



**SCT**  
SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES



---

---

# **Un análisis de los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación vehicular ex-ante y ex-post del incremento a los combustibles fósiles**

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

**Publicación Técnica No. 586**  
**Sanfandila, Qro, 2020**



---

**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**  
**INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**Un análisis de los beneficios debidos a los ahorros  
en costos de operación vehicular ex-ante y ex-post  
del incremento a los combustibles fósiles**

**Publicación Técnica No. 586**  
**Sanfandila, Qro, 2020**

---



Esta investigación fue realizada en la División de Estudios Económicos y Sociales del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte por Dr. Guillermo Torres Vargas el M. en I. José Alejandro González García M. en C. Salvador Hernández García y José Antonio Arroyo Osorno, así como de la Dra. Gabriela Cruz González.

La investigación es el producto final del proyecto de investigación interna *OI-04/17* “*Un análisis de los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación vehicular ex-ante y ex-post del incremento a los combustibles fósiles.*”

El estudio pretende mostrar el impacto que tiene en el costo de operación, en términos reales, el incremento en el precio de los combustibles (2016-2017) para las diferentes configuraciones de los vehículos representativos del tránsito interurbano nacional, con la intención de apoyar la evaluación económica, el análisis beneficio-costos y las políticas tarifarias, públicas y privadas, del sector carretero de México.

# Contenido

---

	<u>Página</u>
Índice de tablas	iii
Sinopsis	xvii
Abstract	xix
Resumen Ejecutivo	xxi
Introducción	1
Objetivos	1
Alcances	2
Metodología	2
1.Tramo Carretero A-B	5
2.Nivel de servicio y velocidades de operación	7
3.Costos de operación 2016-2017	11
4.Costos de operación 2016-2017 para el tramo A-B	25
5. Ahorros en costos de operación vehicular 2016-2017	55
Conclusiones	65
Bibliografía	67



# Índice de tablas

---

	Página
1.1 Características del Tramo A-B sin la presencia de proyecto	5
1.2 Características del Tramo A-B con la presencia de proyecto	6
2.1 Nivel de servicio y velocidades de operación en sin la presencia de proyecto de mejora con un TDPA de 5000 Vehículos.	7
2.2 Nivel de servicio y velocidades de operación con la presencia de proyecto de mejora con un TDPA de 5000 Vehículos.	7
2.3 Nivel de servicio y velocidades de operación en sin la presencia de proyecto de mejora con un TDPA de 10,000 Vehículos.	8
2.4 Nivel de servicio y velocidades de operación con la presencia de proyecto de mejora con un TDPA de 10,000 Vehículos.	8
2.5 Nivel de servicio y velocidades de operación en sin la presencia de proyecto de mejora con un TDPA de 15,000 Vehículos.	8
2.6 Nivel de servicio y velocidades de operación con la presencia de proyecto de mejora con un TDPA de 15,000 Vehículos.	8
3.1 Costos de Operación Caso Base (IRI 2) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	12
3.2 Costos de Operación Terreno Plano (IRI 2) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	12
3.3 Costos de Operación Terreno Lomerío (IRI 2) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	13



3.4 Costos de Operación Terreno Montañoso (IRI 2) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	13
3.5 Costos de Operación Caso Base (IRI 4) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	14
3.6 Costos de Operación Terreno Plano (IRI 4) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	14
3.7 Costos de Operación Terreno Lomerío (IRI 4) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	15
3.8 Costos de Operación Terreno Montañoso (IRI 4) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	15
3.9 Costos de Operación Caso Base (IRI 6) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	16
3.10 Costos de Operación Terreno Plano (IRI 6) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	16
3.11 Costos de Operación Terreno Lomerío (IRI 6) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	17
3.12 Costos de Operación Terreno Montañoso (IRI 6) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	17
3.13 Costos de Operación Caso Base (IRI 8) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	18
3.14 Costos de Operación Terreno Plano (IRI 8) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	18
3.15 Costos de Operación Terreno Lomerío (IRI 8) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	19

3.16 Costos de Operación Terreno Montañoso (IRI 8) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	19
3.17 Costos de Operación Caso Base (IRI 10) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	20
3.18 Costos de Operación Terreno Plano (IRI 10) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	20
3.19 Costos de Operación Terreno Lomerío (IRI 10) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	21
3.20 Costos de Operación Terreno Montañoso (IRI 10) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	21
3.21 Costos de Operación Caso Base (IRI 12) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	22
3.22 Costos de Operación Terreno Plano (IRI 12) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	22
3.23 Costos de Operación Terreno Lomerío (IRI 12) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	23
3.24 Costos de Operación Terreno Montañoso (IRI 12) Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)	23
4.1 Costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	25
4.2 Costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	25
4.3 Costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	26

4.4 Costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	26
4.5 Costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	26
4.6 Costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	27
4.7 Costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	27
4.8 Costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	27
4.9 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	28
4.10 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	28
4.11 Costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	28
4.12 Costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	29
4.13 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	29
4.14 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	29

4.15 Costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	30
4.16 Costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	30
4.17 Costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	30
4.18 Costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	31
4.19 Costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	31
4.20 Costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	31
4.21 Costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	32
4.22 Costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	32
4.23 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	32
4.24 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	33
4.25 Costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	33

4.26 Costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	33
4.27 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	34
4.28 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyect	34
4.29 Costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	34
4.30 Costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	35
4.31 Costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	35
4.32 Costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	35
4.33 Costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	36
4.34 Costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	36
4.35 Costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	36
4.36 Costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	37
4.37 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	37

4.38 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	37
4.39 Costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	38
4.40 Costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	38
4.41 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	38
4.42 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	39
4.43 Costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	39
4.44 Costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	39
4.45 Costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	40
4.46 Costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	40
4.47 Costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	40
4.48 Costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	41

4.49 Costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	41
4.50 Costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	41
4.51 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	42
4.52 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	42
4.53 Costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	42
4.54 Costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	43
4.55 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	43
4.56 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	43
4.57 Costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	44
4.58 Costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	44
4.59 Costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	44

4.60 Costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	45
4.61 Costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	45
4.62 Costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	45
4.63 Costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	46
4.64 Costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	46
4.65 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	46
4.66 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	47
4.67 Costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	47
4.68 Costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	47
4.69 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	48
4.70 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	48



4.71 Costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	49
4.72 Costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	49
4.73 Costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	49
4.74 Costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	50
4.75 Costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	50
4.76 Costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	50
4.77 Costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	51
4.78 Costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	51
4.79 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	51
4.80 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	52
4.81 Costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	53
4.82 Costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	53

4.83 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto	53
4.84 Costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto	54
5.1 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	55

5.2 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	56
5.3 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	56
5.4 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	56
5.5 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	56
5.6 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	57
5.7 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	57
5.8 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	58
5.9 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	59
5.10 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	59
5.11 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	59
5.12 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	60
5.13 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	60

lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	
5.14 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	60
5.15 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “A” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	61
5.16 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “B” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	61
5.17 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “C2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	62
5.18 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “C3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	62
5.19 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	62
5.20 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	63
5.21 Ahorros en costos de Operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: Plano, lomerío y montañoso Valores calculados, en pesos por veh-km	63



## Sinopsis

---

El presente estudio se deriva de la propuesta de investigación interna *OI-04/17 Un análisis de los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación vehicular ex-ante y ex-post del incremento a los combustibles fósiles* y tiene como finalidad determinar el impacto generado en el costo de operación vehicular debido al incremento en el precio de los combustibles. El análisis comprenderá el período 2016-2017, siendo el intervalo de tiempo más corto en los últimos años, donde se han presentado los mayores incrementos en el precio de los combustibles en nuestro país.

El estudio mostrará el impacto que tiene en el costo de operación vehicular, en diferentes escenarios, teniendo como variantes el tipo de terreno, y el TDPA comparando los costos de operación ex-ante y ex-post del incremento a los combustibles fósiles en términos reales.

Palabras clave: Impacto económico, precio de los combustibles, costos de operación vehicular, precios corrientes, precios constantes, carreteras, transporte interurbano, México.



# Abstract

---

The present study is derived from the internal research proposal *OI-0417 An analysis of the benefits due to savings in ex-ante and ex-post vehicle operating costs of the fossil fuel increase* and it has the purpose of determining the impact generated in the vehicle operating costs due to the increase in the price of fuels. The analysis will include the 2016-2017 period, which is the shortest time interval in recent years, where the largest increases in the price of fuels in our country have occurred.

The study will show the impact that the increase in the price of fuels has on the vehicle operating costs, in real terms, for the different configurations of the vehicles that representing the national interurban transit, with the intention of supporting the economic evaluation, the cost-benefit analysis and the public and private tariff policies of the Mexican highway sector.

Keywords: Economic impact, fuel prices, vehicle operating costs, current prices, constant prices, roads, highways, interurban transportation, Mexico.





## Resumen ejecutivo

---

El proyecto forma parte de la línea de investigación de “Desarrollo metodológico para la evaluación económica y social de proyectos de transporte”, de la coordinación de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional.

Este tipo de Desarrollos metodológicos para la evaluación económica y social de proyectos de transporte son de utilidad para que los responsables de la toma de decisiones de las áreas operativas de la SCT, para que realicen los estudios de planeación necesarios para la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura carretera.

El incremento de los combustibles fósiles afecta directamente los costos de operación vehicular ya que es uno de los insumos principales de los vehículos que operan sobre la red carretera nacional.

En la evaluación de proyectos de infraestructura carretera en México, la determinación de los costos de operación vehicular es primordial para el cálculo de los beneficios debidos a alternativas de solución para mejorar la operación de la infraestructura carretera. Estas alternativas de solución pueden deberse a la construcción de una carretera alterna a la modernización de infraestructura carretera existente, la cual puede comprender rectificaciones de trazo o a la simple ampliación del ancho de sección transversal de la misma.

La evaluación de este tipo de alternativas, es importante para que los responsables de la toma de decisiones puedan solicitar los recursos necesarios para llevar a cabo las distintas obras de infraestructura. Los ahorros en costos de operación vehicular inciden directamente en la determinación de los beneficios necesarios para poder amortizar las inversiones efectuadas en un horizonte económico establecido.

Esta investigación permitirá a los responsables de la programación de las inversiones en infraestructura carretera, llevar a cabo el registro de proyectos ante la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, para obtener la autorización de recursos necesarios para su realización.

Las publicaciones técnicas 458 “*Cálculo de la velocidad de operación como insumo para la evaluación económica de proyectos de infraestructura carretera*” (Torres y González, 2015) y 485 “*Guía para la obtención de los insumos necesarios para la evaluación económica de proyectos de infraestructura carretera*” (González y Torres, 2016), constituyen un antecedente de los esfuerzos que se han realizado para dotar de herramientas útiles en la evaluación de proyectos a los responsables de llevar a cabo el registro de proyectos de inversión

en este tipo de infraestructura, así como, para los que tienen la responsabilidad de autorizar los recursos para la realización de las obras.

En este sentido, se plantea el desarrollo de este estudio de investigación cuya finalidad, es contribuir a robustecer la estimación de los beneficios debido a los ahorros de operación de los usuarios de este tipo de infraestructura, mediante análisis de sensibilidad al cambio en el precio de los combustibles para las distintas composiciones vehiculares que puedan presentarse en un flujo vehicular determinado.

La investigación permitirá contribuir al cumplimiento del objetivo 6 “Desarrollar integralmente y a largo plazo al sector con la creación y adaptación de tecnología y la generación de capacidades nacionales”, del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes<sup>1</sup>, mismo que se alinea con los objetivos 3.5 “Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación; pilares para el progreso económico y social sostenible y 4.9 “Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica” del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018<sup>2</sup>.

*La economía y la planeación del transporte*, así como el *Desarrollo metodológico para la evaluación económica y social de proyectos de transporte* forman parte de las líneas de investigación de la Coordinación de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional (CETyDR), dentro de las cuales se enmarca el presente estudio.

En ese sentido, la CETyDR ha aportado algunos estudios vinculados con esa temática como son: la Publicación Técnica Núm. 471 *Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2016* (Arroyo, 2016), y sus versiones anteriores, la Publicación Técnica Núm. 467 *Un análisis en términos reales de los sobrecostos de operación vehicular bajo distintas condiciones en el estado superficial de la infraestructura carretera* (Arroyo, 2015), así como, la Publicación Técnica Núm. 458 *Cálculo de la velocidad de operación como insumo para la evaluación económica de proyectos de infraestructura carretera* (Torres, 2015). Los anteriores estudios, son la base para este nuevo proyecto.

El estudio pretende mostrar el impacto generado en el costo de operación vehicular debido al incremento en el precio de los combustibles, con la finalidad de resaltar la importancia que tienen los resultados obtenidos en la planeación, construcción y operación, la evaluación económica, el análisis beneficio-costos de proyectos de infraestructura carretera y la política tarifaria, pública y privada de los

---

<sup>1</sup> Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes, 2013-2018,

<sup>2</sup> Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

servicios asociados a ésta. El análisis comprenderá el período 2016-2017, siendo el intervalo de tiempo más corto en los últimos años, donde se han presentado los mayores incrementos en el precio de los combustibles en nuestro país.

El análisis entre 2016 y 2017 se hará a precios corrientes para medir los sobrecostos de operación vehicular derivados del incremento en el precio de los combustibles, para cada vehículo y diferentes tipos de terreno, y compararlos con la inflación general de la economía del país. Asimismo, se tomará como referencia información económica del INEGI a precios de 2008 (año base) con la intención de convertir los costos de operación vehicular obtenidos a precios de años más recientes y comparar el incremento real en los mismos. Lo anterior, para tener costos de operación vehicular actuales que apoyen una mejor toma de decisiones técnico-económicas para el subsector carretero del país.

Por último, la realización de este estudio 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.

# Introducción

---

El presente trabajo tiene la finalidad de mostrar el comportamiento de los indicadores de rentabilidad económicos que presenta una evaluación económica para un proyecto de modernización, ampliación o construcción de infraestructura carretera. La realización del presente trabajo de investigación obedece al interés de la Coordinación de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional (CETyDR) del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en observar el impacto generado en el incremento a los costos de operación vehicular debido al incremento en el precio de los hidrocarburos. El análisis comprenderá el período 2016-2017, siendo el intervalo de tiempo más corto en los últimos años, donde se han presentado los mayores incrementos en el precio de los combustibles en nuestro país.

Este estudio exploratorio se enmarca dentro de las líneas de investigación *Economía del Transporte y, Desarrollo metodológico para la evaluación económica y social de proyectos de transporte* de la Coordinación de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional (CETyDR) del IMT, como contribución al cumplimiento del Objetivo 6 “Desarrollar integralmente y a largo plazo al sector con la creación y adaptación de tecnología y la generación de capacidades nacionales” de las estrategias y líneas de acción del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 del Gobierno de la República.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

El estudio tiene por objetivo fundamental el de proporcionar una herramienta de utilidad para la estimación de beneficios debidos a ahorros en costos de operación vehicular, como apoyo a la evaluación económica ex – ante y ex – post de proyectos de infraestructura carretera. En el primero de los casos como apoyo a la viabilidad de llevar a cabo las inversiones necesarias para la construcción de obras nuevas o mejoramiento de la infraestructura existente, y en el segundo, para estimar el impacto económico, una vez puesta en operación la alternativa de mejoramiento seleccionada.

### OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar a partir de la publicación técnica 458 del Instituto Mexicano del Transporte “Cálculo de la velocidad de operación como insumo para la evaluación económica de proyectos de infraestructura carretera” las

velocidades de operación de las distintas composiciones vehiculares de un flujo de tráfico dado y, a partir de estas estimar los beneficios asociados a los ahorros en costos de operación vehicular.

- Realizar los análisis de sensibilidad con respecto diferentes escenarios de incremento a los combustibles
- Realizar los análisis de sensibilidad a los indicadores de rentabilidad económica requeridos por la unidad de inversiones ante diferentes tipos de terreno y composiciones de tránsito vehicular en segmentos de carreteras.

## **ALCANCES.**

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, se proponen los siguientes alcances:

- Realizar los análisis de sensibilidad para distintos tipos de terreno con superficies de rodadura en muy buenas condiciones y con distintos niveles de servicio o congestión.
- Los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación vehicular antes del incremento a los combustibles fósiles para distintas composiciones vehiculares
- Los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación vehicular después del incremento a los combustibles fósiles para distintas composiciones vehiculares.
- Estimación de los beneficios que se obtienen antes (evaluación ex –ante) y los beneficios que se obtienen después (evaluación ex – post) del incremento a los combustibles fósiles con variaciones.

## **METODOLOGÍA.**

En la evaluación ex – ante se obtendrán los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación vehicular de la siguiente manera:

Utilizando la publicación técnica 471 “Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2016” (Arroyo y Torres, 2016) se determinan los costos de operación base por cada tipo de vehículo en las tres situaciones de terreno (plano, lomerío y montañoso), esto sin contemplar el incremento a los combustibles fósiles que se dio el 1 de enero del 2017.

Con base en el “Manual de Capacidad Vial” editado por la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT y ante flujos de tránsito diferentes se establecerán los niveles de servicio de A a E con objeto de estimar las velocidades de

operación y los costos de operación vehicular equivalentes para los distintos escenarios de operación.

El análisis se realizará tomando en cuenta un IIR desde 2 hasta 12, mostrando en cada escala del IIR como serían los costos de operación sin el incremento a los combustibles fósiles.

Para la evaluación ex – post se diseñarán los algoritmos necesarios para realizar las estimaciones de los beneficios debidos a los ahorros de costos de operación después del incremento a los combustibles.

Esta etapa del estudio comprenderá el desarrollo del algoritmo para estimar los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación vehicular, en un ambiente amigable, que contemple las variaciones dinámicas que puedan presentarse en los costos de los combustibles, para distintas composiciones vehiculares.





# 1 TRAMO CARRETERO A-B

---

Para la realización de esta publicación se tomó como referencia un tramo carretero ficticio A-B. Al cual hacemos un análisis de sensibilidad al TDPA (Tránsito diario promedio anual), en 5000, 10 000 y 15 000 vehículos, así como, el análisis de sensibilidad a los diferentes tipos de terreno.

En la tabla 1.1, se tiene las características del tramo A-B en condiciones actuales (sin la presencia de un proyecto de mejora)

**Tabla 1.1**  
**Características del Tramo A-B sin la presencia de proyecto.**

Características del Tramo A-B con la presencia de proyecto	
Km	10
TDPA 1er Análisis	5,000.00
TDPA 2do Análisis	10,000.00
TDPA 3er Análisis	15,000.00
Composición vehicular (A,B,C)	60%,5%,35%
Carriles por sentido	2
Distribución direccional	50%-50%
Velocidad de proyecto	80
Ancho de carril	3.5
Distancia libre lateral	2.5
Porcentaje de zonas de no rebase	50
Puntos de acceso por Km	0

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1.2, se tiene las características del tramo A-B con proyecto (con la realización de un proyecto de mejora)

**Tabla 1.2**  
**Características del Tramo A-B con la presencia de proyecto**

<b>Características del Tramo A-B sin la presencia de proyecto</b>	
Km	10
TDPA 1er Análisis	5,000.00
TDPA 2do Análisis	10,000.00
TDPA 3er Análisis	15,000.00
Composición vehicular (A,B,C)	60%,5%,35%
Carriles por sentido	1
Distribución direccional	50%-50%
Velocidad de proyecto	80
Ancho de carril	3.5
Distancia libre lateral	2.5
Porcentaje de zonas de no rebase	50
Puntos de acceso por Km	3

Fuente: Elaboración propia.

## 2 NIVEL DE SERVICIO Y VELOCIDADES DE OPERACIÓN

---

Con las características del tramo A-B, con y sin la presencia de un proyecto de mejora, se determina el nivel de servicio y las velocidades de operación utilizando el “Manual de Capacidad Vial de la SCT”, para un horizonte de proyecto de 30 años.

El nivel de servicio y las velocidades de operación se determinaron para tres tipos de terreno (plano, lomerío y montañoso), y para diferentes TDPA (Tránsito diario promedio anual) de 5000, 10 000 y 15 000 vehículos. Para las condiciones con proyecto y sin proyecto.

### 2.1 Niveles de servicio y velocidades de operación para el tramo A-B sin y con la presencia de proyecto de mejora.

Los niveles de servicio y las velocidades de operación en el tramo representativo metodológicamente A-B, se consignan en las tablas 2.1 a 2.6 para las condiciones sin proyecto y con proyecto, (es decir, situación actual y situación futura propuesta), para distintos tipos de terreno, así como, distinto TDPA (tránsito diario promedio anual).

**Tabla 2.1 Nivel de servicio y velocidades de operación sin la presencia de proyecto de mejora con un TDPA de 5000 Vehículos.**

AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS
0	5000	C	80	D	75	F	54
5	5938	C	80	D	72	F	47
10	7053	C	80	E	68	F	38
15	8377	D	79	E	63	F	28
20	9949	D	76	E	58	F	17
25	11816	D	73	F	51	F	10
30	14034	E	68	F	43	F	10

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.2 Nivel de servicio y velocidades de operación con la presencia de proyecto de mejora con un TDPA de 5000 Vehículos.**

AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS
0	5000	A	95	A	95	B	90
5	5938	B	93	B	89	B	83
10	7053	B	86	B	82	C	74
15	8377	C	78	C	73	C	64
20	9949	C	68	D	63	D	52
25	11816	D	56	D	50	E	37
30	14034	E	42	E	35	F	19

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.3 Nivel de servicio y velocidades de operación sin la presencia de proyecto de mejora con un TDPA de 10,000 Vehículos.**

AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	76	E	57	F	16	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
5	11877	D	72	F	51	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
10	14106	E	68	F	43	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
15	16753	E	63	F	33	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
20	19898	E	57	F	23	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
25	23632	E	51	F	12	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
30	28068	F	50	F	10	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.4 Nivel de servicio y velocidades de operación con la presencia de proyecto de mejora con un TDPA de 10,000 Vehículos.**

AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS
0	10000	A	95	A	95	B	90
5	11877	B	93	B	89	B	83
10	14106	B	86	B	82	C	74
15	16753	C	78	C	73	C	64
20	19898	C	68	D	63	D	52
25	23632	D	56	D	50	E	37
30	28068	E	42	E	35	F	19

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.5 Nivel de servicio y velocidades de operación sin la presencia de proyecto de mejora con un TDPA de 15,000 Vehículos.**

AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS
0	15000	E	66	F	40	F	10
5	17815	E	61	F	30	F	10
10	21159	E	54	F	18	F	10
15	25130	E	51	F	11	F	10
20	29847	F	49	F	10	F	10
25	35449	F	48	F	10	F	10
30	42102	F	47	F	10	F	10

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.6 Nivel de servicio y velocidades de operación con la presencia de proyecto de mejora con un TDPA de 15,000 Vehículos.**

AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS
0	15000	A	95	A	95	B	90
5	17815	B	93	B	89	B	83
10	21159	B	86	B	82	C	74
15	25130	C	78	C	73	C	64
20	29847	C	68	D	63	D	52
25	35449	D	56	D	50	E	37
30	42102	E	42	E	35	F	19

Fuente: Elaboración propia.

Con la ayuda de estas tablas podemos saber en qué momento la carretera llegará a la saturación vial, así como, la evolución de la velocidad a lo largo del horizonte económico del proyecto de ampliación de infraestructura carretera

La velocidad de operación vehicular es un insumo fundamental para la obtención de los costos de operación vehicular, los cuales determinamos con la ayuda de la Publicación técnica No.471 "COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2016".



### **3 Costos de operación 2016-2017**

---

Para determinar los costos de operación vehicular, primero se obtuvieron los factores del costo de operación base, los cuales se obtienen con la velocidad de operación de cada tipo de vehículo y con la ayuda de la Publicación técnica No. 471 “COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2016”

Con los factores del costo de operación base, se afecta el costo base de cada tipo de vehículo, para así obtener el costo de operación vehicular por cada tipo de vehículo, Esto dependiendo de las condiciones de cada tipo de carretera.

Con la ayuda de la Publicación técnica No.553 “IMPACTO DEL INCREMENTO AL PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR” en la cual se determinaron los costos base de operación vehicular 2016-2017, y con la ayuda de la Publicación técnica No.471 “COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2016”. Se determinaron los costos de operación de cada tipo de vehículo.

Las tablas de costos de operación base 2016-2017 obtenidas de la “Publicación técnica No.553 “IMPACTO DEL INCREMENTO AL PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR” son las siguientes:

## Índice Internacional de Rugosidad (IRI) 2

**Tabla 3.1**  
**Costos de Operación Caso Base (IRI 2)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	14.89	16.79
T3-S2	13.27	14.85
T3-S2-R4	18.66	21.15
C2	6.96	8.03
C3	9.50	10.97
AUTOBÚS	11.98	13.29
UTILITARIO	3.96	4.46

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.2**  
**Costos de Operación Terreno Plano (IRI 2)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	16.94	19.27
T3-S2	14.78	16.69
T3-S2-R4	21.85	25.01
C2	7.77	9.02
C3	10.83	12.58
AUTOBÚS	13.34	14.94
UTILITARIO	4.13	4.66

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"



**Tabla 3.3**  
**Costos de Operación Terreno Lomerío (IRI 2)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	22.10	25.44
T3-S2	18.67	21.32
T3-S2-R4	29.48	34.14
C2	9.76	11.41
C3	14.20	16.65
AUTOBÚS	16.56	18.75
UTILITARIO	4.58	5.20

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.4**  
**Costos de Operación Terreno Montañoso (IRI 2)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	28.03	32.46
T3-S2	23.26	26.76
T3-S2-R4	37.90	44.13
C2	12.14	14.25
C3	18.13	21.36
AUTOBÚS	20.35	23.18
UTILITARIO	5.20	5.93

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

## Índice Internacional de Rugosidad (IRI) 4

**Tabla 3.5**  
**Costos de Operación Caso Base (IRI 4)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	16.08	17.98
T3-S2	14.35	15.91
T3-S2-R4	20.18	22.72
C2	7.77	8.84
C3	10.29	11.76
AUTOBÚS	12.51	13.83
UTILITARIO	4.18	4.68

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.6**  
**Costos de Operación Terreno Plano (IRI 4)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	18.25	20.62
T3-S2	15.98	17.90
T3-S2-R4	23.46	26.69
C2	8.61	9.87
C3	11.68	13.46
AUTOBÚS	13.90	15.52
UTILITARIO	4.35	4.89

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.7**  
**Costos de Operación Terreno Lomerío (IRI 4)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	23.50	26.89
T3-S2	19.96	22.65
T3-S2-R4	31.16	35.90
C2	10.66	12.33
C3	15.12	17.61
AUTOBÚS	17.18	19.40
UTILITARIO	4.81	5.43

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.8**  
**Costos de Operación Terreno Montañoso (IRI 4)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	29.46	33.94
T3-S2	24.59	28.12
T3-S2-R4	39.64	45.94
C2	13.08	15.20
C3	19.09	22.35
AUTOBÚS	21.01	23.87
UTILITARIO	5.42	6.16

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

## Índice Internacional de Rugosidad (IRI) 6

**Tabla 3.9**  
**Costos de Operación Caso Base (IRI 6)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	17.29	19.15
T3-S2	15.49	17.00
T3-S2-R4	21.69	24.23
C2	8.50	9.53
C3	10.98	12.41
AUTOBÚS	13.03	14.33
UTILITARIO	4.46	4.97

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.10**  
**Costos de Operación Terreno Plano (IRI 6)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	19.56	21.93
T3-S2	17.19	19.10
T3-S2-R4	25.07	28.35
C2	9.39	10.63
C3	12.47	14.24
AUTOBÚS	14.46	16.07
UTILITARIO	4.65	5.19

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.11**  
**Costos de Operación Terreno Lomerío (IRI 6)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	24.91	28.35
T3-S2	21.28	24.00
T3-S2-R4	32.86	37.68
C2	11.53	13.21
C3	16.02	18.53
AUTOBÚS	17.85	20.09
UTILITARIO	5.11	5.75

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.12**  
**Costos de Operación Terreno Montañoso (IRI 6)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	30.91	35.45
T3-S2	25.93	29.51
T3-S2-R4	41.40	47.78
C2	14.00	16.14
C3	20.04	23.34
AUTOBÚS	21.74	24.63
UTILITARIO	5.72	6.48

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

## Índice Internacional de Rugosidad (IRI) 8

**Tabla 3.13**  
**Costos de Operación Caso Base (IRI 8)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	18.79	20.66
T3-S2	16.97	18.50
T3-S2-R4	23.37	25.92
C2	9.28	10.29
C3	11.69	13.09
AUTOBÚS	13.64	14.88
UTILITARIO	4.86	5.38

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.14**  
**Costos de Operación Terreno Plano (IRI 8)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	21.02	23.40
T3-S2	18.62	20.53
T3-S2-R4	26.75	30.07
C2	10.19	11.41
C3	13.24	14.99
AUTOBÚS	15.09	16.66
UTILITARIO	5.06	5.62

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.15**  
**Costos de Operación Terreno Lomerío (IRI 8)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	26.40	29.88
T3-S2	22.69	25.43
T3-S2-R4	34.61	39.50
C2	12.40	14.08
C3	16.91	19.44
AUTOBÚS	18.59	20.83
UTILITARIO	5.53	6.18

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.16**  
**Costos de Operación Terreno Montañoso (IRI 8)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	32.42	37.01
T3-S2	27.34	30.96
T3-S2-R4	43.21	49.66
C2	14.92	17.08
C3	21.00	24.32
AUTOBÚS	22.55	25.46
UTILITARIO	6.13	6.90

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

## Índice Internacional de Rugosidad (IRI) 10

**Tabla 3.17**  
**Costos de Operación Caso Base (IRI 10)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	20.52	22.45
T3-S2	18.68	20.27
T3-S2-R4	25.26	27.87
C2	10.19	11.19
C3	12.52	13.90
AUTOBÚS	14.45	15.66
UTILITARIO	5.43	5.96

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.18**  
**Costos de Operación Terreno Plano (IRI 10)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	22.66	25.09
T3-S2	20.25	22.21
T3-S2-R4	28.56	31.93
C2	11.08	12.29
C3	14.07	15.81
AUTOBÚS	15.88	17.42
UTILITARIO	5.63	6.21

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"



**Tabla 3.19**  
**Costos de Operación Terreno Lomerío (IRI 10)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	27.98	31.50
T3-S2	24.22	27.00
T3-S2-R4	36.44	41.39
C2	13.31	14.99
C3	17.81	20.35
AUTOBÚS	19.43	21.66
UTILITARIO	6.09	6.77

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.20**  
**Costos de Operación Terreno Montañoso (IRI 10)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	34.00	38.65
T3-S2	28.84	32.50
T3-S2-R4	45.08	51.61
C2	15.86	18.04
C3	21.96	25.31
AUTOBÚS	23.47	26.39
UTILITARIO	6.67	7.47

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

## Índice Internacional de Rugosidad (IRI) 12

**Tabla 3.21**  
**Costos de Operación Caso Base (IRI 12)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	22.38	24.40
T3-S2	20.48	22.17
T3-S2-R4	27.30	29.99
C2	11.21	12.24
C3	13.48	14.87
AUTOBÚS	15.48	16.68
UTILITARIO	6.07	6.62

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.22**  
**Costos de Operación Terreno Plano (IRI 12)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	24.44	26.94
T3-S2	22.01	24.05
T3-S2-R4	30.49	33.93
C2	12.07	13.30
C3	14.98	16.73
AUTOBÚS	16.88	18.40
UTILITARIO	6.27	6.87

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.23**  
**Costos de Operación Terreno Lomerío (IRI 12)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	29.65	33.23
T3-S2	25.86	28.70
T3-S2-R4	38.34	43.37
C2	14.27	15.96
C3	18.74	21.28
AUTOBÚS	20.43	22.64
UTILITARIO	6.72	7.41

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"

**Tabla 3.24**  
**Costos de Operación Terreno Montañoso (IRI 12)**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km (2016-2017)**

Unidad	COV 2016	COV 2017
T3-S3	35.66	40.37
T3-S2	30.42	34.13
T3-S2-R4	47.02	53.64
C2	16.83	19.02
C3	22.94	26.31
AUTOBÚS	24.51	27.43
UTILITARIO	7.27	8.09

IRI: Índice Internacional de Rugosidad en m/km

Fuente: P.T. No. 553 "Impacto del Incremento al Precio de los Combustibles en los Costos de Operación Vehicular"



## 4 Costos de operación 2016-2017 Para el Tramo A-B

Al conocer la velocidad de operación del Tramo A-B, es posible determinar los costos de operación de este, y así obtener los costos de operación vehicular para cada tipo de vehículo.

### 4.1 Costos de operación vehicular 2016 para un TDPA de 5000 vehículos

Los costos de operación vehicular 2016 se muestran para las condiciones sin proyecto y con proyecto para un TDPA de 5000 vehículos, estos costos de operación se consignan de la tabla 4.1 a la tabla 4.14 para las 7 composiciones vehiculares establecidas, así como, por tipo de terreno.

**Tabla 4.1**  
**Costos de operación vehículo tipo "A" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "A" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	95	A	95	B	90	\$ 4.12	\$ 4.58	\$ 5.18
5	5938	B	93	B	89	B	83	\$ 4.12	\$ 4.58	\$ 5.18
10	7053	B	86	B	82	C	74	\$ 4.12	\$ 4.58	\$ 5.18
15	8377	C	78	C	73	C	64	\$ 4.12	\$ 4.58	\$ 5.18
20	9949	C	68	D	63	D	52	\$ 4.12	\$ 4.58	\$ 5.18
25	11816	D	56	D	50	E	37	\$ 4.12	\$ 4.58	\$ 5.18
30	14034	E	42	E	35	F	19	\$ 4.12	\$ 4.58	\$ 5.18

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.2**  
**Costos de operación vehículo tipo "A" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "A" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	C	80	D	75	F	54	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
5	5938	C	80	D	72	F	47	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 6.83
10	7053	C	80	E	68	F	38	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
15	8377	D	79	E	63	F	28	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
20	9949	D	76	E	58	F	17	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
25	11816	D	73	F	51	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
30	14034	E	68	F	43	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.3**  
**Costos de operación vehículo tipo “B” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "B" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	89	A	89	B	85	\$ 13.31	\$ 16.40	\$ 20.22
5	5938	B	87	B	84	B	78	\$ 13.31	\$ 16.40	\$ 20.22
10	7053	B	81	B	77	C	70	\$ 13.31	\$ 16.40	\$ 20.22
15	8377	C	73	C	69	C	60	\$ 13.31	\$ 16.40	\$ 20.22
20	9949	C	64	D	59	D	49	\$ 13.31	\$ 16.40	\$ 20.22
25	11816	D	53	D	47	E	35	\$ 13.31	\$ 16.40	\$ 20.22
30	14034	E	40	E	33	F	18	\$ 13.31	\$ 16.40	\$ 20.22

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.4**  
**Costos de operación vehículo tipo “B” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "B" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	C	75	D	71	F	51	\$ 17.05	\$ 20.05	\$ 20.22
5	5938	C	75	D	68	F	44	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 23.92
10	7053	C	75	E	64	F	36	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
15	8377	D	75	E	59	F	27	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
20	9949	D	72	E	54	F	16	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
25	11816	D	68	F	48	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
30	14034	E	64	F	41	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.5**  
**Costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "C2" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	65	A	65	B	65	\$ 7.73	\$ 9.75	\$ 12.12
5	5938	B	65	B	65	B	65	\$ 7.73	\$ 9.75	\$ 12.12
10	7053	B	65	B	65	C	65	\$ 7.73	\$ 9.75	\$ 12.12
15	8377	C	65	C	65	C	65	\$ 7.73	\$ 9.75	\$ 12.12
20	9949	C	65	D	65	D	65	\$ 7.73	\$ 9.75	\$ 12.12
25	11816	D	65	D	65	E	65	\$ 7.73	\$ 9.75	\$ 12.12
30	14034	E	65	E	65	F	65	\$ 7.73	\$ 9.75	\$ 12.12

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.6**  
**Costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "C2" SIN PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	C	65	D	61	F	44	\$ 9.91	\$ 11.65	\$ 11.75
5	5938	C	65	D	58	F	38	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 13.61
10	7053	C	65	E	55	F	31	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
15	8377	D	64	E	51	F	23	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
20	9949	D	62	E	47	F	14	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
25	11816	D	59	F	41	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
30	14034	E	55	F	35	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.7**  
**Costos de operación vehículo tipo “C3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "C3" CON PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	73	A	73	B	69	\$ 10.83	\$ 14.16	\$ 18.03
5	5938	B	71	B	68	B	63	\$ 10.83	\$ 14.16	\$ 18.03
10	7053	B	66	B	63	C	57	\$ 10.83	\$ 14.16	\$ 18.03
15	8377	C	59	C	56	C	49	\$ 10.83	\$ 14.16	\$ 18.03
20	9949	C	52	D	48	D	40	\$ 10.83	\$ 14.16	\$ 18.03
25	11816	D	43	D	38	E	28	\$ 10.83	\$ 14.16	\$ 18.03
30	14034	E	32	E	27	F	15	\$ 10.83	\$ 14.16	\$ 18.03

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.8**  
**Costos de operación vehículo tipo “C3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "C3" SIN PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	C	61	D	58	F	41	\$ 15.14	\$ 17.91	\$ 18.03
5	5938	C	61	D	55	F	36	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 18.03
10	7053	C	61	E	52	F	29	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
15	8377	D	61	E	10	F	22	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
20	9949	D	58	E	44	F	13	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
25	11816	D	55	F	39	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
30	14034	E	52	F	33	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.9**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S2" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	82	A	82	B	78	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
5	5938	B	80	B	77	B	71	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
10	7053	B	74	B	71	C	64	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
15	8377	C	67	C	63	C	55	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
20	9949	C	58	D	54	D	44	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
25	11816	D	48	D	43	E	32	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
30	14034	E	36	E	30	F	17	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.10**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S2" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	C	69	D	65	F	47	\$ 19.51	\$ 21.93	\$ 23.20
5	5938	C	69	D	62	F	40	\$ 21.23	\$ 24.26	\$ 23.20
10	7053	C	69	E	58	F	33	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 28.93
15	8377	D	68	E	10	F	24	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
20	9949	D	66	E	49	F	14	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
25	11816	D	62	F	44	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
30	14034	E	59	F	37	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.11**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S3" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	73	A	73	B	69	\$ 16.92	\$ 22.02	\$ 27.84
5	5938	B	71	B	68	B	63	\$ 16.92	\$ 22.02	\$ 27.84
10	7053	B	66	B	63	C	57	\$ 16.92	\$ 22.02	\$ 27.84
15	8377	C	59	C	56	C	49	\$ 16.92	\$ 22.02	\$ 27.84
20	9949	C	52	D	48	D	40	\$ 16.92	\$ 22.02	\$ 27.84
25	11816	D	43	D	38	E	28	\$ 16.92	\$ 22.02	\$ 27.84
30	14034	E	32	E	27	F	15	\$ 16.92	\$ 22.02	\$ 27.84

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 4.12**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S3" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S3" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	C	61	D	58	F	41	\$ 23.23	\$ 25.58	\$ 27.84
5	5938	C	61	D	55	F	36	\$ 24.66	\$ 27.99	\$ 27.84
10	7053	C	61	E	52	F	29	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 33.95
15	8377	D	61	E	10	F	22	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
20	9949	D	58	E	44	F	13	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
25	11816	D	55	F	39	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
30	14034	E	52	F	33	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.13**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S2R4" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S2R4" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	60	A	60	B	57	\$ 21.81	\$ 29.31	\$ 37.84
5	5938	B	59	B	57	B	53	\$ 21.81	\$ 29.31	\$ 37.84
10	7053	B	55	B	52	C	47	\$ 21.81	\$ 29.31	\$ 37.84
15	8377	C	49	C	46	C	40	\$ 21.81	\$ 29.31	\$ 37.84
20	9949	C	43	D	40	D	33	\$ 21.81	\$ 29.31	\$ 37.84
25	11816	D	36	D	32	E	23	\$ 21.81	\$ 29.31	\$ 37.84
30	14034	E	27	E	22	F	12	\$ 21.81	\$ 29.31	\$ 37.84

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.14**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S2R4" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S2R4" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	C	51	D	48	F	34	\$ 30.76	\$ 29.31	\$ 37.84
5	5938	C	51	D	46	F	30	\$ 30.76	\$ 37.54	\$ 37.84
10	7053	C	51	E	43	F	24	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 43.33
15	8377	D	50	E	10	F	18	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
20	9949	D	49	E	37	F	11	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
25	11816	D	46	F	32	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
30	14034	E	43	F	27	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 Costos de operación vehicular 2016 para un TDPA de 10,000 vehículos

Los costos de operación vehicular 2016 se muestran para las condiciones sin proyecto y con proyecto para un TDPA de 10 000 vehículos, estos costos de operación se consignan de la tabla 4.15 a la tabla 4.28 para las 7 composiciones vehiculares establecidas, así como por tipo de terreno.

**Tabla 4.15**  
**Costos de operación vehículo tipo "A" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "A" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	95	A	95	B	90	\$ 4.12	\$ 4.58	\$ 5.18
5	11877	B	93	B	89	B	83	\$ 4.12	\$ 4.58	\$ 5.18
10	14106	B	86	B	82	C	74	\$ 4.12	\$ 4.58	\$ 5.18
15	16753	C	78	C	73	C	64	\$ 4.48	\$ 4.58	\$ 5.18
20	19898	C	68	D	63	D	52	\$ 5.07	\$ 4.58	\$ 5.18
25	23632	D	56	D	50	E	37	\$ 5.90	\$ 5.37	\$ 5.18
30	28068	E	42	E	35	F	19	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 6.55

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.16**  
**Costos de operación vehículo tipo "A" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "A" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	76	E	57	F	16	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
5	11877	D	72	F	51	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
10	14106	E	68	F	43	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
15	16753	E	63	F	33	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
20	19898	E	57	F	23	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
25	23632	E	51	F	12	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
30	28068	F	50	F	10	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.17**  
**Costos de operación vehículo tipo "B" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "B" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	89	A	89	B	85	\$ 13.31	\$ 16.40	\$ 20.22
5	11877	B	87	B	84	B	78	\$ 13.31	\$ 16.40	\$ 20.22
10	14106	B	81	B	77	C	70	\$ 13.31	\$ 16.40	\$ 20.22
15	16753	C	73	C	69	C	60	\$ 14.61	\$ 16.40	\$ 20.22
20	19898	C	64	D	59	D	49	\$ 15.65	\$ 16.40	\$ 20.22
25	23632	D	53	D	47	E	35	\$ 16.53	\$ 18.65	\$ 20.22
30	28068	E	40	E	33	F	18	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 22.94

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.18**  
**Costos de operación vehículo tipo “B” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "B" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	72	E	54	F	15	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
5	11877	D	68	F	48	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
10	14106	E	64	F	40	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
15	16753	E	59	F	31	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
20	19898	E	54	F	21	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
25	23632	E	48	F	12	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
30	28068	F	47	F	10	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.19**  
**Costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "C2" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	62	A	62	B	62	\$ 7.73	\$ 9.75	\$ 12.12
5	11877	B	62	B	62	B	62	\$ 7.73	\$ 9.75	\$ 12.12
10	14106	B	62	B	62	C	62	\$ 7.73	\$ 9.75	\$ 12.12
15	16753	C	62	C	62	C	62	\$ 9.11	\$ 9.75	\$ 12.12
20	19898	C	62	D	62	D	62	\$ 10.39	\$ 9.75	\$ 12.12
25	23632	D	62	D	62	E	62	\$ 11.28	\$ 12.57	\$ 12.12
30	28068	E	62	E	62	F	62	\$ 12.24	\$ 14.63	\$ 15.58

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.20**  
**Costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "C2" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	62	E	47	F	13	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
5	11877	D	59	F	41	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
10	14106	E	55	F	35	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
15	16753	E	51	F	27	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
20	19898	E	46	F	18	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
25	23632	E	42	F	10	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
30	28068	F	40	F	10	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.21**  
**Costos de operación vehículo tipo "C3" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "C3" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	73	A	73	B	69	\$ 10.83	\$ 14.16	\$ 18.03
5	11877	B	71	B	68	B	63	\$ 10.83	\$ 14.16	\$ 18.03
10	14106	B	66	B	63	C	57	\$ 10.83	\$ 14.16	\$ 18.03
15	16753	C	59	C	56	C	49	\$ 12.16	\$ 14.16	\$ 18.03
20	19898	C	52	D	48	D	40	\$ 13.39	\$ 14.16	\$ 18.03
25	23632	D	43	D	38	E	28	\$ 14.67	\$ 14.16	\$ 18.03
30	28068	E	32	E	27	F	15	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 18.03

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.22**  
**Costos de operación vehículo tipo "C3" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "C3" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	58	E	44	F	12	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
5	11877	D	55	F	39	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
10	14106	E	52	F	33	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
15	16753	E	48	F	10	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
20	19898	E	44	F	17	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
25	23632	E	39	F	10	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
30	28068	F	38	F	10	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.23**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S2" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S2" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	82	A	82	B	78	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
5	11877	B	80	B	77	B	71	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
10	14106	B	74	B	71	C	64	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
15	16753	C	67	C	63	C	55	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
20	19898	C	58	D	54	D	44	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
25	23632	D	48	D	43	E	32	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
30	28068	E	36	E	30	F	17	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.24**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S2" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S2" SIN PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	65	E	49	F	14	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
5	11877	D	62	F	43	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
10	14106	E	59	F	37	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
15	16753	E	54	F	10	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
20	19898	E	49	F	19	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
25	23632	E	44	F	11	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
30	28068	F	43	F	10	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.25**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S3" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S3" CON PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	73	A	73	B	69	\$ 16.92	\$ 22.02	\$ 27.84
5	11877	B	71	B	68	B	63	\$ 16.92	\$ 22.02	\$ 27.84
10	14106	B	66	B	63	C	57	\$ 16.92	\$ 22.02	\$ 27.84
15	16753	C	59	C	56	C	49	\$ 19.39	\$ 22.02	\$ 27.84
20	19898	C	52	D	48	D	40	\$ 20.97	\$ 22.02	\$ 27.84
25	23632	D	43	D	38	E	28	\$ 22.49	\$ 22.02	\$ 27.84
30	28068	E	32	E	27	F	15	\$ 24.66	\$ 27.99	\$ 27.84

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.26**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S3" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S3" SIN PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	58	E	44	F	12	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
5	11877	D	55	F	39	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
10	14106	E	52	F	33	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
15	16753	E	48	F	10	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
20	19898	E	44	F	17	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
25	23632	E	39	F	10	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
30	28068	F	38	F	10	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.27**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S2R4" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	60	A	60	B	57	\$ 21.81	\$ 29.31	\$ 37.84
5	11877	B	59	B	57	B	53	\$ 21.81	\$ 29.31	\$ 37.84
10	14106	B	55	B	52	C	47	\$ 21.81	\$ 29.31	\$ 37.84
15	16753	C	49	C	46	C	40	\$ 24.31	\$ 29.31	\$ 37.84
20	19898	C	43	D	40	D	33	\$ 26.85	\$ 29.31	\$ 37.84
25	23632	D	36	D	32	E	23	\$ 28.70	\$ 29.31	\$ 37.84
30	28068	E	27	E	22	F	12	\$ 30.76	\$ 36.63	\$ 37.84

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.28**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S2R4" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	48	E	36	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
5	11877	D	46	F	32	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
10	14106	E	43	F	27	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
15	16753	E	40	F	10	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
20	19898	E	36	F	14	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
25	23632	E	33	F	8	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
30	28068	F	32	F	10	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3 Costos de operación vehicular 2016 para un TDPA de 15,000 vehículos

Los costos de operación vehicular 2016 se muestran para las condiciones sin proyecto y con proyecto para un TDPA de 15 000 vehículos, estos costos de operación se consignan de la tabla 4.29 a la tabla 4.42 para las 7 composiciones vehiculares establecidas, así como, por tipo de terreno.

**Tabla 4.29**  
**Costos de operación vehículo tipo “A” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "A" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	95	A	95	B	90	\$ 4.12	\$ 4.58	\$ 5.18
5	17815	B	93	B	89	B	83	\$ 4.84	\$ 4.58	\$ 5.18
10	21159	B	86	B	82	C	74	\$ 5.32	\$ 4.58	\$ 5.18
15	25130	C	78	C	73	C	64	\$ 6.24	\$ 5.81	\$ 5.18
20	29847	C	68	D	63	D	52	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
25	35449	D	56	D	50	E	37	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
30	42102	E	42	E	35	F	19	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.30**  
**Costos de operación vehículo tipo "A" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "A" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	E	66	F	40	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
5	17815	E	61	F	30	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
10	21159	E	54	F	18	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
15	25130	E	51	F	11	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
20	29847	F	49	F	10	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
25	35449	F	48	F	10	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14
30	42102	F	47	F	10	F	10	\$ 6.24	\$ 6.31	\$ 7.14

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.31**  
**Costos de operación vehículo tipo "B" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "B" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	89	A	89	B	85	\$ 13.31	\$ 16.40	\$ 20.22
5	17815	B	87	B	84	B	78	\$ 14.93	\$ 16.40	\$ 20.22
10	21159	B	81	B	77	C	70	\$ 15.65	\$ 16.40	\$ 20.22
15	25130	C	73	C	69	C	60	\$ 17.05	\$ 19.54	\$ 20.22
20	29847	C	64	D	59	D	49	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
25	35449	D	53	D	47	E	35	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
30	42102	E	40	E	33	F	18	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.32**  
**Costos de operación vehículo tipo "B" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "B" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	E	62	F	37	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
5	17815	E	57	F	28	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
10	21159	E	51	F	17	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
15	25130	E	48	F	11	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
20	29847	F	46	F	10	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
25	35449	F	45	F	10	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45
30	42102	F	44	F	10	F	10	\$ 17.05	\$ 20.62	\$ 24.45

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.33**  
**Costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "C2" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	54	A	54	B	54	\$ 7.73	\$ 9.75	\$ 12.12
5	17815	B	54	B	54	B	54	\$ 9.54	\$ 9.75	\$ 12.12
10	21159	B	54	B	54	C	54	\$ 10.83	\$ 9.75	\$ 12.12
15	25130	C	54	C	54	C	54	\$ 12.24	\$ 13.57	\$ 12.12
20	29847	C	54	D	54	D	54	\$ 12.24	\$ 14.63	\$ 17.16
25	35449	D	54	D	54	E	54	\$ 12.24	\$ 14.63	\$ 17.16
30	42102	E	54	E	54	F	54	\$ 12.24	\$ 14.63	\$ 17.16

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.34**  
**Costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "C2" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	E	54	F	32	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
5	17815	E	50	F	24	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
10	21159	E	44	F	15	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
15	25130	E	41	F	9	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
20	29847	F	40	F	10	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
25	35449	F	39	F	10	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20
30	42102	F	38	F	10	F	10	\$ 9.91	\$ 11.98	\$ 14.20

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.35**  
**Costos de operación vehículo tipo “C3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "C3" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	73	A	73	B	69	\$ 10.83	\$ 14.16	\$ 18.03
5	17815	B	71	B	68	B	63	\$ 12.57	\$ 14.16	\$ 18.03
10	21159	B	66	B	63	C	57	\$ 13.81	\$ 14.16	\$ 18.03
15	25130	C	59	C	56	C	49	\$ 15.14	\$ 17.00	\$ 18.03
20	29847	C	52	D	48	D	40	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 21.95
25	35449	D	43	D	38	E	28	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
30	42102	E	32	E	27	F	15	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 4.36**  
**Costos de operación vehículo tipo “C3” Terreno: plano, lomerío y**  
**montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "C3" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	E	51	F	30	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
5	17815	E	47	F	23	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
10	21159	E	42	F	14	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
15	25130	E	39	F	10	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
20	29847	F	38	F	10	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
25	35449	F	37	F	10	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95
30	42102	F	36	F	10	F	10	\$ 15.14	\$ 18.81	\$ 22.95

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.37**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: plano, lomerío y**  
**montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S2" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	82	A	82	B	78	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
5	17815	B	80	B	77	B	71	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
10	21159	B	74	B	71	C	64	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
15	25130	C	67	C	63	C	55	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
20	29847	C	58	D	54	D	44	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
25	35449	D	48	D	43	E	32	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20
30	42102	E	36	E	30	F	17	\$ 16.59	\$ 18.56	\$ 23.20

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.38**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: plano, lomerío y**  
**montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S2" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	E	57	F	34	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
5	17815	E	52	F	26	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
10	21159	E	47	F	15	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
15	25130	E	44	F	10	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
20	29847	F	42	F	10	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
25	35449	F	41	F	10	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36
30	42102	F	40	F	10	F	10	\$ 22.18	\$ 26.02	\$ 30.36

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.39**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S3" CON PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	73	A	73	B	69	\$ 17.76	\$ 22.02	\$ 27.84
5	17815	B	71	B	68	B	63	\$ 20.19	\$ 22.02	\$ 27.84
10	21159	B	66	B	63	C	57	\$ 20.97	\$ 22.02	\$ 27.84
15	25130	C	59	C	56	C	49	\$ 23.23	\$ 23.39	\$ 27.84
20	29847	C	52	D	48	D	40	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 27.84
25	35449	D	43	D	38	E	28	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
30	42102	E	32	E	27	F	15	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.40**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S3" SIN PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	E	51	F	30	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
5	17815	E	47	F	23	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
10	21159	E	42	F	14	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
15	25130	E	39	F	10	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
20	29847	F	38	F	10	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
25	35449	F	37	F	10	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63
30	42102	F	36	F	10	F	10	\$ 24.66	\$ 29.76	\$ 35.63

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.41**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S2R4" CON PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	60	A	60	B	57	\$ 21.81	\$ 29.31	\$ 37.84
5	17815	B	59	B	57	B	53	\$ 25.14	\$ 29.31	\$ 37.84
10	21159	B	55	B	52	C	47	\$ 26.85	\$ 29.31	\$ 37.84
15	25130	C	49	C	46	C	40	\$ 29.70	\$ 29.31	\$ 37.84
20	29847	C	43	D	40	D	33	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 37.84
25	35449	D	36	D	32	E	23	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
30	42102	E	27	E	22	F	12	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.42**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2016 VEHICULO TIPO "T3S2R4" SIN PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	E	42	F	25	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
5	17815	E	39	F	19	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
10	21159	E	35	F	11	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
15	25130	E	32	F	10	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
20	29847	F	31	F	10	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
25	35449	F	30	F	10	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99
30	42102	F	30	F	10	F	10	\$ 30.76	\$ 38.42	\$ 46.99

Fuente: Elaboración propia.

## 4.4 Costos de operación vehicular 2017 para un TDPA de 5000 vehículos

Los costos de operación vehicular 2017 se muestran para las condiciones sin proyecto y con proyecto para un TDPA de 5 000 vehículos, estos costos de operación se consignan de la tabla 4.43 a la tabla 4.56 para las 7 composiciones vehiculares establecidas, así como, por tipo de terreno.

**Tabla 4.43**  
**Costos de operación vehículo tipo “A” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "A" CON PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	95	A	95	A	95	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83
5	5938	A	95	A	95	B	95	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83
10	7053	A	95	B	94	B	89	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83
15	8377	B	91	B	88	B	81	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83
20	9949	B	84	B	80	C	72	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83
25	11816	C	76	C	71	D	61	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83
30	14034	C	65	D	60	D	48	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.44**  
**Costos de operación vehículo tipo “A” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "A" SIN PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	D	76	E	57	F	16	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 8.04
5	5938	D	72	F	51	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 7.69
10	7053	E	68	F	43	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 8.04
15	8377	E	63	F	33	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 8.04
20	9949	E	57	F	23	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 8.04
25	11816	E	51	F	12	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 8.04
30	14034	F	50	F	10	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 8.04

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.45**  
**Costos de operación vehículo tipo “B” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "B" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	89	A	89	A	89	14.77	18.20	22.43
5	5938	A	89	A	89	B	89	14.77	18.20	22.43
10	7053	A	89	B	89	B	83	14.77	18.20	22.43
15	8377	B	86	B	82	B	76	14.77	18.20	22.43
20	9949	B	79	B	75	C	68	14.77	18.20	22.43
25	11816	C	71	C	67	D	58	14.77	18.20	22.43
30	14034	C	61	D	56	D	45	14.77	18.20	22.43

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.46**  
**Costos de operación vehículo tipo “B” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "B" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	D	72	E	54	F	15	18.92	22.24	22.43
5	5938	D	68	F	48	F	10	18.92	22.88	26.54
10	7053	E	64	F	40	F	10	18.92	22.88	27.12
15	8377	E	59	F	31	F	10	18.92	22.88	27.12
20	9949	E	54	F	21	F	10	18.92	22.88	27.12
25	11816	E	48	F	12	F	10	18.92	22.88	27.12
30	14034	F	47	F	10	F	10	18.92	22.88	27.12

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.47**  
**Costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "C2" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	77	A	77	A	77	8.92	11.24	13.98
5	5938	A	77	A	77	B	77	8.92	11.24	13.98
10	7053	A	77	B	77	B	72	8.92	11.24	13.98
15	8377	B	74	B	71	B	65	8.92	11.24	13.98
20	9949	B	68	B	65	C	58	8.92	11.24	13.98
25	11816	C	61	C	58	D	50	8.92	11.24	13.98
30	14034	C	53	D	49	D	39	8.92	11.24	13.98

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.48**  
**Costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y**  
**montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "C2" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	D	62	E	47	F	13	14.13	16.26	13.98
5	5938	D	59	F	41	F	10	14.13	16.88	19.18
10	7053	E	55	F	35	F	10	14.13	16.88	19.80
15	8377	E	51	F	27	F	10	14.13	16.88	19.80
20	9949	E	46	F	18	F	10	14.13	16.88	19.80
25	11816	E	42	F	10	F	10	14.13	16.88	19.80
30	14034	F	40	F	10	F	10	14.13	16.88	19.80

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.49**  
**Costos de operación vehículo tipo “C3” Terreno: plano, lomerío y**  
**montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "C3" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	73	A	73	A	73	12.50	16.35	20.82
5	5938	A	73	A	73	B	72	12.50	16.35	20.82
10	7053	A	73	B	72	B	68	12.50	16.35	20.82
15	8377	B	70	B	67	B	62	12.50	16.35	20.82
20	9949	B	64	B	61	C	55	12.50	16.35	20.82
25	11816	C	58	C	54	D	47	12.50	16.35	20.82
30	14034	C	50	D	46	D	37	12.50	16.35	20.82

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.50**  
**Costos de operación vehículo tipo “C3” Terreno: plano, lomerío y**  
**montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "C3" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	D	58	E	44	F	12	17.48	20.68	20.82
5	5938	D	55	F	39	F	10	17.48	21.73	20.82
10	7053	E	52	F	33	F	10	17.48	21.73	26.50
15	8377	E	48	F	10	F	10	17.48	21.73	26.50
20	9949	E	44	F	17	F	10	17.48	21.73	26.50
25	11816	E	39	F	9	F	10	17.48	21.73	26.50
30	14034	F	38	F	10	F	10	17.48	21.73	26.50

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.51**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S2" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	82	A	82	A	82	18.57	20.77	25.96
5	5938	A	82	A	82	B	81	18.57	20.77	25.96
10	7053	A	82	B	81	B	76	18.57	20.77	25.96
15	8377	B	78	B	75	B	69	18.57	20.77	25.96
20	9949	B	72	B	69	C	62	18.57	20.77	25.96
25	11816	C	65	C	61	D	53	18.57	20.77	25.96
30	14034	C	56	D	51	D	41	18.57	20.77	25.96

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.52**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S2" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	D	65	E	49	F	14	21.83	24.54	25.96
5	5938	D	62	F	43	F	10	23.76	27.15	25.96
10	7053	E	59	F	37	F	10	24.82	29.12	32.37
15	8377	E	54	F	10	F	10	24.82	29.12	33.98
20	9949	E	49	F	19	F	10	24.82	29.12	33.98
25	11816	E	44	F	11	F	10	24.82	29.12	33.98
30	14034	F	43	F	10	F	10	24.82	29.12	33.98

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.53**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S3" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	5000	A	73	A	73	A	73	19.07	24.83	31.39
5	5938	A	73	A	73	B	72	19.07	24.83	31.39
10	7053	A	73	B	72	B	68	19.07	24.83	31.39
15	8377	B	70	B	67	B	62	19.07	24.83	31.39
20	9949	B	64	B	61	C	55	19.07	24.83	31.39
25	11816	C	58	C	54	D	47	19.07	24.83	31.39
30	14034	C	50	D	46	D	37	19.07	24.83	31.39

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.54**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S3" Terreno: plano, lomerío y**  
**montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S3" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSOS
0	5000	D	58	E	44	F	12	26.19	28.85	31.39
5	5938	D	55	F	39	F	10	27.80	31.57	31.39
10	7053	E	52	F	33	F	10	27.80	33.56	38.28
15	8377	E	48	F	10	F	10	27.80	33.56	40.18
20	9949	E	44	F	17	F	10	27.80	33.56	40.18
25	11816	E	39	F	9	F	10	27.80	33.56	40.18
30	14034	F	38	F	10	F	10	27.80	33.56	40.18

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.55**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S2R4" Terreno: plano, lomerío y**  
**montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S2R4" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSOS
0	5000	A	60	A	60	A	60	24.72	33.23	42.89
5	5938	A	60	A	60	B	60	24.72	33.23	42.89
10	7053	A	60	B	60	B	56	24.72	33.23	42.89
15	8377	B	58	B	56	B	51	24.72	33.23	42.89
20	9949	B	53	B	51	C	46	24.72	33.23	42.89
25	11816	C	48	C	45	D	39	24.72	33.23	42.89
30	14034	C	41	D	38	D	31	24.72	33.23	42.89

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.56**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S2R4" Terreno: plano, lomerío y**  
**montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S2R4" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSOS
0	5000	D	48	E	36	F	10	34.87	33.23	42.89
5	5938	D	46	F	32	F	10	34.87	42.54	42.89
10	7053	E	43	F	27	F	10	34.87	43.55	49.11
15	8377	E	40	F	10	F	10	34.87	43.55	53.26
20	9949	E	36	F	14	F	10	34.87	43.55	53.26
25	11816	E	33	F	8	F	10	34.87	43.55	53.26
30	14034	F	32	F	10	F	10	34.87	43.55	53.26

Fuente: Elaboración propia.

## 4.5 Costos de operación vehicular 2017 para un TDPA de 10,000 vehículos

Los costos de operación vehicular 2017 se muestran para las condiciones sin proyecto y con proyecto para un TDPA de 10 000 vehículos, estos costos de operación se consignan de la tabla 4.57 a la tabla 4.70 para las 7 composiciones vehiculares establecidas, así como, por tipo de terreno.

**Tabla 4.57**

**Costos de operación vehículo tipo "A" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "A" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	95	A	95	A	95	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83
5	11877	A	95	A	95	B	95	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83
10	14106	A	95	B	94	B	89	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83
15	16753	B	91	B	88	B	81	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83
20	19898	B	84	B	80	C	72	\$ 4.75	\$ 5.16	\$ 5.83
25	23632	C	76	C	71	D	61	\$ 5.45	\$ 5.16	\$ 5.83
30	28068	C	65	D	60	D	48	\$ 6.30	\$ 5.64	\$ 5.83

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.58**

**Costos de operación vehículo tipo "A" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "A" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	76	E	57	F	16	\$ 5.45	\$ 5.16	\$ 5.83
5	11877	D	72	F	51	F	10	\$ 5.71	\$ 5.16	\$ 5.83
10	14106	E	68	F	43	F	10	\$ 5.99	\$ 5.16	\$ 5.83
15	16753	E	63	F	33	F	10	\$ 6.65	\$ 5.83	\$ 5.83
20	19898	E	57	F	23	F	10	\$ 7.03	\$ 6.54	\$ 5.83
25	23632	E	51	F	12	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 6.24
30	28068	F	50	F	10	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 6.84

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.59**

**Costos de operación vehículo tipo "B" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "B" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	89	A	89	A	89	14.77	18.20	22.43
5	11877	A	89	A	89	B	89	14.77	18.20	22.43
10	14106	A	89	B	89	B	83	14.77	18.20	22.43
15	16753	B	86	B	82	B	76	14.77	18.20	22.43
20	19898	B	79	B	75	C	68	15.50	18.20	22.43
25	23632	C	71	C	67	D	58	16.56	18.20	22.43
30	28068	C	61	D	56	D	45	17.82	19.44	22.43

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 4.60**  
**Costos de operación vehículo tipo “B” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "B" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	72	E	54	F	15	16.56	18.20	22.43
5	11877	D	68	F	48	F	10	16.95	18.20	22.43
10	14106	E	64	F	40	F	10	17.36	18.20	22.43
15	16753	E	59	F	31	F	10	18.34	20.26	22.43
20	19898	E	54	F	21	F	10	18.92	21.68	22.43
25	23632	E	48	F	12	F	10	18.92	22.88	22.43
30	28068	F	47	F	10	F	10	18.92	22.88	24.46

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.61**  
**Costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "C2" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	77	A	77	A	77	8.92	11.24	13.98
5	11877	A	77	A	77	B	77	8.92	11.24	13.98
10	14106	A	77	B	77	B	72	8.92	11.24	13.98
15	16753	B	74	B	71	B	65	8.92	11.24	13.98
20	19898	B	68	B	65	C	58	10.00	11.24	13.98
25	23632	C	61	C	58	D	50	11.49	11.24	13.98
30	28068	C	53	D	49	D	39	12.49	12.84	13.98

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.62**  
**Costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "C2" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	62	E	47	F	13	11.49	11.24	13.98
5	11877	D	59	F	41	F	10	11.99	11.24	13.98
10	14106	E	55	F	35	F	10	12.49	11.77	13.98
15	16753	E	51	F	27	F	10	13.01	13.93	13.98
20	19898	E	46	F	18	F	10	14.13	15.66	13.98
25	23632	E	42	F	10	F	10	14.13	16.88	16.23
30	28068	F	40	F	10	F	10	14.13	16.88	17.39

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.63**  
**Costos de operación vehículo tipo “C3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "C3" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	73	A	73	A	73	12.50	16.35	20.82
5	11877	A	73	A	73	B	72	12.50	16.35	20.82
10	14106	A	73	B	72	B	68	12.50	16.35	20.82
15	16753	B	70	B	67	B	62	12.50	16.35	20.82
20	19898	B	64	B	61	C	55	12.50	16.35	20.82
25	23632	C	58	C	54	D	47	14.99	16.35	20.82
30	28068	C	50	D	46	D	37	16.43	16.35	20.82

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.64**  
**Costos de operación vehículo tipo “C3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "C3" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	58	E	44	F	12	14.99	16.35	20.82
5	11877	D	55	F	39	F	10	15.46	16.35	20.82
10	14106	E	52	F	33	F	10	15.94	16.35	20.82
15	16753	E	48	F	10	F	10	16.43	16.35	20.82
20	19898	E	44	F	17	F	10	17.48	19.64	20.82
25	23632	E	39	F	9	F	10	17.48	21.20	20.82
30	28068	F	38	F	10	F	10	17.48	21.73	20.82

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.65**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S2" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	82	A	82	A	82	18.57	20.77	25.96
5	11877	A	82	A	82	B	81	18.57	20.77	25.96
10	14106	A	82	B	81	B	76	18.57	20.77	25.96
15	16753	B	78	B	75	B	69	18.57	20.77	25.96
20	19898	B	72	B	69	C	62	18.57	20.77	25.96
25	23632	C	65	C	61	D	53	18.57	20.77	25.96
30	28068	C	56	D	51	D	41	18.57	20.77	25.96

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.66**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S2" Terreno: plano, lomerío y**  
**montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S2" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	65	E	49	F	14	18.57	20.77	25.96
5	11877	D	62	F	43	F	10	19.32	20.77	25.96
10	14106	E	59	F	37	F	10	20.11	20.77	25.96
15	16753	E	54	F	10	F	10	20.95	20.77	25.96
20	19898	E	49	F	19	F	10	21.83	22.97	25.96
25	23632	E	44	F	11	F	10	22.77	25.37	25.96
30	28068	F	43	F	10	F	10	22.77	26.23	25.96

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.67**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S3" Terreno: plano, lomerío y**  
**montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S3" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	73	A	73	A	73	19.07	24.83	31.39
5	11877	A	73	A	73	B	72	19.07	24.83	31.39
10	14106	A	73	B	72	B	68	19.07	24.83	31.39
15	16753	B	70	B	67	B	62	19.07	24.83	31.39
20	19898	B	64	B	61	C	55	20.95	24.83	31.39
25	23632	C	58	C	54	D	47	22.77	24.83	31.39
30	28068	C	50	D	46	D	37	24.51	24.83	31.39

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.68**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S3" Terreno: plano, lomerío y**  
**montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S3" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	58	E	44	F	12	22.77	24.83	31.39
5	11877	D	55	F	39	F	10	23.65	24.83	31.39
10	14106	E	52	F	33	F	10	23.65	24.83	31.39
15	16753	E	48	F	10	F	10	24.51	24.83	31.39
20	19898	E	44	F	17	F	10	26.19	26.38	31.39
25	23632	E	39	F	9	F	10	27.01	29.72	31.39
30	28068	F	38	F	10	F	10	27.01	30.63	31.39

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.69**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S2R4" CON PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	A	60	A	60	A	60	24.72	33.23	42.89
5	11877	A	60	A	60	B	60	24.72	33.23	42.89
10	14106	A	60	B	60	B	56	24.72	33.23	42.89
15	16753	B	58	B	56	B	51	24.72	33.23	42.89
20	19898	B	53	B	51	C	46	24.72	33.23	42.89
25	23632	C	48	C	45	D	39	29.45	33.23	42.89
30	28068	C	41	D	38	D	31	31.46	33.23	42.89

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.70**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S2R4" SIN PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	D	48	E	36	F	10	28.50	33.23	42.89
5	11877	D	46	F	32	F	10	29.45	33.23	42.89
10	14106	E	43	F	27	F	10	30.44	33.23	42.89
15	16753	E	40	F	10	F	10	32.53	33.23	42.89
20	19898	E	36	F	14	F	10	33.66	33.23	42.89
25	23632	E	33	F	8	F	10	34.87	38.36	42.89
30	28068	F	32	F	10	F	10	34.87	40.47	42.89

Fuente: Elaboración propia.

## 4.6 Costos de operación vehicular 2017 para un TDPA de 15,000 vehículos

Los costos de operación vehicular 2017 se muestran para las condiciones sin proyecto y con proyecto para un TDPA de 15 000 vehículos, estos costos de operación se consignan de la tabla 4.71 a la tabla 4.84 para las 7 composiciones vehiculares establecidas, así como, por tipo de terreno.

**Tabla 4.71**  
**Costos de operación vehículo tipo "A" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "A" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	95	A	95	A	95	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83
5	17815	A	95	A	95	B	95	\$ 4.64	\$ 5.16	\$ 5.83
10	21159	A	95	B	94	B	89	\$ 5.04	\$ 5.16	\$ 5.83
15	25130	B	91	B	88	B	81	\$ 5.71	\$ 5.16	\$ 5.83
20	29847	B	84	B	80	C	72	\$ 6.65	\$ 6.04	\$ 5.83
25	35449	C	76	C	71	D	61	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 7.37
30	42102	C	65	D	60	D	48	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 8.04

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.72**  
**Costos de operación vehículo tipo "A" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "A" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	D	76	E	57	F	16	\$ 6.30	\$ 5.34	\$ 5.83
5	17815	D	72	F	51	F	10	\$ 6.65	\$ 6.04	\$ 5.83
10	21159	E	68	F	43	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 5.83
15	25130	E	63	F	33	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 6.61
20	29847	E	57	F	23	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 7.09
25	35449	E	51	F	12	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 7.37
30	42102	F	50	F	10	F	10	\$ 7.03	\$ 7.11	\$ 7.69

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.73**  
**Costos de Operación vehículo tipo "B" Terreno: Plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "B" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	89	A	89	A	89	14.77	18.20	22.43
5	17815	A	89	A	89	B	89	14.77	18.20	22.43
10	21159	A	89	B	89	B	83	16.20	18.20	22.43
15	25130	B	86	B	82	B	76	16.95	18.20	22.43
20	29847	B	79	B	75	C	68	18.34	20.69	22.43
25	35449	C	71	C	67	D	58	18.92	22.88	25.45
30	42102	C	61	D	56	D	45	18.92	22.88	27.12

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.74**  
**Costos de operación vehículo tipo “B” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "B" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	D	72	E	54	F	15	17.82	18.63	22.43
5	17815	D	68	F	48	F	10	18.34	20.69	22.43
10	21159	E	64	F	40	F	10	18.92	22.24	22.43
15	25130	E	59	F	31	F	10	18.92	22.88	22.79
20	29847	E	54	F	21	F	10	18.92	22.88	24.46
25	35449	E	48	F	12	F	10	18.92	22.88	25.45
30	42102	F	47	F	10	F	10	18.92	22.88	25.98

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.75**  
**Costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "C2" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	77	A	77	A	77	8.92	11.24	13.98
5	17815	A	77	A	77	B	77	8.92	11.24	13.98
10	21159	A	77	B	77	B	72	10.51	11.24	13.98
15	25130	B	74	B	71	B	65	11.99	11.24	13.98
20	29847	B	68	B	65	C	58	13.01	14.50	13.98
25	35449	C	61	C	58	D	50	14.13	16.88	17.98
30	42102	C	53	D	49	D	39	14.13	16.88	19.80

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.76**  
**Costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "C2" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	D	62	E	47	F	13	12.49	12.84	13.98
5	17815	D	59	F	41	F	10	13.55	14.50	13.98
10	21159	E	55	F	35	F	10	14.13	16.26	13.98
15	25130	E	51	F	27	F	10	14.13	16.88	16.81
20	29847	E	46	F	18	F	10	14.13	16.88	17.39
25	35449	E	42	F	10	F	10	14.13	16.88	17.98
30	42102	F	40	F	10	F	10	14.13	16.88	18.57

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.77**  
**Costos de operación vehículo tipo “C3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "C3" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	73	A	73	A	73	12.50	16.35	20.82
5	17815	A	73	A	73	B	72	12.50	16.35	20.82
10	21159	A	73	B	72	B	68	14.04	16.35	20.82
15	25130	B	70	B	67	B	62	15.46	16.35	20.82
20	29847	B	64	B	61	C	55	16.94	16.93	20.82
25	35449	C	58	C	54	D	47	17.48	21.73	20.82
30	42102	C	50	D	46	D	37	17.48	21.73	26.50

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.78**  
**Costos de operación vehículo tipo “C3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "C3" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	D	58	E	44	F	12	15.94	16.35	20.82
5	17815	D	55	F	39	F	10	16.94	16.93	20.82
10	21159	E	52	F	33	F	10	17.48	20.16	20.82
15	25130	E	48	F	10	F	10	17.48	21.20	20.82
20	29847	E	44	F	17	F	10	17.48	21.73	20.82
25	35449	E	39	F	9	F	10	17.48	21.73	20.82
30	42102	F	38	F	10	F	10	17.48	21.73	20.82

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.79**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S2" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	82	A	82	A	82	18.57	20.77	25.96
5	17815	A	82	A	82	B	81	18.57	20.77	25.96
10	21159	A	82	B	81	B	76	18.57	20.77	25.96
15	25130	B	78	B	75	B	69	18.57	20.77	25.96
20	29847	B	72	B	69	C	62	18.57	20.77	25.96
25	35449	C	65	C	61	D	53	18.57	20.77	25.96
30	42102	C	56	D	51	D	41	18.57	20.77	25.96

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.80**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S2" SIN PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	D	65	E	49	F	14	20.11	20.77	25.96
5	17815	D	62	F	43	F	10	20.95	20.77	25.96
10	21159	E	59	F	37	F	10	21.83	24.54	25.96
15	25130	E	54	F	10	F	10	22.77	25.37	25.96
20	29847	E	49	F	19	F	10	22.77	26.23	25.96
25	35449	E	44	F	11	F	10	22.77	26.23	25.96
30	42102	F	43	F	10	F	10	23.76	27.15	25.96

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 4.81**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S3" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S3" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	73	A	73	A	73	19.07	24.83	31.39
5	17815	A	73	A	73	B	72	19.07	24.83	31.39
10	21159	A	73	B	72	B	68	21.87	24.83	31.39
15	25130	B	70	B	67	B	62	23.65	24.83	31.39
20	29847	B	64	B	61	C	55	25.36	24.83	31.39
25	35449	C	58	C	54	D	47	27.80	31.57	31.39
30	42102	C	50	D	46	D	37	27.80	33.56	40.18

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.82**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S3" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S3" SIN PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	D	58	E	44	F	12	24.51	24.83	31.39
5	17815	D	55	F	39	F	10	25.36	24.83	31.39
10	21159	E	52	F	33	F	10	26.19	28.85	31.39
15	25130	E	48	F	10	F	10	27.01	29.72	31.39
20	29847	E	44	F	17	F	10	27.01	30.63	31.39
25	35449	E	39	F	9	F	10	27.80	31.57	31.39
30	42102	F	38	F	10	F	10	27.80	31.57	31.39

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.83**  
**Costos de operación vehículo tipo "T3S2R4" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km con proyecto**

COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S2R4" CON PROYECTO								COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
AÑO	TDPA	NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	A	60	A	60	A	60	24.72	33.23	42.89
5	17815	A	60	A	60	B	60	24.72	33.23	42.89
10	21159	A	60	B	60	B	56	27.56	33.23	42.89
15	25130	B	58	B	56	B	51	29.45	33.23	42.89
20	29847	B	53	B	51	C	46	32.53	33.23	42.89
25	35449	C	48	C	45	D	39	34.87	41.52	42.89
30	42102	C	41	D	38	D	31	34.87	43.55	53.26

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.84**  
**Costos de operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km sin proyecto**

AÑO	TDPA	COSTO DE OPERACIÓN 2017 VEHICULO TIPO "T3S2R4" SIN PROYECTO						COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM		
		NIVEL DE SERVICIO PLANO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR PLANO	NIVEL DE SERVICIO LOMERIO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR LOMERIO	NIVEL DE SERVICIO MONTAÑOSO	VELOCIDAD DE OPERACIÓN KM/HR MONTAÑOSOS	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	15000	D	48	E	36	F	10	31.46	33.23	42.89
5	17815	D	46	F	32	F	10	32.53	33.23	42.89
10	21159	E	43	F	27	F	10	34.87	33.23	42.89
15	25130	E	40	F	10	F	10	34.87	39.42	42.89
20	29847	E	36	F	14	F	10	34.87	40.47	42.89
25	35449	E	33	F	8	F	10	34.87	41.52	42.89
30	42102	F	32	F	10	F	10	34.87	42.54	42.89

Fuente: Elaboración propia.

## 5 Ahorros en costos de operación vehicular 2016 y 2017

Con base en los datos anteriores se determinaron los ahorros en costo de operación vehicular unitarios por tipo de vehículo y por año, comparando así los ahorros en costos de operación vehicular 2016 y 2017.

### 5.1 Ahorros en costos de operación vehicular 2016 y 2017 con un TDPA de 5,000 vehículos.

Los ahorros en costos de operación vehicular 2016 y 2017 debidos al incremento en los combustibles se consignan en las tablas 5.1 a 5.7 para un TDPA de 5000 vehículos para distintas superficies de terreno y para las 7 composiciones vehiculares establecidas. Estos ahorros se obtienen mediante la diferencia de los beneficios en costos de operación 2016 para las condiciones sin y con proyecto y los correspondientes a la diferencia obtenida para en las mismas condiciones para 2017. Posteriormente, se obtiene el incremento en los costos de operación entre 2017 y 2016 de las condiciones de TDPA tipo de terreno y tipo de vehículo establecidas.

**Tabla 5.1**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo "A" Terreno: lano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "A"											
AÑO	TDPA	AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
		PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	5000	\$ 2.12	\$ 1.73	\$ -	\$ 2.38	\$ 1.95	\$ -	12.63%	12.63%	0.00%	
5	5938	\$ 2.12	\$ 1.73	\$ 1.65	\$ 2.38	\$ 1.95	\$ 1.86	12.63%	12.63%	12.63%	
10	7053	\$ 2.12	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 2.38	\$ 1.95	\$ 2.21	12.63%	12.63%	12.63%	
15	8377	\$ 2.12	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 2.38	\$ 1.95	\$ 2.21	12.63%	12.63%	12.63%	
20	9949	\$ 2.12	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 2.38	\$ 1.95	\$ 2.21	12.63%	12.63%	12.63%	
25	11816	\$ 2.12	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 2.38	\$ 1.95	\$ 2.21	12.63%	12.63%	12.63%	
30	14034	\$ 2.12	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 2.38	\$ 1.95	\$ 2.21	12.63%	12.63%	12.63%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.2**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “B” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "B"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	5000	\$ 3.74	\$ 3.65	\$ -	\$ 4.15	\$ 4.05	\$ -	10.93%	10.93%	0.00%	
5	5938	\$ 3.74	\$ 4.22	\$ 3.70	\$ 4.15	\$ 4.68	\$ 4.11	10.93%	10.93%	10.93%	
10	7053	\$ 3.74	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 4.15	\$ 4.68	\$ 4.69	10.93%	10.93%	10.93%	
15	8377	\$ 3.74	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 4.15	\$ 4.68	\$ 4.69	10.93%	10.93%	10.93%	
20	9949	\$ 3.74	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 4.15	\$ 4.68	\$ 4.69	10.93%	10.93%	10.93%	
25	11816	\$ 3.74	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 4.15	\$ 4.68	\$ 4.69	10.93%	10.93%	10.93%	
30	14034	\$ 3.74	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 4.15	\$ 4.68	\$ 4.69	10.93%	10.93%	10.93%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.3**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "C2"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	5000	\$ 2.17	\$ 1.90	\$ 0.37	\$ 2.51	\$ 2.20	\$ 0.43	15.37%	15.37%	15.37%	
5	5938	\$ 2.17	\$ 2.23	\$ 1.49	\$ 2.51	\$ 2.58	\$ 2.05	15.37%	15.37%	38.01%	
10	7053	\$ 2.17	\$ 2.23	\$ 2.09	\$ 2.51	\$ 2.58	\$ 2.41	15.37%	15.37%	15.37%	
15	8377	\$ 2.17	\$ 2.23	\$ 2.09	\$ 2.51	\$ 2.58	\$ 2.41	15.37%	15.37%	15.37%	
20	9949	\$ 2.17	\$ 2.23	\$ 2.09	\$ 2.51	\$ 2.58	\$ 2.41	15.37%	15.37%	15.37%	
25	11816	\$ 2.17	\$ 2.23	\$ 2.09	\$ 2.51	\$ 2.58	\$ 2.41	15.37%	15.37%	15.37%	
30	14034	\$ 2.17	\$ 2.23	\$ 2.09	\$ 2.51	\$ 2.58	\$ 2.41	15.37%	15.37%	15.37%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.4**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “C3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "C3"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	5000	\$ 4.31	\$ 3.75	\$ -	\$ 4.97	\$ 4.33	\$ -	15.47%	15.47%	0.00%	
5	5938	\$ 4.31	\$ 4.66	\$ -	\$ 4.97	\$ 5.38	\$ -	15.47%	15.47%	0.00%	
10	7053	\$ 4.31	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 4.97	\$ 5.38	\$ 5.68	15.47%	15.47%	15.47%	
15	8377	\$ 4.31	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 4.97	\$ 5.38	\$ 5.68	15.47%	15.47%	15.47%	
20	9949	\$ 4.31	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 4.97	\$ 5.38	\$ 5.68	15.47%	15.47%	15.47%	
25	11816	\$ 4.31	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 4.97	\$ 5.38	\$ 5.68	15.47%	15.47%	15.47%	
30	14034	\$ 4.31	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 4.97	\$ 5.38	\$ 5.68	15.47%	15.47%	15.47%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.5**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "T3S2"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	5000	\$ 2.91	\$ 3.36	\$ -	\$ 3.26	\$ 3.76	\$ -	11.91%	11.91%	0.00%	
5	5938	\$ 4.64	\$ 5.69	\$ -	\$ 5.19	\$ 6.37	\$ -	11.91%	11.91%	0.00%	
10	7053	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 5.73	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 6.42	11.91%	11.91%	11.91%	
15	8377	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%	
20	9949	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%	
25	11816	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%	
30	14034	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.6**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "T3S3"											
AÑO	TDPA	AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
		PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	5000	\$ 6.31	\$ 3.56	\$ -	\$ 7.12	\$ 4.01	\$ -	12.76%	12.76%	0.00%	
5	5938	\$ 7.74	\$ 5.97	\$ -	\$ 8.73	\$ 6.73	\$ -	12.76%	12.76%	0.00%	
10	7053	\$ 7.74	\$ 7.74	\$ 6.11	\$ 8.73	\$ 8.72	\$ 6.89	12.76%	12.76%	12.76%	
15	8377	\$ 7.74	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 8.73	\$ 8.72	\$ 8.79	12.76%	12.76%	12.76%	
20	9949	\$ 7.74	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 8.73	\$ 8.72	\$ 8.79	12.76%	12.76%	12.76%	
25	11816	\$ 7.74	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 8.73	\$ 8.72	\$ 8.79	12.76%	12.76%	12.76%	
30	14034	\$ 7.74	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 8.73	\$ 8.72	\$ 8.79	12.76%	12.76%	12.76%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.7**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "T3S2R4"											
AÑO	TDPA	AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
		PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	5000	\$ 8.95	\$ -	\$ -	\$ 10.15	\$ -	\$ -	13.34%	0.00%	0.00%	
5	5938	\$ 8.95	\$ 8.22	\$ -	\$ 10.15	\$ 9.32	\$ -	13.34%	13.34%	0.00%	
10	7053	\$ 8.95	\$ 9.11	\$ 5.49	\$ 10.15	\$ 10.32	\$ 6.22	13.34%	13.34%	13.34%	
15	8377	\$ 8.95	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 10.15	\$ 10.32	\$ 10.36	13.34%	13.34%	13.34%	
20	9949	\$ 8.95	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 10.15	\$ 10.32	\$ 10.36	13.34%	13.34%	13.34%	
25	11816	\$ 8.95	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 10.15	\$ 10.32	\$ 10.36	13.34%	13.34%	13.34%	
30	14034	\$ 8.95	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 10.15	\$ 10.32	\$ 10.36	13.34%	13.34%	13.34%	

Fuente: Elaboración propia.

## 5.2 Ahorros en costos de operación vehicular 2016 y 2017 con un TDPA de 10,000 vehículos

Los ahorros en costos de operación vehicular 2016 y 2017 debidos al incremento en los combustibles se consignan en las tablas 5.1 a 5.7 para un TDPA de 10 000 vehículos para distintas superficies de terreno y para las 7 composiciones vehiculares establecidas. Estos ahorros se obtienen mediante la diferencia de los beneficios en costos de operación 2016 para las condiciones sin y con proyecto y los correspondientes a la diferencia obtenida para en las mismas condiciones para 2017. Posteriormente, se obtiene el incremento en los costos de operación entre 2017 y 2016 de las condiciones de TDPA tipo de terreno y tipo de vehículo establecidas.

**Tabla 5.8**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “A” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "A"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	10000	\$ 2.12	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 2.38	\$ 1.38	\$ -	12.63%	-20.46%	-100.00%	
5	11877	\$ 2.12	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 2.38	\$ 1.95	\$ 0.78	12.63%	12.63%	-60.13%	
10	14106	\$ 2.12	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 2.38	\$ 1.95	\$ 2.21	12.63%	12.63%	12.63%	
15	16753	\$ 1.76	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 2.38	\$ 1.95	\$ 2.21	35.23%	12.63%	12.63%	
20	19898	\$ 1.17	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 1.79	\$ 1.95	\$ 2.21	52.88%	12.63%	12.63%	
25	23632	\$ 0.34	\$ 0.95	\$ 1.96	\$ 1.04	\$ 1.95	\$ 2.21	208.92%	105.80%	12.63%	
30	28068	\$ -	\$ -	\$ 0.59	\$ 0.38	\$ 0.83	\$ 2.21	0.00%	0.00%	272.71%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.9**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “B” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "B"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	10000	\$ 3.74	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 4.15	\$ 3.48	\$ -	10.93%	-17.50%	0.00%	
5	11877	\$ 3.74	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 4.15	\$ 4.68	\$ 0.74	10.93%	10.93%	-82.59%	
10	14106	\$ 3.74	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 4.15	\$ 4.68	\$ 4.69	10.93%	10.93%	10.93%	
15	16753	\$ 2.45	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 4.15	\$ 4.68	\$ 4.69	69.67%	10.93%	10.93%	
20	19898	\$ 1.40	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 2.71	\$ 4.68	\$ 4.69	93.76%	10.93%	10.93%	
25	23632	\$ 0.52	\$ 1.97	\$ 4.23	\$ 1.55	\$ 4.68	\$ 4.69	197.38%	138.01%	10.93%	
30	28068	\$ -	\$ -	\$ 1.51	\$ 0.58	\$ 1.71	\$ 4.69	0.00%	0.00%	211.16%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.10**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “C2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "C2"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	10000	\$ 2.17	\$ 2.23	\$ 2.09	\$ 2.51	\$ 1.85	\$ 0.43	15.37%	-17.07%	-120.55%	
5	11877	\$ 2.17	\$ 2.23	\$ 2.09	\$ 2.51	\$ 2.58	\$ 1.09	15.37%	15.37%	-47.77%	
10	14106	\$ 2.17	\$ 2.23	\$ 2.09	\$ 2.51	\$ 2.58	\$ 2.41	15.37%	15.37%	15.37%	
15	16753	\$ 0.80	\$ 2.23	\$ 2.09	\$ 2.51	\$ 2.58	\$ 2.41	214.38%	15.37%	15.37%	
20	19898	-\$ 0.48	\$ 2.23	\$ 2.09	\$ 0.92	\$ 2.58	\$ 2.41	-290.07%	15.37%	15.37%	
25	23632	-\$ 1.37	-\$ 0.59	\$ 2.09	-\$ 0.56	\$ 2.58	\$ 2.41	-59.23%	-540.53%	15.37%	
30	28068	-\$ 2.34	-\$ 2.65	-\$ 1.38	-\$ 2.12	-\$ 0.68	\$ 2.41	-9.20%	-74.51%	-274.79%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.11**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “C3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "C3"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	10000	\$ 4.31	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 4.97	\$ 2.76	\$ -	15.47%	-40.70%	-100.00%	
5	11877	\$ 4.31	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 4.97	\$ 5.38	\$ -	15.47%	15.47%	-100.00%	
10	14106	\$ 4.31	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 4.97	\$ 5.38	\$ 4.52	15.47%	15.47%	-8.05%	
15	16753	\$ 2.98	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 4.97	\$ 5.38	\$ 5.68	67.12%	15.47%	15.47%	
20	19898	\$ 1.74	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 3.44	\$ 5.38	\$ 5.68	97.12%	15.47%	15.47%	
25	23632	\$ 0.46	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 2.01	\$ 5.38	\$ 5.68	335.01%	15.47%	15.47%	
30	28068	\$ -	\$ -	\$ 4.92	\$ 0.53	\$ 3.69	\$ 5.68	0.00%	0.00%	15.47%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.12**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “T3S2” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "T3S2"										
AÑO	TDPA	AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017		
		PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 2.38	\$ 2.20	\$ -	-57.46%	-70.57%	-100.00%
5	11877	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 4.20	\$ 4.59	\$ -	-24.90%	-38.45%	-100.00%
10	14106	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 7.33	\$ 3.21	11.91%	-1.70%	-55.24%
15	16753	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%
20	19898	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%
25	23632	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%
30	28068	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.13**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "T3S3"										
AÑO	TDPA	AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017		
		PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	\$ 7.74	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 6.29	\$ 0.77	\$ -	-18.79%	-90.11%	-100.00%
5	11877	\$ 7.74	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 7.93	\$ 5.79	\$ -	2.46%	-25.12%	-100.00%
10	14106	\$ 7.74	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 8.73	\$ 8.72	\$ -	12.76%	12.76%	-100.00%
15	16753	\$ 5.26	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 8.73	\$ 8.72	\$ 8.79	65.87%	12.76%	12.76%
20	19898	\$ 3.69	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 5.94	\$ 8.72	\$ 8.79	61.05%	12.76%	12.76%
25	23632	\$ 2.17	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 4.16	\$ 8.72	\$ 8.79	91.81%	12.76%	12.76%
30	28068	\$ -	\$ 1.77	\$ 7.80	\$ 2.44	\$ 8.72	\$ 8.79	0.00%	393.85%	12.76%

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.14**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "T3S2R4"										
AÑO	TDPA	AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017		
		PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO
0	10000	\$ 8.95	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 8.94	\$ -	\$ -	-0.12%	-100.00%	-100.00%
5	11877	\$ 8.95	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 10.15	\$ 6.19	\$ -	13.34%	-31.99%	-100.00%
10	14106	\$ 8.95	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 10.15	\$ 10.32	\$ -	13.34%	13.34%	-100.00%
15	16753	\$ 6.45	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 10.15	\$ 10.32	\$ 10.36	57.39%	13.34%	13.34%
20	19898	\$ 3.91	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 7.31	\$ 10.32	\$ 10.36	86.99%	13.34%	13.34%
25	23632	\$ 2.06	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 4.43	\$ 10.32	\$ 10.36	114.79%	13.34%	13.34%
30	28068	\$ -	\$ 1.79	\$ 9.14	\$ 2.34	\$ 10.32	\$ 10.36	0.00%	476.17%	13.34%

Fuente: Elaboración propia.



### 5.3 Ahorros en costos de operación vehicular 2016 y 2017 con un TDPA de 15,000 vehículos.

Los ahorros en costos de operación vehicular 2016 y 2017 debidos al incremento en los combustibles se consignan en las tablas 5.1 a 5.7 para un TDPA de 15 000 vehículos para distintas superficies de terreno y para las 7 composiciones vehiculares establecidas. Estos ahorros se obtienen mediante la diferencia de los beneficios en costos de operación 2016 para las condiciones sin y con proyecto y los correspondientes a la diferencia obtenida en las mismas condiciones para 2017. Posteriormente, se obtiene el incremento en los costos de operación entre 2017 y 2016 de las condiciones de TDPA tipo de terreno y tipo de vehículo establecidas.

**Tabla 5.15**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “A” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "A"											
AÑO	TDPA	AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
		PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	15000	\$ 2.12	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 2.38	\$ 1.95	\$ 2.21	12.63%	12.63%	12.63%	
5	17815	\$ 1.40	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 1.57	\$ 1.95	\$ 2.21	12.63%	12.63%	12.63%	
10	21159	\$ 0.92	\$ 1.73	\$ 1.96	\$ 1.04	\$ 1.95	\$ 2.21	12.63%	12.63%	12.63%	
15	25130	\$ -	\$ 0.51	\$ 1.96	\$ -	\$ 0.57	\$ 2.21	0.00%	12.63%	12.63%	
20	29847	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0.00%	0.00%	0.00%	
25	35449	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0.00%	0.00%	0.00%	
30	42102	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0.00%	0.00%	0.00%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.16**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “B” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "B"											
AÑO	TDPA	AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
		PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	15000	\$ 3.74	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 4.15	\$ 4.68	\$ 4.69	10.93%	10.93%	0.00%	
5	17815	\$ 2.12	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 2.35	\$ 4.68	\$ 4.69	10.93%	10.93%	10.93%	
10	21159	\$ 1.40	\$ 4.22	\$ 4.23	\$ 1.55	\$ 4.68	\$ 4.69	10.93%	10.93%	10.93%	
15	25130	\$ -	\$ 1.08	\$ 4.23	\$ -	\$ 1.20	\$ 4.69	0.00%	10.93%	10.93%	
20	29847	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0.00%	0.00%	0.00%	
25	35449	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0.00%	0.00%	0.00%	
30	42102	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0.00%	0.00%	0.00%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.17**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo "C2" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "C2"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	15000	\$ 2.17	\$ 2.23	\$ 2.09	\$ 2.51	\$ 2.58	\$ 2.41	15.37%	15.37%	15.37%	
5	17815	\$ 0.37	\$ 2.23	\$ 2.09	\$ 0.42	\$ 2.58	\$ 2.41	15.37%	15.37%	15.37%	
10	21159	-\$ 0.92	\$ 2.23	\$ 2.09	-\$ 1.06	\$ 2.58	\$ 2.41	15.37%	15.37%	15.37%	
15	25130	-\$ 2.34	-\$ 1.59	\$ 2.09	-\$ 2.70	-\$ 1.84	\$ 2.41	15.37%	15.37%	15.37%	
20	29847	-\$ 2.34	-\$ 2.65	-\$ 2.96	-\$ 2.70	-\$ 3.06	-\$ 3.41	15.37%	15.37%	15.37%	
25	35449	-\$ 2.34	-\$ 2.65	-\$ 2.96	-\$ 2.70	-\$ 3.06	-\$ 3.41	15.37%	15.37%	15.37%	
30	42102	-\$ 2.34	-\$ 2.65	-\$ 2.96	-\$ 2.70	-\$ 3.06	-\$ 3.41	15.37%	15.37%	15.37%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.18**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo "C3" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "C3"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	15000	\$ 4.31	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 4.97	\$ 5.38	\$ 5.68	15.47%	15.47%	15.47%	
5	17815	\$ 2.56	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 2.96	\$ 5.38	\$ 5.68	15.47%	15.47%	15.47%	
10	21159	\$ 1.33	\$ 4.66	\$ 4.92	\$ 1.53	\$ 5.38	\$ 5.68	15.47%	15.47%	15.47%	
15	25130	\$ -	\$ 1.81	\$ 4.92	\$ -	\$ 2.09	\$ 5.68	0.00%	15.47%	15.47%	
20	29847	\$ -	\$ -	\$ 1.00	\$ -	\$ -	\$ 1.16	0.00%	0.00%	15.47%	
25	35449	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0.00%	0.00%	0.00%	
30	42102	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0.00%	0.00%	0.00%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.19**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo "T3S2" Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "T3S2"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	15000	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%	
5	17815	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%	
10	21159	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%	
15	25130	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%	
20	29847	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%	
25	35449	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%	
30	42102	\$ 5.59	\$ 7.46	\$ 7.17	\$ 6.25	\$ 8.35	\$ 8.02	11.91%	11.91%	11.91%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.20**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “T3S3” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "T3S3"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	15000	\$ 6.90	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 7.78	\$ 8.72	\$ 8.79	12.76%	12.76%	12.76%	
5	17815	\$ 4.47	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 5.04	\$ 8.72	\$ 8.79	12.76%	12.76%	12.76%	
10	21159	\$ 3.69	\$ 7.74	\$ 7.80	\$ 4.16	\$ 8.72	\$ 8.79	12.76%	12.76%	12.76%	
15	25130	\$ 1.43	\$ 6.37	\$ 7.80	\$ 1.61	\$ 7.18	\$ 8.79	12.76%	12.76%	12.76%	
20	29847	\$ -	\$ -	\$ 7.80	\$ -	\$ -	\$ 8.79	0.00%	0.00%	12.76%	
25	35449	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0.00%	0.00%	0.00%	
30	42102	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0.00%	0.00%	0.00%	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.21**  
**Ahorros en costos de operación vehículo tipo “T3S2R4” Terreno: plano, lomerío y montañoso**  
**Valores calculados, en pesos por veh-km**

AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULO TIPO "T3S2R4"											
		AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2016			AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEH-KM 2017			DIFERENCIA DE AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR 2016 Y 2017			
AÑO	TDPA	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO	MONTAÑOSO	
0	15000	\$ 8.95	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 10.15	\$ 10.32	\$ 10.36	13.34%	13.34%	13.34%	
5	17815	\$ 5.62	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 6.37	\$ 10.32	\$ 10.36	13.34%	13.34%	13.34%	
10	21159	\$ 3.91	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 4.43	\$ 10.32	\$ 10.36	13.34%	13.34%	13.34%	
15	25130	\$ 1.06	\$ 9.11	\$ 9.14	\$ 1.21	\$ 10.32	\$ 10.36	13.34%	13.34%	13.34%	
20	29847	\$ -	\$ -	\$ 9.14	\$ -	\$ -	\$ 10.36	0.00%	0.00%	13.34%	
25	35449	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0.00%	0.00%	0.00%	
30	42102	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	0.00%	0.00%	0.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Los ahorros en costos de operación vehicular se obtuvieron al comparar las situaciones con y sin proyecto del tramo carretero propuesto, en donde variamos el TDPA (Tránsito diario promedio anual) y el tipo de terreno, para así obtener costos de operación vehicular ya sea 2016 o 2017 por tipo de vehículo.

De la tabla 5.1 a la tabla 5.21 se muestra la diferencia de beneficios de toda la composición vehicular tomando en cuenta los costos de operación 2016 y 2017. Con un TDPA de 5000, 10,000 y 15,000 vehículos en donde se tienen principalmente diferencias de 12.63% en los vehículos tipo “A”, 10.93% en los vehículos tipo “B” 15.37% en los vehículos tipo “C2”, 15.47% en los vehículos tipo “C3”, 11.91% en los vehículos tipo “T3S2”, 12.76% en los vehículos tipo “T3S3” y 13.34% en los vehículos “T3S2R4”. Estos resultados se consignan en las conclusiones generales del documento.

El vehículo ligero tipo “A” se considera como el único vehículo de la clasificación vehicular que consume gasolina, todos los demás vehículos se consideran que consumen diésel.



## Conclusiones

---

Al realizar los cálculos utilizando los costos de operación base 2016 y 2017 sobre una carretera tipo, es más fácil comparar el incremento que hubo en costos de operación vehicular con respecto al incremento en los precios de los hidrocarburos.

Sabiendo que las variaciones en costos de operación tienen principalmente diferencias de 12.63% en los vehículos tipo "A", 10.93% en los vehículos tipo "B" 15.37% en los vehículos tipo "C2", 15.47% en los vehículos tipo "C3", 11.91% en los vehículos tipo "T3S2", 12.76% en los vehículos tipo "T3S3" y 13.34% en los vehículos "T3S2R4"

Finalmente, por lo que se refiere a la gasolina, esta tuvo un incremento del 26.06% en precios corrientes al pasar de \$11.05/lt en 2016 a \$13.93/lt en 2017 (sin IVA). En el caso del diésel, este pasó de \$11.57/lt en 2016 a \$14.85/lt en 2017 (sin IVA), es decir, sufrió un incremento del 28.35% en precios corrientes.

Por lo que al comparar el incremento a los hidrocarburos con el incremento en los ahorros en costos de operación, estos representan diferencias de 48.47% en los vehículos tipo "A" con respecto a la gasolina, 38.55% en los vehículos tipo "B" 54.21% en los vehículos tipo "C2", 54.57% en los vehículos tipo "C3", 42.01% en los vehículos tipo "T3S2", 45.01% en los vehículos tipo "T3S3" y 47.05% en los vehículos "T3S2R4" estos últimos con respecto a la variación del costo del diésel.

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 ex ante y ex post, del sector carretero del país.



## Bibliografía

---

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

Aguerreberre, 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. y Aguerreberre, R. *Estado Superficial y Costos de Operación en Carreteras*, Publicación Técnica No. 202, Instituto Mexicano del Transporte, SCT, 2001.

Arroyo, J. A. y Aguerreberre, R. *Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2006*, Publicación Técnica No. 282, Instituto Mexicano del Transporte, SCT, 2006.

Arroyo, J. A., Aguerreberre, R. y Torres, G. *Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2008*, Publicación Técnica No. 316, Instituto Mexicano del Transporte, SCT, 2008.

Arroyo, J. A., Aguerreberre, R. y Torres, G. *Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2010*, Publicación Técnica No. 337, Instituto Mexicano del Transporte, SCT, 2010.

Arroyo, J. A., Aguerreberre, R. y Torres, G. *Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2012*, Publicación Técnica No. 368, Instituto Mexicano del Transporte, SCT, 2012.

Arroyo, J. A., Aguerreberre, R. y Torres, G. *Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2014*, Publicación Técnica No. 407, Instituto Mexicano del Transporte, SCT, 2014.

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. *Impacto del incremento al precio de los combustibles en los costos de operación vehicular* Publicación Técnica No. 553, Instituto Mexicano del Transporte, SCT, 2019.

BANXICO (portal en Internet).

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.

Comisión Reguladora de Energía - CRE (portal en Internet).

Diversas agencias autorizadas Mercedes-Benz, International, Volvo, Scania, Chevrolet, Nissan y MAREQSA.

Empresas fabricantes y renovadoras de neumáticos como Goodyear, Uniroyal y Firestone.

Gobierno de la República, *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*, México.

INEGI (portal en Internet).

PEMEX (portal en Internet).

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018*, México.

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (portal en Internet).

The World Bank, *Vehicle Operating Costs Model, VOC. Versión 4.0*, Washington, D. C., 1993.

Watanatada, T., Dhareshwar, A. M. and Rezende, P. R. S. *Vehicle Speeds and Operating Costs, Models for Road Planning and Management*, Published for The World Bank, 1987.





Km 12+000 Carretera Estatal 431 "El Colorado-Galindo"  
Parque Tecnológico San Fandila  
Mpio. Pedro Escobedo, Querétaro, México  
CP 76703  
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610  
Fax +52 (442) 216 9671

[publicaciones@imt.mx](mailto:publicaciones@imt.mx)

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