uno de los costos de los consumos en el COV de cada vehículo se presenta en la tabla y en la figura 3.5.

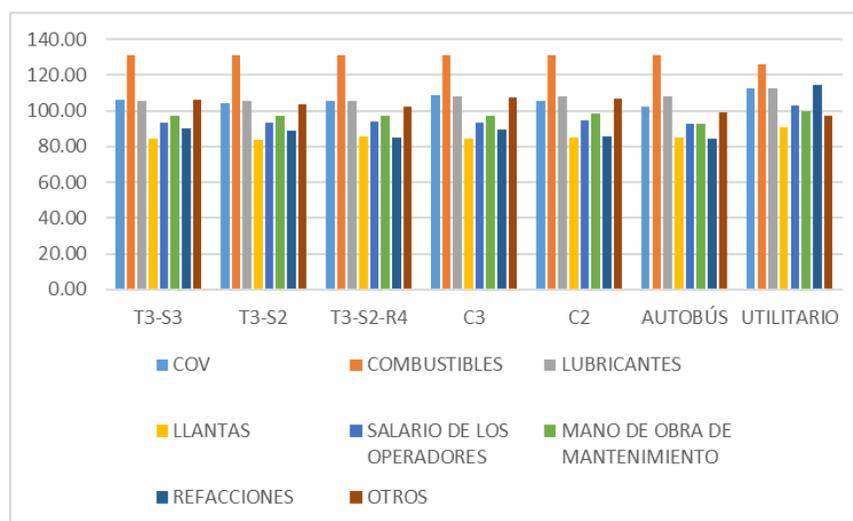


Figura 3.5 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 10, precios constantes 2013

Tabla 3.6 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 12, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	105.85	131.47	105.26	85.45	92.76	97.22	90.37	104.74
T3-S2	104.10	131.33	105.26	85.39	92.72	97.22	89.01	102.75
T3-S2-R4	104.68	131.18	105.26	85.37	93.42	97.22	84.94	102.10
C3	107.59	131.19	107.69	84.85	93.33	97.70	89.57	108.33
C2	104.38	131.18	107.69	85.37	94.23	97.22	85.89	106.19
AUTOBÚS	101.78	131.40	107.69	84.42	91.80	93.75	84.89	96.55
UTILITARIO	112.82	126.21	111.11	84.62	102.56	100.00	114.69	96.38

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Finalmente, para el caso base con un IRI=12, el mayor incremento en el COV de 2016 a 2019, a precios de 2013, lo tuvo nuevamente el vehículo utilitario (12.82%), seguido por el C3 (7.59%), el T3-S3 (5.85%), el T3-S2-R4 (4.68%), el C2 (4.38%), el T3-S2 (4.10%) y, el autobús foráneo (1.78%). La proporción del costo que representa cada uno de los consumos en el COV de cada vehículo se muestra en la tabla y en la figura 3.6.

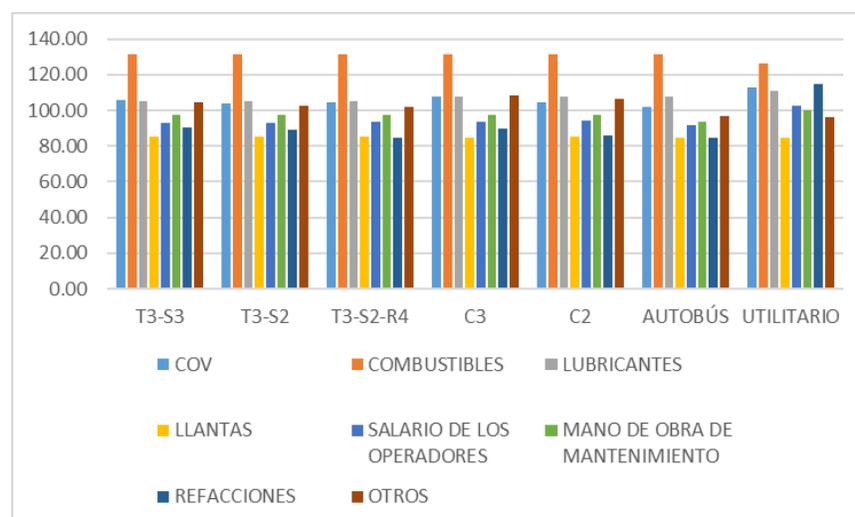


Figura 3.6 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, caso base, IRI 12, precios constantes 2013

3.2. Variación real de los costos (2016-2019), terreno plano.

Tabla 3.7 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno plano, IRI 2, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	112.68	131.34	100.00	85.12	93.67	97.35	90.32	106.57
T3-S2	111.07	131.31	100.00	84.31	92.96	97.35	88.93	105.85
T3-S2-R4	112.27	131.32	100.00	85.06	92.93	97.35	85.16	103.57
C3	116.24	131.19	111.11	84.93	95.77	97.83	89.52	108.53
C2	115.79	131.18	111.11	84.00	93.94	100.00	86.49	108.25
AUTOBÚS	108.05	131.40	111.11	84.27	92.59	91.94	84.81	99.13
UTILITARIO	113.37	125.76	120.00	83.33	100.00	100.00	118.75	98.46

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Al igual que en el caso base (tabla 3.1), en la tabla 3.7 se aprecia que los vehículos que experimentaron los mayores incrementos en su COV (de 2016 a 2019), a precios de 2013, para el terreno plano con IRI=2, fueron los camiones de tres y dos ejes (C3 y C2) con el 16.24% y el 15.79%, respectivamente. El vehículo utilitario fue el tercero, con el 13.37%, seguido por el T3-S3 con el 12.68%, el T3-S2-R4, con el 12.27%, el T3-S2, con el 11.07% y, finalmente, el autobús foráneo con el 8.05%.

Tabla 3.8 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno plano, IRI 4, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	111.43	131.37	106.67	84.13	92.77	97.67	90.23	106.48
T3-S2	109.67	131.35	106.67	84.76	93.33	97.67	88.80	105.58
T3-S2-R4	110.99	131.39	106.67	84.53	92.16	97.67	85.26	103.18
C3	114.71	131.46	100.00	85.53	94.52	96.49	89.67	110.14
C2	113.18	131.09	100.00	86.27	95.59	97.62	85.61	108.91
AUTOBÚS	107.43	131.26	100.00	84.78	92.77	93.33	84.89	101.67
UTILITARIO	113.41	126.53	100.00	85.71	103.70	100.00	114.89	98.53

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Para el terreno plano con IRI=4, sucedió lo mismo que en el caso base con el mismo IRI, también el vehículo que tuvo el mayor incremento en su COV, a precios de 2013, fue el C3, con el 14.71%. El segundo lugar lo ocupó el vehículo utilitario con el 13.41% y, el tercero fue el C2, con el 13.18%. Igualmente, el T3-S3 (11.43%), T3-S2-R4 (10.99%), T3-S2 (9.67%) y, el autobús foráneo (7.43%), ocuparon los lugares del 4 al 7. La variación en los costos de los diferentes consumos que componen el COV para cada uno de los vehículos, en esta condición superficial del terreno, se observa en la tabla 3.8.

Tabla 3.9 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno plano, IRI 6, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	110.15	131.30	106.25	85.27	92.47	97.22	90.39	106.25
T3-S2	108.27	131.25	106.25	84.91	93.10	97.22	88.94	104.95
T3-S2-R4	109.75	131.27	106.25	85.03	92.66	97.22	85.19	103.10
C3	113.13	131.61	100.00	85.90	93.59	98.46	89.71	109.15
C2	110.89	131.07	100.00	84.62	94.52	98.04	86.21	107.00
AUTOBÚS	106.65	130.86	100.00	84.21	92.05	93.41	85.04	102.80
UTILITARIO	113.19	126.29	100.00	77.78	103.45	100.00	116.67	98.60

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Asimismo, el incremento en los COV (a precios de 2013), para el terreno plano con IRI=6, fue mayor durante el período en el vehículo utilitario con el 13.19%, seguido por el C3 con el 13.13%, el C2 con el 10.89%, el T3-S3 con el 10.15%, el T3-S2-R4 con el 9.75%, el T3-S2 con el 8.27% y, el autobús foráneo con el 6.65%. La misma situación que en el caso base con igual IRI. El porcentaje del costo de cada uno de los consumos que comprenden el COV para cada vehículo se observa en la tabla 3.9.

Tabla 3.10 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno plano, IRI 8, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	109.00	131.39	105.88	84.21	93.58	97.44	90.33	106.28
T3-S2	106.98	131.26	105.88	84.26	92.45	97.44	88.85	104.11
T3-S2-R4	108.60	131.24	105.88	85.05	93.39	97.44	85.25	102.31
C3	111.67	131.22	109.09	85.19	94.19	97.26	89.44	110.64
C2	108.84	131.58	109.09	84.62	95.06	96.61	85.82	105.56
AUTOBÚS	105.56	131.17	109.09	83.51	91.75	93.58	85.03	101.89
UTILITARIO	113.13	126.70	100.00	90.00	100.00	100.00	115.79	99.34

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En terreno plano con un IRI=8, el mayor aumento en el COV, a precios de 2013, se dio nuevamente en el vehículo utilitario con el 13.13%, seguido del C3 con el 11.67%, el T3-S3 con el 9.00%, el C2 con el 8.84%, el T3-S2-R4 con el 8.60%, el T3-S2 con el 6.98% y, el autobús foráneo con el 5.56%. De la misma forma que para el caso base, a partir del IRI=6, el COV del vehículo utilitario es el que mayor incremento registra (de 2016 a 2019) entre todos los vehículos para el terreno plano. La información completa del porcentaje que representan todos los insumos que conforman el COV de cada vehículo se muestra en la tabla 3.10.

Tabla 3.11 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno plano, IRI 10, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	108.08	131.26	105.56	84.67	93.85	97.04	90.27	105.08
T3-S2	106.06	131.36	105.56	85.45	92.97	97.04	88.94	103.39
T3-S2-R4	107.52	131.33	105.56	84.58	92.81	97.04	85.20	102.51
C3	110.33	131.50	108.33	84.34	93.75	97.50	89.53	107.04
C2	107.11	131.43	108.33	83.02	93.55	98.48	85.84	105.61
AUTOBÚS	104.45	131.19	108.33	84.69	91.74	92.48	84.67	98.85
UTILITARIO	113.27	125.58	112.50	90.91	102.86	100.00	114.81	96.35

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Con un IRI=10 en terreno plano, la mayor proporción de aumento en el COV, a precios de 2013, para cada uno de los vehículos durante el período fue como sigue: vehículo utilitario (13.27%), C3 (10.33%), T3-S3 (8.08%), T3-S2-R4 (7.52%), C2 (7.11%), T3-S2 (6.06%) y, autobús foráneo (4.45%). La información del porcentaje que representa cada uno de los costos de los consumos en el COV de cada vehículo se presenta en la tabla 3.11.

Tabla 3.12 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno plano, IRI 12, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	107.37	131.17	105.26	84.51	93.46	97.22	90.37	105.45
T3-S2	105.39	131.11	105.26	85.09	92.76	97.22	89.01	103.53
T3-S2-R4	106.68	131.20	105.26	84.69	93.67	97.22	84.94	102.65
C3	109.29	131.23	107.69	84.88	93.58	97.70	89.57	108.90
C2	105.76	131.13	107.69	83.33	93.40	97.22	85.89	107.02
AUTOBÚS	103.39	131.00	107.69	84.16	92.74	93.75	84.89	96.17
UTILITARIO	113.05	125.45	111.11	84.62	102.50	100.00	114.69	96.40

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Por último, para el terreno plano con un IRI=12, el mayor incremento en el COV de 2016 a 2019, a precios de 2013, lo tuvo nuevamente el vehículo utilitario (13.05%), seguido por el C3 (9.29%), el T3-S3 (7.37%), el T3-S2-R4 (6.68%), el C2 (5.76%), el T3-S2 (5.39%) y, el autobús foráneo (3.39%). La proporción del costo que representa cada uno de los consumos en el COV de cada vehículo se muestra en la tabla 3.12.

3.3. Variación real de los costos (2016-2019), terreno en lomerío.

Tabla 3.13 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno en lomerío, IRI 2, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	114.07	131.25	100.00	85.02	93.22	97.35	90.32	106.12
T3-S2	112.44	131.37	100.00	85.03	92.23	97.35	88.93	104.67
T3-S2-R4	113.78	131.30	100.00	84.56	92.76	97.35	85.16	102.40
C3	117.22	131.21	111.11	85.48	93.88	97.83	89.52	107.04
C2	116.46	131.23	111.11	85.19	94.05	100.00	86.49	104.72
AUTOBÚS	109.64	131.18	111.11	84.56	92.31	91.94	84.81	98.83
UTILITARIO	113.62	125.54	120.00	83.33	102.94	100.00	118.75	97.04

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Para el terreno en lomerío con IRI=2, los vehículos que experimentaron los mayores incrementos en su COV (de 2016 a 2019), a precios de 2013, fueron los camiones de tres y dos ejes (C3 y C2) con el 17.22% y el 16.46%, respectivamente. El T3-S3 fue el tercero, con el 14.07%; seguido por el T3-S2-R4, con el 13.78%; el vehículo utilitario, con el 13.62%; el T3-S2, con el 12.44% y, finalmente, el autobús foráneo con el 9.64%. Lo anterior, se observa en la tabla 3.13.

Tabla 3.14 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno en lomerío, IRI 4, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	112.97	131.31	106.67	84.72	93.33	97.67	90.23	105.22
T3-S2	111.33	131.36	106.67	85.06	92.38	97.67	88.80	104.15
T3-S2-R4	112.74	131.35	106.67	84.57	93.46	97.67	85.26	101.79
C3	115.90	131.39	100.00	84.62	94.95	96.49	89.67	107.75
C2	114.30	131.25	100.00	84.71	94.12	97.62	85.61	106.60
AUTOBÚS	109.11	131.32	100.00	84.52	92.38	93.33	84.89	99.23
UTILITARIO	113.62	125.53	100.00	85.71	102.94	100.00	114.89	96.32

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Respecto a los combustibles, de 2016 a 2019, el gasto se amplió 31.39% en el camión de tres ejes C3, 31.36% en el T3-S2, 31.35% en el T3-S2-R4, 31.32% en el autobús foráneo, 31.31% en el T3-S3, 31.25% en el camión de dos ejes C2 y, 25.53% en el vehículo utilitario, a precios de 2013 y para el terreno en lomerío con IRI=4. Lo anterior, se puede apreciar en la tabla 3.14.

Tabla 3.15 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno en lomerío, IRI 6, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	111.99	131.20	106.25	84.44	93.60	97.22	90.39	105.58
T3-S2	110.24	131.34	106.25	84.53	92.73	97.22	88.94	104.52
T3-S2-R4	111.77	131.20	106.25	84.57	93.63	97.22	85.19	102.07
C3	114.69	131.29	100.00	84.56	94.12	98.46	89.71	108.39
C2	112.42	131.09	100.00	85.23	93.26	98.04	86.21	106.54
AUTOBÚS	108.48	131.33	100.00	85.19	91.67	93.41	85.04	99.25
UTILITARIO	113.60	126.36	100.00	77.78	102.86	100.00	116.67	96.32

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Por lo que se refiere a los lubricantes, el aumento de 2016 a 2019, a precios de 2013, fue del 6.25% para los tractocamiones T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2, mientras que los camiones de tres y dos ejes (C3 y C2), el autobús foráneo y el vehículo utilitario no reflejaron incremento, en términos reales, para el terreno en lomerío con IRI=6. Lo expuesto se visualiza en la tabla 3.15.

De 2016 a 2019, los costos en el consumo de las llantas representaron, en términos reales, una reducción del 22.22% para el vehículo utilitario, de 15.56% en el T3-S3, de 15.47% en el T3-S2, de 15.44% en el camión de tres ejes C3, de 15.43% en el T3-S2-R4, de 14.81% en el autobús foráneo y, de 14.77% en el camión de dos ejes C2, para el terreno en lomerío con IRI=6 (tabla 3.15). Como se comentó antes, probablemente debido a que la inflación en 2016 fue mayor que en 2019 y, al fuerte incremento en el precio de los combustibles (en términos porcentuales) comparado con un aumento significativamente menor en el precio de las llantas y en el renovado de las mismas, causando que el mayor incremento porcentual en el costo de operación se viera reflejado en el costo del consumo de los combustibles.

Tabla 3.16 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno en lomerío, IRI 8, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	111.04	131.33	105.88	84.62	92.59	97.44	90.33	105.77
T3-S2	109.15	131.22	105.88	84.57	94.21	97.44	88.85	103.45
T3-S2-R4	110.82	131.31	105.88	84.87	93.29	97.44	85.25	101.44
C3	113.55	131.34	109.09	84.62	94.39	97.26	89.44	107.53
C2	110.73	131.26	109.09	83.70	94.74	96.61	85.82	106.42
AUTOBÚS	107.71	131.25	109.09	85.21	92.92	93.58	85.03	98.90
UTILITARIO	113.68	126.12	100.00	90.00	102.70	100.00	115.79	96.35

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Con relación al salario de los operadores (de 2016 a 2019), a precios de 2013, los costos significaron, en términos reales, una disminución del 7.41% para el T3-S3, de 7.08% para el autobús foráneo, de 6.71% para el T3-S2-R4, de 5.79% para el T3-S2, de 5.61% para el camión de tres ejes C3, de 5.26% para el camión de dos ejes C2 y, solo para el vehículo utilitario representaron un ligero incremento del 2.70% (seguramente debido a que el salario de los operadores del vehículo utilitario subió en promedio 23.70% a precios corrientes durante el período, en comparación con el 14.11% promedio, también a precios corrientes, de los operadores de los camiones de tres y dos ejes (C3 y C2), el 12.96% promedio de los operadores de los tractocamiones T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2 y, el 11.73% promedio de los operadores del autobús foráneo). Lo anterior, para el terreno en lomerío con IRI=8 (tabla 3.16).

En lo que concierne a la mano de obra de mantenimiento (de 2016 a 2019), a precios de 2013, los costos constituyeron, en términos reales, el 6.42% menos para el autobús foráneo, el 3.39% menos para el camión de dos ejes C2, el 2.74% menos para el camión de tres ejes C3, el 2.56% menos para los tractocamiones T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2 y, solo para el vehículo utilitario no representaron un incremento en términos reales (seguramente también por la misma razón que en el caso del salario promedio de los operadores del vehículo utilitario con relación al de los demás vehículos). Lo anterior, también en el caso de la tabla 3.16.

Sumado a lo anterior, y como ya se comentó previamente, la inflación en 2016 fue mayor que en 2019 y los salarios de la fuerza laboral en México históricamente se han incrementado muy poco (durante ese período no fue la excepción y quedó plasmado en la tabla 3.16). Por lo que, al igual que en el caso anterior del incremento en el precio de las llantas (en términos porcentuales) con relación al incremento mucho mayor en el precio de los combustibles (gasolina 52.58% y diésel 59.12% a precios corrientes), pudiera haberse generado que el mayor incremento porcentual en el costo de operación se viera reflejado en el costo del consumo de los combustibles y disminuyera en el costo del consumo de las llantas, así como en el costo del salario de los operadores y de la mano de obra.

Tabla 3.17 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno en lomerío, IRI 10, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	110.24	131.33	105.56	84.77	93.29	97.04	90.27	104.76
T3-S2	108.19	131.22	105.56	84.62	92.81	97.04	88.94	103.28
T3-S2-R4	109.91	131.26	105.56	84.70	93.14	97.04	85.20	101.12
C3	112.41	131.35	108.33	84.56	93.86	97.50	89.53	106.67
C2	109.15	131.26	108.33	84.21	94.23	98.48	85.84	105.31
AUTOBÚS	106.85	131.35	108.33	84.66	92.62	92.48	84.67	98.18
UTILITARIO	113.78	126.19	112.50	90.91	102.50	100.00	114.81	95.71

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Para el terreno en lomerío con IRI=10, el costo de las refacciones de 2016 a 2019, a precios de 2013, se redujo 15.33% en el autobús foráneo, 14.80% en el T3-S2-R4, 14.16% en el camión de dos ejes C2, 11.06% en el T3-S2, 10.47% en el camión de tres ejes C3, 9.73% en el T3-S3 y, solo para el vehículo utilitario se incrementó 14.81%. Lo que significa que, también en el caso de las refacciones, se presentó una situación semejante al incremento en el precio de las llantas, del salario de los operadores y de la mano de obra de mantenimiento que potencialmente pudiera haber incidido en que un porcentaje mayor del costo de operación se haya visto reflejado en el costo del consumo de los combustibles y aminorara el de los costos de los demás conceptos mencionados (tabla 3.17).

Tabla 3.18 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno en lomerío, IRI 12, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	109.45	131.15	105.26	84.65	93.37	97.22	90.37	105.24
T3-S2	107.44	131.26	105.26	85.15	93.67	97.22	89.01	103.07
T3-S2-R4	109.12	131.28	105.26	84.55	93.12	97.22	84.94	101.35
C3	111.41	131.36	107.69	84.52	94.31	97.70	89.57	107.14
C2	107.89	131.22	107.69	84.69	93.86	97.22	85.89	105.93
AUTOBÚS	105.86	131.35	107.69	84.70	91.85	93.75	84.89	96.83
UTILITARIO	113.55	125.57	111.11	84.62	100.00	100.00	114.69	96.45

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Los costos del concepto OTROS (último para el terreno en lomerío, con IRI=12), a precios de 2013 y para el período referido, tuvieron un aumento del 7.14% para el camión de tres ejes C3, 5.93% para el camión de dos ejes C2, 5.24% para el T3-S3, 3.07% para el T3-S2, 1.35% para el T3-S2-R4 y, solamente para el vehículo utilitario y el autobús foráneo experimentaron una ligera disminución del 3.55% y 3.17%, respectivamente. Lo descrito, se puede visualizar en la tabla 3.18.

3.4. Variación real de los costos (2016-2019), terreno montañoso.

Tabla 3.19 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno montañoso, IRI 2, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	114.56	131.20	100.00	84.85	93.17	97.35	90.32	105.67
T3-S2	113.24	131.31	100.00	84.79	92.75	97.35	88.93	104.55
T3-S2-R4	114.33	131.27	100.00	84.81	93.20	97.35	85.16	101.03
C3	117.44	131.29	111.11	84.69	94.53	97.83	89.52	107.01
C2	116.68	131.27	111.11	85.48	94.44	100.00	86.49	105.22
AUTOBÚS	110.41	131.21	111.11	84.42	92.65	91.94	84.81	98.31
UTILITARIO	113.98	125.82	120.00	83.33	102.27	100.00	118.75	95.07

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En la tabla 3.19 se observa la variación real que tuvieron el COV y los diferentes conceptos que lo integran, a precios de 2013 y para el período en cuestión, en cada uno de los vehículos que comprenden la generalidad del tránsito interurbano de la red carretera federal en México, para el terreno montañoso con IRI=2. En la misma se puede observar que el mayor incremento en su COV lo sufrió el camión de tres ejes C3 con el 17.44%, seguido por el camión de dos ejes C2 con el 16.68%. Estos dos vehículos son los que mayor incremento en su COV tuvieron en los cuatro casos (base, terreno plano, lomerío y montañoso). Por lo que se refiere al caso base, el incremento para los mismos vehículos fue de 15.50% y de 15.29%, respectivamente (tabla 3.1). También, en la tabla 3.19 se visualiza que los dos vehículos con los menores incrementos en su COV, para esta condición superficial del terreno, fueron el T3-S2 con el 13.24 % y el autobús foráneo con el 10.41%. Estos dos últimos vehículos son los que menor incremento en su COV tuvieron en los cuatro casos (base, terreno plano, lomerío y montañoso). En cuanto al caso base, el incremento para los mismos vehículos fue de 9.95% y de 6.58%, respectivamente (tabla 3.1).

Tabla 3.20 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno montañoso, IRI 4, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	113.65	131.37	106.67	84.59	93.21	97.67	90.23	104.93
T3-S2	112.19	131.28	106.67	84.62	93.53	97.67	88.80	102.85
T3-S2-R4	113.45	131.31	106.67	84.79	93.72	97.67	85.26	100.26
C3	116.35	131.29	100.00	84.80	94.57	96.49	89.67	107.64
C2	114.78	131.24	100.00	84.62	93.58	97.62	85.61	105.17
AUTOBÚS	109.88	131.27	100.00	84.65	92.70	93.33	84.89	98.64
UTILITARIO	113.96	125.71	100.00	85.71	102.27	100.00	114.89	95.74

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

Por lo que se refiere al incremento en el costo, a precios de 2013 (de 2016 a 2019), que tuvieron cada uno de los vehículos respecto a los combustibles, en la tabla 3.20

se presentan estos (para el terreno montañoso con IRI=4). En esta tabla se ve que, todos los vehículos mostraron un aumento en el costo de su combustible de poco más del 31% y el vehículo utilitario de casi el 26%, en términos reales. Si se observan todas las tablas de los cuatro casos (base, terreno plano, lomerío y montañoso) los porcentajes son muy semejantes para este concepto. Sin embargo, es muy importante aclarar que no es lo mismo, en el caso del C3, un incremento del 31.29% del costo del consumo de su combustible en el terreno montañoso con un IRI=4 que el 31.35% en el caso base también con un IRI=4, ya que el 31.29% significa un incremento de \$3.52/km de consumo de combustible (\$14.77/km-\$11.25/km, tablas 2.39 y 2.40), de 2016 a 2019, para este vehículo en terreno montañoso y el 31.35% significa un incremento de \$1.58/km de consumo de combustible (\$6.62/km-\$5.04/km, tablas 2.3 y 2.4), de 2016 a 2019, para este mismo vehículo en el caso base.

Tabla 3.21 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno montañoso, IRI 6, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	112.84	131.31	106.25	84.64	92.73	97.22	90.39	105.26
T3-S2	111.28	131.22	106.25	84.81	92.96	97.22	88.94	103.64
T3-S2-R4	112.60	131.30	106.25	84.80	93.33	97.22	85.19	100.51
C3	115.36	131.22	100.00	84.58	93.89	98.46	89.71	108.28
C2	113.15	131.22	100.00	84.56	94.59	98.04	86.21	105.17
AUTOBÚS	109.36	131.26	100.00	84.52	92.09	93.41	85.04	98.65
UTILITARIO	114.13	125.70	100.00	77.78	102.22	100.00	116.67	96.45

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En lo que respecta al costo en el consumo de los lubricantes (a precios de 2013, del año 2016 al 2019), en la tabla 3.21 se puede ver, para el terreno montañoso con IRI=6, que el incremento en este concepto fue de 6.25% para los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), mientras que los camiones de tres y dos ejes (C3 y C2), el autobús foráneo y el vehículo utilitario no reflejaron incremento, en términos reales, y esto se mantuvo constante en los cuatro casos (base, terreno plano, lomerío y montañoso). Lo mismo ocurrió para los diferentes IRIs en los cuatro casos (base, terreno plano, lomerío y montañoso). Lo anterior se debe a que, en el caso de los lubricantes, su consumo es más duradero y está condicionado más por el estado superficial del camino que del tipo de terreno.

La variación en el costo del consumo de las llantas (a precios de 2013, para el período indicado) para el terreno montañoso con IRI=6, se plasma en la tabla 3.21. En el caso del camión de tres ejes C3, el costo disminuyó 15.42%. Para este mismo vehículo, en el caso base, este costo significó el 15.87% menos (tabla 3.3). Al igual que en el caso del incremento en el costo de los combustibles, en el que el porcentaje de los mismos eran muy parecidos para todos los tipos de terreno, en los costos del consumo de las llantas se observa algo similar. Por ejemplo, el 15.42% menos en el costo del consumo de las llantas para el terreno montañoso con IRI=6 representa \$0.33/km (\$2.14/km-\$1.81/km, tablas 2.41 y 2.42), mientras que el 15.87% menos en el costo del consumo de las llantas para el caso base con

el mismo IRI representa \$0.10/km (\$0.63/km-\$0.53/km, tablas 2.5 y 2.6) para el período de 2016 a 2019. Esta reducción en el costo del consumo de las llantas (en términos reales) se puede deber, como ya se comentó anteriormente, a que la inflación en 2016 fue mayor que en 2019 y, al fuerte incremento en el precio de los combustibles (en términos porcentuales) comparado con un aumento significativamente menor en el precio de las llantas y en el renovado de las mismas, causando que el mayor incremento porcentual en el costo de operación se viera reflejado en el costo del consumo de los combustibles.

Tabla 3.22 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno montañoso, IRI 8, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	112.05	131.25	105.88	84.95	93.53	97.44	90.33	104.81
T3-S2	110.40	131.30	105.88	84.75	93.29	97.44	88.85	103.56
T3-S2-R4	111.79	131.27	105.88	84.67	93.02	97.44	85.25	100.50
C3	114.37	131.30	109.09	84.82	94.07	97.26	89.44	107.50
C2	111.87	131.14	109.09	84.51	93.91	96.61	85.82	105.88
AUTOBÚS	108.80	131.21	109.09	84.47	92.25	93.58	85.03	98.01
UTILITARIO	114.02	125.86	100.00	90.00	102.17	100.00	115.79	95.77

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

El cambio en los costos del salario de los operadores y la mano de obra de mantenimiento, a precios de 2013 (de 2016 a 2019), para el terreno montañoso con IRI=8, se muestra en la tabla 3.22.

El costo en el salario de los operadores para el autobús foráneo, a precio de 2013, disminuyó en 7.75%, lo que representa \$0.11/km (\$1.42/km-\$1.31/km, tablas 2.43 y 2.44) para este tipo de terreno y condición superficial, mientras que para este mismo vehículo en el caso base, con el mismo tipo de terreno y condición superficial, representó una disminución del 7.61% (tabla 3.4), que significa \$0.07/km (\$0.92/km-\$0.85/km, tablas 2.7 y 2.8), para el período mencionado. Para estimar el costo horario de los operadores el modelo considera la velocidad del vehículo; a mayor velocidad, menor costo.

Con relación al costo de la mano de obra de mantenimiento (de 2016 a 2019) en terreno montañoso con IRI=8, para el autobús foráneo, decreció 6.42%, que en términos económicos representa \$0.07/km (\$1.09/km-\$1.02/km, tablas 2.43 y 2.44), a precios de 2013. En el caso base, con el mismo tipo de terreno y condición superficial, el costo de la mano de obra de mantenimiento del autobús foráneo bajó también 6.42% (tabla 3.4), es decir, \$0.07/km (\$1.09/km-\$1.02/km, tablas 2.7 y 2.8). En este caso los valores no cambian porque están en función del costo por hora de mantenimiento.

Es así que, en el costo de la mano de obra de mantenimiento, se presentó una situación semejante a la del incremento en el precio de las llantas y del salario de los operadores con relación al fuerte incremento en el precio de los combustibles

(en términos porcentuales), ocasionando que el mayor incremento porcentual en el costo de operación se viera reflejado en el costo del consumo de los combustibles.

Tabla 3.23 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno montañoso, IRI 10, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	111.31	131.32	105.56	84.79	93.30	97.04	90.27	104.68
T3-S2	109.58	131.32	105.56	84.42	93.08	97.04	88.94	103.05
T3-S2-R4	111.03	131.25	105.56	84.77	92.79	97.04	85.20	100.74
C3	113.46	131.34	108.33	84.68	93.57	97.50	89.53	106.79
C2	110.58	131.20	108.33	84.46	95.04	98.48	85.84	104.96
AUTOBÚS	108.06	131.28	108.33	84.42	91.89	92.48	84.67	98.06
UTILITARIO	114.11	125.59	112.50	90.91	102.08	100.00	114.81	95.14

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

En cuanto al terreno en lomerío con IRI=10, el costo de las refacciones de 2016 a 2019, a precios de 2013, se redujo 15.33% en el autobús foráneo, 14.80% en el T3-S2-R4, 14.16% en el camión de dos ejes C2, 11.06% en el T3-S2, 10.47% en el camión de tres ejes C3, 9.73% en el T3-S3 y, solo para el vehículo utilitario se incrementó 14.81% y se mantuvo constante en los cuatro casos (base, terreno plano, lomerío y montañoso). Lo mismo ocurrió para los diferentes IRIs en los cuatro casos (base, terreno plano, lomerío y montañoso). Lo anterior se debe a que, en el modelo, el costo del consumo de las refacciones se estima como un porcentaje del precio promedio del vehículo nuevo y está condicionado más por el estado superficial del camino que del tipo de terreno, así como por la edad del vehículo (tabla 3.23).

También en el caso de las refacciones (salvo en el caso del vehículo utilitario), se presentó una situación semejante al incremento en el precio de las llantas, del salario de los operadores y de la mano de obra de mantenimiento que potencialmente debe haber incidido en que un porcentaje mayor del costo de operación se haya visto reflejado en el costo del consumo de los combustibles y disminuyera el de los costos de los demás conceptos mencionados.

Tabla 3.24 Variación real de los costos 2019 con relación al 2016, terreno montañoso, IRI 12, precios constantes 2013

Unidad	COV	COMBUSTIBLES	LUBRICANTES	LLANTAS	SALARIO DE LOS OPERADORES	MANO DE OBRA DE MANTENIMIENTO	REFACCIONES	OTROS
T3-S3	110.61	131.22	105.26	84.73	93.23	97.22	90.37	104.21
T3-S2	108.81	131.22	105.26	84.74	93.14	97.22	89.01	102.55
T3-S2-R4	110.34	131.26	105.26	84.73	93.10	97.22	84.94	100.48
C3	112.67	131.30	107.69	84.90	93.88	97.70	89.57	107.27
C2	109.42	131.26	107.69	85.06	94.57	97.22	85.89	104.80
AUTOBÚS	107.22	131.19	107.69	84.72	92.31	93.75	84.89	97.49
UTILITARIO	113.92	126.23	111.11	84.62	101.96	100.00	114.69	95.17

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con el software VOC (versión 4.0)

Nota: El concepto OTROS comprende la depreciación, el interés y los costos indirectos del vehículo

La variación en el costo del concepto OTROS (a precios de 2013, de 2016 a 2019) en terreno montañoso con IRI=12, se muestra en la tabla 3.24. En el caso del T3-S2, su costo aumentó 2.55%, lo que representa \$0.07/km (\$2.81/km-\$2.74/km, tablas 2.47 y 2.48). Para este mismo vehículo en el caso base, su costo aumentó 2.75% (tabla 3.6), lo que significa también \$0.07/km (\$2.62/km-\$2.55/km, tablas 2.11 y 2.12). Sin embargo, para este mismo concepto (OTROS) en el caso del vehículo utilitario, su costo disminuyó 4.83%, lo que representa \$0.07/km (\$1.45/km-\$1.38/km, tablas 2.47 y 2.48). Para este último vehículo en el caso base, su costo disminuyó 3.62% (tabla 3.6), lo que constituye \$0.05/km (\$1.38/km-\$1.33/km). En el caso del vehículo utilitario, su tasa de interés, así como su depreciación y costos indirectos son menores que los del T3-S2, algo similar pasa en el caso del autobús. Esta reducción en el costo del concepto OTROS (para el vehículo utilitario y el autobús), en términos reales, se puede deber, como ya se comentó anteriormente, a que la inflación en 2016 fue mayor que en 2019 y, al fuerte incremento en el precio de los combustibles (en términos porcentuales) comparado con un aumento significativamente menor en la tasa de interés, la depreciación y los costos indirectos de estos vehículos, originando que el mayor incremento porcentual en el costo de operación se viera reflejado en el costo del consumo de los combustibles.

3.5 Ejemplo de caso a precios corrientes 2016-2019.

El ejercicio siguiente se presenta con objeto de mostrar los efectos del deterioro de las carreteras en los costos de operación del tránsito interurbano que circulaba en las carreteras Coatzacoalcos-Salina Cruz y Mazatlán-Tepic de la Red Carretera Nacional, con los volúmenes de tránsito y composiciones aforados en 2016 y 2019, en las estaciones que se indican. La información inicial está a precios corrientes.

2016

TRAMO	TDPA	A	B	C	ESTACIÓN
Coatzacoalcos-Salina Cruz	10,546	76.6%	2.6%	20.8%	Acayucan
Mazatlán-Tepic	7,623	72.7%	3.3%	24.0%	Acaponeta

2019

TRAMO	TDPA	A	B	C	ESTACIÓN
Coatzacoalcos-Salina Cruz	10,099	76.6%	2.5%	20.9%	Acayucan
Mazatlán-Tepic	8,580	77.4%	2.8%	19.8%	Acaponeta

En ambos casos, la topografía que atraviesan los caminos es sensiblemente plana. Supóngase ahora que, en tres momentos diferentes, el estado superficial de los tramos corresponde a los Índices de Servicio (IS) e Internacional de Rugosidad (IRI) siguientes:

ESTADO SUPERFICIAL	IS	IRI
Muy bueno	4.30	2.0
Regular	3.44	4.0
Malo	2.58	6.0

Los **costos de operación anuales por kilómetro** en cada tramo se calculan, para cada tipo de vehículo, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$COA = Fb \times CB \times TDPA \times 365 \quad (1)$$

Donde:

COA Costo de operación anual, por kilómetro, para todos los vehículos de un mismo tipo

Fb Factor del Costo de Operación Base, que se lee de las gráficas para el tipo de vehículo, tipo de terreno y estado superficial deseados

CB Costo de Operación Base del vehículo, obtenido en el apartado correspondiente de esta publicación

TDPA Tránsito Diario Promedio Anual del vehículo

365 Número de días en el año

A la clasificación **A**, corresponde en las gráficas el **vehículo ligero**; a la **B**, el **autobús foráneo**; y para la **C**, se considera 25% de tractocamiones, y 75% de camiones de dos y tres ejes, representados en las gráficas por el **camión articulado (T3-S3)** y el **camión de dos ejes (C2)**, respectivamente.

El desarrollo (cálculos) del ejercicio para los años 2016 y 2019, utilizando la expresión (1), se realiza completo en las publicaciones técnicas 471 y 573 del IMT. Para los fines de este estudio se presentan únicamente los resultados finales.

Resultados 2016

Tabla 3.25
Costos de operación del tránsito anual de la carretera Coatzacoalcos-Salina Cruz
(Millones de pesos/km, a precios corrientes)

Tipo de vehículo	Estado superficial		
	Muy bueno	Regular	Malo
Vehículo ligero	12.15	12.86	13.65
Autobús foráneo	1.33	1.39	1.45
Camión de dos ejes	4.68	5.18	5.64
Camión articulado	3.40	3.66	3.91
Tránsito Anual	21.56	23.09	24.65

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con los datos iniciales del ejemplo de caso.

Tabla 3.26
Costos de operación del tránsito anual de la carretera Mazatlán-Tepic
(Millones de pesos/km, a precios corrientes)

Tipo de vehículo	Estado superficial		
	Muy bueno	Regular	Malo
Vehículo ligero	8.33	8.82	9.37
Autobús foráneo	1.22	1.28	1.33
Camión de dos ejes	3.91	4.32	4.71
Camión articulado	2.83	3.06	3.26
Tránsito Anual	16.29	17.48	18.67

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con los datos iniciales del ejemplo de caso.

Tabla 3.27
Sobrecostos de operación anuales por km
(Millones de pesos/km y porcentaje, a precios corrientes)

Tramo	Muy bueno-Regular		Regular-Malo	
	\$	%	\$	%
Coatzacoalcos-Salina Cruz	1.53	7.10	1.56	6.76
Mazatlán-Tepic	1.19	7.31	1.19	6.81

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con los datos iniciales del ejemplo de caso.

Para tener una idea aproximada del sobrecosto que tenía en 2016 un camino en malas condiciones, respecto a otro en buenas condiciones, se dirá que un tramo supuesto de 100 km del camino Coatzacoalcos-Salina Cruz costaba trescientos nueve millones de pesos adicionales cada año sobre el costo de operación normal. En el camino Mazatlán-Tepic un tramo de la misma longitud, en mal estado, representaba para el país un sobrecosto de operación del orden de doscientos treinta y ocho millones de pesos anuales, a precios corrientes (tabla 3.27).

Resultados 2019

Tabla 3.28
Costos de operación del tránsito anual de la carretera Coatzacoalcos-Salina Cruz
(Millones de pesos/km, a precios corrientes)

Tipo de vehículo	Estado superficial		
	Muy bueno	Regular	Malo
Vehículo ligero	16.04	16.89	18.01
Autobús foráneo	1.61	1.67	1.72
Camión de dos ejes	6.30	6.83	7.29
Camión articulado	4.46	4.75	5.03
Tránsito Anual	28.41	30.14	32.05

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con los datos iniciales del ejemplo de caso.

Tabla 3.29
Costos de operación del tránsito anual de la carretera Mazatlán-Tepic
(Millones de pesos/km, a precios corrientes)

Tipo de vehículo	Estado superficial		
	Muy bueno	Regular	Malo
Vehículo ligero	13.77	14.50	15.46
Autobús foráneo	1.53	1.59	1.64
Camión de dos ejes	5.07	5.50	5.87
Camión articulado	3.59	3.82	4.05
Tránsito Anual	23.96	25.41	27.02

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con los datos iniciales del ejemplo de caso.

Tabla 3.30
Sobrecostos de operación anuales por km
(Millones de pesos/km y porcentaje, a precios corrientes)

Tramo	Muy bueno-Regular		Regular-Malo	
	\$	%	\$	%
Coatzacoalcos-Salina Cruz	1.73	6.09	1.91	6.34
Mazatlán-Tepic	1.45	6.05	1.61	6.34

Fuente: Elaboración propia, derivada de los cálculos realizados con los datos iniciales del ejemplo de caso.

En cambio, en 2019, un camino en malas condiciones, respecto a otro en buenas condiciones, para un tramo igualmente supuesto de 100 km del camino Coatzacoalcos-Salina Cruz, costaba trescientos sesenta y cuatro millones de pesos adicionales cada año sobre el costo de operación normal y para el camino Mazatlán-Tepic un tramo de la misma longitud, en mal estado, significaba para el país un sobrecosto de operación del orden de trescientos seis millones de pesos anuales, también a precios corrientes (tabla 3.30).

Considerando que el tramo supuesto de 100 km del camino que va de Coatzacoalcos a Salina Cruz costaba trescientos nueve millones de pesos en 2016 y trescientos sesenta y cuatro millones de pesos en 2019, el sobrecosto de ese tramo supuesto del camino se incrementó cincuenta y cinco millones de pesos (a precios corrientes), es decir, 17.80% más al pasar de un estado superficial en malas condiciones a uno en buenas condiciones.

Por su parte, el tramo supuesto de 100 km del camino que va de Mazatlán a Tepic costaba doscientos treinta y ocho millones de pesos en 2016 y trescientos seis millones de pesos en 2019. Lo que quiere decir que, el sobrecosto de ese tramo supuesto del camino se incrementó sesenta y ocho millones de pesos (a precios corrientes), es decir, 28.57% adicional al pasar de un estado superficial en malas condiciones a uno en buenas condiciones.

3.6 Resultados del ejemplo de caso a precios de 2013.

Para ese mismo tramo supuesto de 100 km en el camino que va de Coatzacoalcos a Salina Cruz el costo fue de trescientos un millón de pesos en 2016 y de doscientos noventa y cuatro millones de pesos en 2019, a precios de 2013, por lo que el sobre costo de ese tramo supuesto del camino se redujo siete millones de pesos en términos reales, es decir, 2.33% menos al pasar de un estado superficial en malas condiciones a uno en buenas condiciones. Lo anterior, se debió a un menor TDPA en 2019 con relación al 2016, aun cuando la composición vehicular se mantuvo en ese camino y, también, a lo comentado en los capítulos anteriores de este estudio.

En el tramo supuesto de 100 km del camino que va de Mazatlán a Tepic el costo fue de doscientos treinta y dos millones de pesos en 2016 y doscientos cuarenta y siete millones de pesos en 2019, a precios de 2013. Lo anterior significa que, el sobre costo de ese tramo supuesto del camino se incrementó quince millones de pesos en términos reales, es decir, 6.47% más al pasar de un estado superficial en malas condiciones a uno en buenas condiciones. Lo anterior, ocurrió debido a que el TDPA y el porcentaje de automóviles que circularon por este camino aumentaron en 2019 respecto a 2016, la composición de autobuses disminuyó ligeramente y la de camiones se contrajo un poco más, así como a lo comentado en los capítulos previos.

Es importante comentar que los cálculos representativos de situaciones reales permiten afirmar que el gasto adicional por kilómetro, debido a la ausencia de una conservación eficaz (falta de conservación, o conservación inadecuada), cubre con suficiencia los montos necesarios para mantener índices de servicio altos (rugosidades bajas), por periodos razonablemente prolongados. En otras palabras, un supuesto ahorro al aplicar acciones de conservación baratas que no atacan los problemas de raíz, pero que alcanzan para "hacer algo" en el mayor número de kilómetros, significaría varios millones de pesos al país por el costo adicional de operación que implica a los usuarios recorrer caminos que rápidamente alcanzarían índices de servicio bajos (rugosidades altas). Es conveniente, en términos generales, aplicar diseños con periodos útiles prolongados cada vez que sea posible pues, por alto que sea su costo, rápidamente será recuperado por el país al bajar los costos de operación de los usuarios.

En términos de diseño y construcción iniciales, resulta conveniente gastar más en la construcción de carreteras, para contar con estructuras estables y pavimentos resistentes y, con ello, caminos más durables, con menos interrupciones al tránsito para su conservación y, por tanto, más seguros, además de acumulativamente más económicos para los usuarios y la nación -en general-, que gastar menos en la inversión inicial, buscando un ahorro fugaz que repercute en altos costos de conservación a la dependencia responsable, y de operación a los usuarios, -por ende-, al país en su conjunto durante toda la vida útil de la carpeta.

Habrán casos, sin duda, en los que la conclusión no será favorable al realizar una mayor inversión inicial en construcción o en conservación. La recuperación o justificación de esta, gracias a la reducción de costos de operación puede variar en forma importante e incluso no darse en el periodo de vida útil de un camino. Ello dependerá, por supuesto, de las magnitudes del tránsito, de su composición, crecimiento anual, ritmos de deterioro de los caminos y tamaño de los montos de inversión implicados.

Por último, el ejercicio permite visualizar la importancia de mantener en buen estado las carreteras y no permitir que se deterioren ya que, de suceder esto, el impacto económico para su reparación resulta significativo, aun cuando en términos reales el costo sea menor que a precios corrientes.

Conclusiones

Es importante comentar que el propósito fundamental del estudio es mostrar la variación real que han experimentado los costos de operación vehicular y los costos de los insumos que lo conforman en los vehículos representativos del tránsito interurbano nacional, para los cuatro tipos de terreno (caso base, terreno plano, lomerío y montañoso) y para cada uno de los niveles particulares del estado superficial de las carreteras en México, durante el período 2016-2019, así como el impacto que ello puede generar en el mantenimiento y conservación de la infraestructura carretera. El trabajo muestra el análisis realizado y los resultados obtenidos.

En ese sentido, es relevante señalar que las carreteras son activos nacionales importantes. En todo el mundo, las carreteras son el principal activo del transporte. La conservación de las mismas influye en la velocidad a la que se deprecia su valor y determina el efecto que tienen en los usuarios y en la sociedad en general.

Al envejecer, la infraestructura requiere una mayor conservación. La necesidad de conservación aumenta a medida que la infraestructura envejece, ya que se vuelve más frágil, menos resistente y más susceptible de sufrir contratiempos. Existe un desfase entre la construcción de nuevas carreteras y la necesidad de conservarlas. Desafortunadamente, puede observarse que la proporción de la inversión dedicada al mantenimiento con respecto a la inversión total de las carreteras está decreciendo a pesar del envejecimiento de los activos. Es así que, en el costo de la mano de obra de mantenimiento, se presentó una situación semejante a la del incremento en el precio de las llantas y del salario de los operadores con relación al fuerte incremento en el precio de los combustibles (en términos porcentuales), ocasionando que el mayor incremento porcentual en el costo de operación se viera reflejado en el costo del consumo de los combustibles.

Un principio bien establecido que sustenta la necesidad de invertir en conservación es que el gasto actual ahorra costos futuros. Cuando los activos se deterioran aumenta el costo de restaurarlos.

La conservación beneficia tanto a la generación actual como a las futuras, pues una conservación inadecuada aumentará la carga financiera que éstas deban soportar. Es evidente que una conservación oportuna evita incrementos de costos futuros y que, si las inversiones y gestiones necesarias no se llevan a cabo en el momento adecuado, el problema se agravará en el futuro.

Dentro de los aspectos significativos del análisis realizado en el estudio se destaca que, el costo de operación es mayor conforme aumenta la velocidad del vehículo, el estado superficial del camino es más irregular, el terreno tiene más pendiente y

curvatura horizontal y, la unidad transporta más carga. Lo anterior, tanto a precios corrientes como a precios constantes.

Es importante comentar que, tanto a precios corrientes como constantes, el costo del consumo de combustible disminuyó en el caso base para todos los vehículos hasta llegar a un punto dónde la velocidad del vehículo permite que el motor alcance su máximo rendimiento y, a partir de ese punto, el costo del consumo de combustible se incrementa. Es así que, para el T3-S3, el T3-S2 y el T3-S2-R4, el costo del consumo de combustible se redujo hasta un IRI= 6, y comenzó a incrementarse a partir del IRI=8, así como para los camiones C3 y C2, el autobús foráneo y el vehículo utilitario, el costo del consumo de combustible disminuyó hasta un IRI=8, y comenzó a incrementarse a partir del IRI=10. En el caso del terreno plano, dentro de los camiones pesados, el T3-S2 fue el único en el que el costo del consumo de combustible disminuyó hasta el IRI=6 y, a partir del IRI=8 el costo comenzó a incrementarse. En el T3-S3 y el T3-S2-R4 el costo en el consumo de combustible se incrementa desde el IRI=2, lo que significa que, a partir de este tipo de terreno y por las condiciones superficiales del camino, así como por su carga transportada, el costo del consumo en este concepto es cada vez mayor. Siguiendo con el caso del terreno plano, los camiones C3 y C2, el autobús foráneo y el vehículo utilitario, al igual que en el caso base, redujeron su costo por el consumo de combustible hasta el IRI=8 y, a partir del IRI=10, su costo por este concepto se incrementó. Para el terreno en lomerío y el terreno montañoso, el costo del consumo de combustible es cada vez mayor, en todos los vehículos desde el IRI=2. Lo anterior, debido a la pendiente y la curvatura horizontal del terreno, así como a las condiciones superficiales del camino y a la carga transportada de todos los vehículos.

Después del costo del consumo de los combustibles, el de los lubricantes y el del concepto OTROS son los que le siguen.

En lo que respecta al costo en el consumo de los lubricantes se observó que el incremento en este concepto fue mayor en los vehículos pesados (T3-S2-R4, T3-S3 y T3-S2), siguiéndole los camiones de tres y dos ejes C3 y C2 y el autobús foráneo y, por último, el vehículo utilitario y se mantuvo constante en los cuatro casos (base, terreno plano, lomerío y montañoso). Lo mismo ocurrió para los diferentes IRIs en los cuatro casos (base, terreno plano, lomerío y montañoso).

Los incrementos en el precio de las llantas, del salario de los operadores, de la mano de obra de mantenimiento y de las refacciones fueron mucho menores con relación al elevado incremento en el precio de los combustibles, lo que probablemente pudo influir en que un porcentaje mayor del costo de los demás consumos de los vehículos se haya reflejado en el costo de los combustibles y del COV.

Para la realización de este trabajo se utilizó información proporcionada por los fabricantes de los vehículos (agencias autorizadas), así como de empresas privadas de autotransporte de carga y pasajeros, e información estadística disponible en

internet. Puede decirse que la aproximación a la realidad, de los resultados del trabajo, ha sido buena. Desde luego, siempre será importante desarrollar estudios de campo más completos y conocer más acerca de las prácticas de empleo de los vehículos, por parte de las empresas transportistas.

Se espera que el análisis realizado, así como los resultados obtenidos, sean de utilidad en la elaboración de las propuestas técnico-económicas para la construcción, conservación y modernización, así como de la evaluación expost, del sector carretero del país.

Bibliografía

AGUERREBERE, R. y CEPEDA, F. *Elementos de Proyecto y Costos de Operación en Carreteras*, Publicación Técnica No. 20, Instituto Mexicano del Transporte, SCT, 1991.

AGUERREBERE, R. y CEPEDA, F., *Estado Superficial y Costos de Operación en Carreteras*, Publicación Técnica No. 30, Instituto Mexicano del Transporte, SCT, 1991.

ARCHONDO-CALLAO, R. S. and FAIZ, A., *Estimating Vehicle Operating Costs*, Technical Paper number 234, The World Bank, Washington, D. C., 1994.

ARROYO, J. A.; TORRES, G.; GONZÁLEZ, J. A. y HERNÁNDEZ, S. *Un análisis en términos reales de los sobrecostos de operación vehicular bajo distintas condiciones en el estado superficial de la infraestructura carretera*, Publicación Técnica No. 467, Instituto Mexicano del Transporte, SCT, 2015.

ARROYO, J. A.; TORRES, G.; GONZÁLEZ, J. A. y HERNÁNDEZ, S. *Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2016*, Publicación Técnica No. 471, Instituto Mexicano del Transporte, SCT, 2016.

ARROYO, J. A.; TORRES, G.; GONZÁLEZ, J. A. y HERNÁNDEZ, S. *Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2019*, Publicación Técnica No. 573, Instituto Mexicano del Transporte, SCT, 2019.

BENNETT, C. R. and PATERSON, W. D. O. *Documentación de HDM-4, Versión 1.0*, International Study of Highway Development and Management Tools (ISOHDM), United Kingdom, 2000.

CHESHER, A. and HARRISON, R. *Vehicle Operating Costs evidence from developing countries*, Published for The World Bank, 1987.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (DOF). Decreto por el que se aprueba el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024. Edición del jueves 2 de julio de 2020. Portal web del DOF www.dof.gob.mx

DURÁN, G., Modelo VOCMEX, traducción de Vehicle operating costs model, versión 3.0, Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México (1994).

GOBIERNO DE MÉXICO, *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*, México, 2019.

THE WORLD BANK, *Vehicle Operating Costs Model, VOC. Versión 4.0*, Washington, D. C., 1993.

WATANATADA, T.; DHARESHWAR, A. M. and REZENDE LIMA, P. R., *Vehicle speeds and operating costs, Models for Road Planning and Management*, The World Bank (1987).

WATANATADA, T.; HARRAL, C. G.; PATERSON, WILLIAM D. O.; DHARESHWAR, A. M.; BHANDARI, A. and TSUNOKAWA, K., *The Highway design and maintenance standards model, Vol. 1 y 2*, The World Bank (1987).

FUENTES

- BANCO DE MÉXICO - BANXICO (portal en Internet).
- COMISIÓN REGULADORA DE ENERGÍA - CRE (portal en Internet).
- DIVERSAS AGENCIAS AUTORIZADAS: INTERNATIONAL, SCANIA, MERCEDES-BENZ, VOLVO, CHEVROLET, NISSAN, MAREQSA.
- EMPRESAS FABRICANTES Y RENOVADORAS DE NEUMÁTICOS COMO GOODYEAR, UNIROYAL Y FIRESTONE.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA - INEGI (portal en internet).
- PETRÓLEOS MEXICANOS - PEMEX (portal en Internet).
- SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES - SCT (portal en Internet).
- SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO (portal en Internet).



COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Km 12+000 Carretera Estatal 431 "El Colorado Galindo"
Parque Tecnológico San Fandila, Mpio. Pedro Escobedo,
Querétaro, México. C.P. 76703
Tel: +52 (442) 216 97 77 ext. 2610
Fax: +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

<http://www.imt.mx/>