INALOG

INSTITUTO NACIONAL DE LOGÍSTICA

Estudio comparativo de **costos** de operación vehicular en los **principales corredores logísticos**

Estimación de costos de operación de los camiones pesados, por corredor logístico, según el modelo VOC-HDM4 del Banco Mundial

NOVIEMBRE | 2023

ÍNDICE

1 Introducción 7
2 Metodología de cálculo del costo de operación vehicular 9
2.1 Corredores de transporte de carga estudiados 10
2.2 Costo de operación vehicular por kilómetro 12
2.2.1 Datos del inventario vial 12
2.2.2 Datos del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) 13
2.2.3 Precios y características de la operación 14
2.2.4 Descripción de los conceptos utilizados en el VOC-HDM4 16
2.3 Estructura de los componentes del Costo de Operación de los Vehículos 16
2.4 Costo total de recorrer el corredor 17
2.5 Análisis de sensibilidad del costo de operación 17
2.5.1 Metodología para el cálculo de sensibilidad al jornal del chofer 18
2.5.2 Metodología para el cálculo de sensibilidad del IRI 18
2.5.3 Metodología para el cálculo de sensibilidad a la carga del camión 19
2.5.4 Metodología para el cálculo de sensibilidad a la distribución de tránsito 19
2.5.5 Resumen de los escenarios planteados en el análisis de sensibilidad 20
3 Resultados por corredor (Actualización 2023) 22
3.1 Corredores internacionales “Montevideo - Pasos de Frontera” 22
3.1.1 Corredor Montevideo - Fray Bentos 23
3.1.2 Corredor Montevideo - Bella Unión 26
3.1.3 Corredor Montevideo - Rivera 28
3.1.4 Corredor Montevideo - Aceguá 30
3.1.5 Corredor Montevideo - Río Branco 32
3.1.6 Corredor Montevideo - Chuy 34
3.1.7 Resumen de los resultados para los corredores internacionales 36
3.2 Corredores internos 38
3.2.1 Corredor Nueva Palmira – Durazno 39
3.2.2 Corredor Nueva Palmira - Paysandú 41
3.2.3 Corredor Fray Bentos - Algorta 43
3.2.4 Resumen de los resultados para los corredores internos 45
4 Comparación Informe Base 2021 y Actualización 2023 46

4.1 Supuestos 2021 y 2023 46
4.2 Características del vehículo considerado en el modelo VOC-HDM4 47
4.3 Resultados y comparación 2023 vs 2021 48
4.3.1 Corredor Montevideo-Fray Bentos (alternativa I) 48
4.3.2 Corredor Montevideo-Fray Bentos (alternativa II) 49
4.3.3 Corredor Montevideo-Bella Unión 49
4.3.4 Corredor Montevideo-Rivera 50
4.3.5 Corredor Montevideo-Aceguá 50
4.3.6 Corredor Montevideo-Río Branco 51
4.3.7 Corredor Montevideo-Chuy 51
4.3.8 Corredor Fray Bentos-Algorta 52
4.3.9 Corredor Nueva Palmira-Durazno 52
4.3.10 Corredor Nueva Palmira-Paysandú 53
4.4 Conclusiones de la comparación de resultados 2023 vs 2021 53
5 Análisis de sensibilidad por corredor 54
5.1 Comentarios sobre los análisis de sensibilidad realizados 54
5.1.1 Sensibilidad al salario del chofer 54
5.1.2 Sensibilidad al IRI 55
5.1.3 Sensibilidad a la carga del camión 55
5.1.4 Sensibilidad a la distribución del tránsito 55
5.2 Corredor Montevideo - Fray Bentos (alternativa I) 56
5.2.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer 56
5.2.2 Análisis de sensibilidad al IRI 57
5.2.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión 58
5.2.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito 59
5.2.5 Resumen de los resultados 60
5.3 Corredor Montevideo - Fray Bentos (alternativa II) 61
5.3.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer 61
5.3.2 Análisis de sensibilidad al IRI 62
5.3.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión 63
5.3.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito 64
5.3.5 Resumen de los resultados 64
5.4 Corredor Montevideo - Bella Unión 65
5.4.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer 65

5.4.2 Análisis de sensibilidad al IRI 66
5.4.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión 68
5.4.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito 69
5.4.5 Resumen de los resultados 69
5.5 Corredor Montevideo – Rivera 70
5.5.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer 70
5.5.2 Análisis de sensibilidad al IRI 71
5.5.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión 73
5.5.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito 74
5.5.5 Resumen de los resultados 74
5.6 Corredor Montevideo – Aceguá 75
5.6.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer 75
5.6.2 Análisis de sensibilidad al IRI 76
5.6.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión 78
5.6.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito 79
5.6.5 Resumen de los resultados 79
5.7 Corredor Montevideo - Río Branco 80
5.7.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer 80
5.7.2 Análisis de sensibilidad al IRI 81
5.7.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión 83
5.7.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito 84
5.7.5 Resumen de los resultados 84
5.8 Corredor Montevideo – Chuy 85
5.8.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer 85
5.8.2 Análisis de sensibilidad al IRI 86
5.8.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión 88
5.8.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito 89
5.8.5 Resumen de los resultados 89
5.9 Corredor Nueva Palmira – Durazno 90
5.9.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer 90
5.9.2 Análisis de sensibilidad al IRI 91
5.9.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión 93
5.9.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito 94
5.9.5 Resumen de los resultados 94

5.10 Corredor Nueva Palmira – Paysandú 95
5.10.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer 95
5.10.2 Análisis de sensibilidad al IRI 96
5.10.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión 98
5.10.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito 99
5.10.5 Resumen de los resultados 99
5.11 Corredor Fray Bentos – Algorta 100
5.11.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer 100
5.11.2 Análisis de sensibilidad al IRI 101
5.11.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión 103
5.11.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito 104
5.11.5 Resumen de los resultados 104
5.12 Conclusiones de los análisis de sensibilidad 105
5.12.1 Sensibilidad al salario del chofer 105
5.12.2 Sensibilidad al IRI 105
5.12.3 Sensibilidad a la carga del camión 105
5.12.4 Sensibilidad a la distribución del tránsito 106
6 Conclusiones 107

DEFINICIONES, ACRÓNIMOS, SIGLAS Y ABREVIATURAS

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN
ANCAP	Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Pórtland
BCU	Banco Central del Uruguay
BSE	Banco de Seguros del Estado
DNV	Dirección Nacional de Vialidad
HDM	Highway Development & Management
INALOG	Instituto Nacional de Logística
IRI	Índice de Rugosidad Internacional
IVA	Impuesto al Valor Agregado
ITPC	Intergremial de Transporte de Carga
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
TPDA	Tránsito Promedio Diario Anual
USD	Dólares de los Estados Unidos de América
VOC	Costo de Operación Vehicular
VOC-HDM4	Modelo de Costo de Operación de los Vehículos del Banco Mundial

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento expone los resultados de la actualización 2023 del informe "Comparación de los principales corredores logísticos en base a los costos de operación vehicular" (INALOG, 2021), así como una comparación directa de los valores obtenidos en ambos años.

La relevancia de los corredores viales en la logística de importación, exportación y tránsito de mercancías con Brasil y Argentina hace necesario evaluar periódicamente la evolución del costo de operación vehicular de los principales corredores del país. Por este motivo, el informe presenta una metodología para el seguimiento y la comparación en el tiempo del indicador "Costo de Operación Vehicular" para dichos corredores. Esto posibilita hacer el seguimiento del estado de situación de los principales corredores del país a través de la evolución del costo de operación vehicular de los camiones pesados para los mismos. El informe tiene entonces como punto principal el cálculo del costo de operación vehicular, a efectos de realizar en base a él, el seguimiento y la comparación de los principales corredores logísticos del país.

Se hace notar que en el informe "Comparación de los principales corredores logísticos en base a los costos de operación vehicular" (INALOG, 2021), se utilizó como antecedente de referencia el estudio "Costos del transporte automotor profesional de carga" elaborado por el Ec. Pablo Iorio (MTOP, 2020) a solicitud del INALOG.

Estos corredores se definen a partir de su importancia en el transporte de carga que circula en la red vial nacional y de su conexión con los países vecinos, agrupándolos en: corredores internacionales definidos entre Montevideo y los Pasos de Frontera, y corredores internos vinculados a otros nodos de interés (como Fray Bentos y el Puerto de Nueva Palmira). Estos últimos corredores se tuvieron en cuenta dada su importancia en el volumen de carga que circula por ellos.

Se toma como vehículo tipo para este trabajo un camión definido como pesado según la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), con 45 toneladas de peso máximo y 18 neumáticos[1], lo cual corresponde a la tipología de camión que representa el mayor volumen de tránsito en los corredores seleccionados.

A partir de la definición del vehículo, tomando supuestos de la operativa (km/año y vida útil del vehículo) y considerando las características de cada uno de los corredores (tipo de pavimento, IRI[2], geometría y tránsito), se estima el costo de operación vehicular por kilómetro a partir del modelo VOC-HDM4[3] del Banco Mundial.

[1] 18 neumáticos que corresponden a 1 eje de dos neumáticos y 4 ejes de cuatro neumáticos.
[2] Índice de Rugosidad Internacional (IRI).
[3] Vehicle Costs Operating - Highway Development & Management (VOC-HDM4) es un modelo computacional desarrollado por el Banco Mundial que permite el cálculo del costo de operación vehicular.

Cabe destacar que al realizar las estimaciones de costos por kilómetro en el modelo VOC-HDM4 se consideran únicamente los costos de operación de un camión cargado, es decir, no se incluyen los gastos administrativos, gastos de comercialización y utilidad de la empresa. De la misma manera, tampoco se consideran otros posibles gastos existentes en una operación de transporte como carga y descarga, horas de espera, o viajes vacíos. El modelo VOC-HDM4 no permite incluir los peajes, los cuales fueron incorporados posteriormente para el cálculo del costo total de recorrer cada corredor.

En base a lo dicho, el costo de operación vehicular no debe interpretarse como el precio a cobrar por flete y solo debe utilizarse como indicador para poder comparar en el tiempo la evolución de los diferentes corredores viales y visualizar sus impactos en la logística de la importación, exportación y tránsito de mercancías con Brasil y Argentina.

Por lo dicho anteriormente, en este trabajo no se realiza una calibración del modelo VOC-HDM4 utilizado, por lo que los valores de los costos de operación resultantes de la corrida del modelo pueden no tener un ajuste total a los valores reales de mercado (de difícil disponibilidad), aunque sin hacer perder la validez del método de trabajo para el objetivo de evaluación perseguido.

Es de hacer notar que, en una forma similar, Brasil[4] publica la estimación del costo mínimo por kilómetro recorrido para el transporte carretero considerando diferentes tipos de carga y número de ejes. El modelo utilizado en Brasil[5] se basa en el concepto de costo operativo total, el cual se divide en costos fijos y costos variables, tomando variables similares a las utilizadas en este trabajo.

En base al costo de operación por kilómetro resultante de correr el modelo VOC-HDM4 del Banco Mundial para cada uno de los corredores de estudio, se calcula el costo total de operación de un camión al recorrer el total de kilómetros de cada uno de los corredores.

Adicionalmente se presenta el análisis de sensibilidad comparando el caso base con distintos escenarios definidos a partir de la modificación de las siguientes variables: costo del jornal del chofer, estado de conservación de las rutas (cuantificado por el IRI), peso de la carga del camión y distribución temporal del tránsito para cada uno de los corredores.

[4] La Resolución del Ministerio de Infraestructura de Brasil N°5.849 del 16 de julio de 2019 establece las reglas generales, la metodología y los coeficientes de los pisos mínimos referidos al kilómetro recorrido en la prestación del servicio de transporte rodoviario de carga, establecidos por la Política Nacional de Pisos Mínimos del Transporte Rodoviario de Cargas.

[5] El modelo de costos descrito en la resolución representa el método de cálculo del costo total de los servicios de transporte de mercancías por carretera, que da como resultado los coeficientes de pisos mínimos publicados, de acuerdo a la Ley N°13.703 de 2018 que establece la Política Nacional de Pisos Mínimos del Transporte Rodoviario de Cargas. Los resultados se presentan, en función de la distancia recorrida y de coeficientes que varían según el tipo de carga y el número de ejes del vehículo. Los valores de los coeficientes en función del tipo de carga y del número de ejes de la composición vehicular se incluyen en la resolución.

2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR

Este trabajo presenta los resultados del costo de operación de camiones pesados al recorrer distintos corredores del país. El cálculo del costo de operación vehicular para la totalidad de cada uno de los corredores tuvo en cuenta: longitud, cantidad de peajes y costo de operación vehicular por kilómetro del modelo VOC-HDM4 en cada corredor.

En primer lugar, se seleccionan los corredores de interés para este estudio, agrupados según:

- Corredores internacionales que unen Montevideo y los Pasos de Frontera.
- Corredores internos, que tienen como origen/destino algún nodo de interés como Fray Bentos o el Puerto de Nueva Palmira.

Para cada uno de los corredores se identifica su longitud y la cantidad de peajes existentes.

En segundo lugar, se realiza el cálculo del costo de operación vehicular[6] por kilómetro para el cual se utiliza el modelo VOC-HDM4 del Banco Mundial. Este modelo utiliza como insumos: datos de la red vial y Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), así como información de las características o precios de los insumos de los camiones pesados, obteniendo el resultado del costo de operación de los camiones pesados en USD/km según el corredor de estudio.

Los supuestos del modelo utilizado pueden ser modificados de forma de contemplar distintas características, ya sea de la flota, del tránsito o las características de la red.

En tercer lugar, se presenta la participación de los componentes (combustible, lubricante, cubiertas, reparaciones, salarios, depreciación, interés y gastos fijos) en el costo de operación vehicular por kilómetro.

En cuarto lugar, a partir del resultado anterior y considerando el largo total de cada corredor y la cantidad de peajes que existe en cada uno de ellos, se calcula el costo total de recorrer el corredor seleccionado.

Por último, se presentan en el Capítulo 5 los análisis de sensibilidad comparando el caso base con distintos escenarios definidos a partir de la modificación de las siguientes variables: costo del jornal del chofer (dado que el costo base tomado es un mínimo a pagar[7]), estado de conservación de las rutas (cuantificado por el IRI), peso de la carga del camión y distribución temporal del tránsito para cada uno de los corredores.

A partir de la metodología planteada en este documento, se puede extender dicho estudio a distintos corredores del país.

[6] Camiones Pesados

[7] El costo base se estima a partir del Convenio Colectivo Grupo 13- Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional y no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la operativa

La metodología planteada en este informe pretende ser un esquema de seguimiento de la evolución del estado de situación de los principales corredores del país a través de la variación del costo de operación vehicular de los camiones pesados.

2.1 Corredores de transporte de carga estudiados

En primer lugar, se seleccionan los corredores de interés para este estudio, agrupados según:

- Corredores internacionales que unen Montevideo con los Pasos de Frontera.
- Corredores internos que tienen como origen/destino algún nodo de interés como Fray Bentos o el Puerto de Nueva Palmira.

Se toman en consideración todos los tramos de cada corredor. Dichos tramos están definidos por la DNV, siendo de longitud variable y considerando características de tránsito similares.

En segundo lugar, se seleccionan los corredores a estudiar a partir del trabajo "Rutas nacionales con mayor circulación de carga - Recorrido de las principales cadenas de producción"[8], donde se identifican los corredores relevantes para el movimiento de camiones pesados.

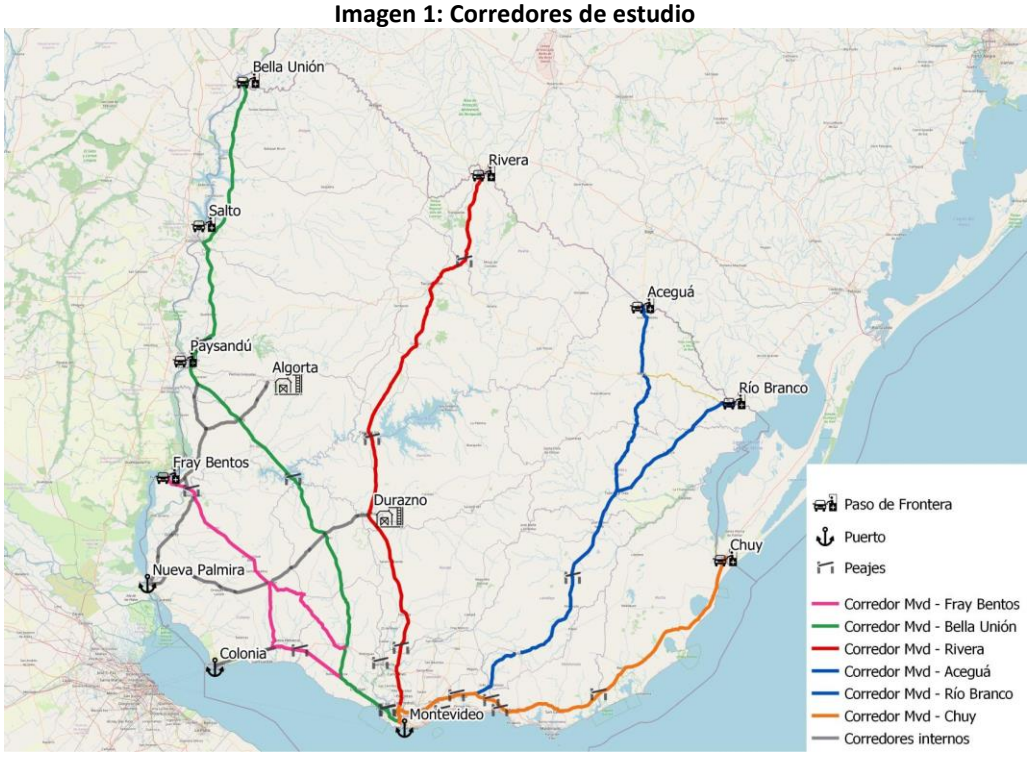
Por lo tanto, el listado de corredores a analizar en este estudio es el siguiente:

- Principales corredores internacionales "Montevideo - Pasos de Frontera"
  - Corredor Montevideo - Fray Bentos (2 alternativas):
    - R1-R2
    - R1-R3-R11-R23-R12-R2
  - Corredor Montevideo - Bella Unión (R1-R3)
  - Corredor Montevideo - Rivera (R5)
  - Corredor Montevideo - Aceguá (R5-R102-R8)
  - Corredor Montevideo - Río Branco (R5-R102-R8-R17-R18-R26)
  - Corredor Montevideo - Chuy (R5-R102-R8-R9)
- Corredores internos de alto volumen de carga y que tienen como origen/destino algún nodo de interés como Fray Bentos o el Puerto de Nueva Palmira:
  - Corredor Nueva Palmira - Durazno (R12-R57-R14)
  - Corredor Nueva Palmira - Paysandú (R21-R2-R24)
  - Corredor Fray Bentos - Algorta (R24-R25)

[8] Informe realizado en 2020 por la Ing. Natalia Dursi (MTOP) a solicitud del INALOG, en base a datos de 2016 del Modelo de Transporte de Carga en Uruguay.

En la imagen siguiente se marcan con colores los 5 corredores internacionales definidos entre Montevideo y los Pasos de Frontera, y en color gris los 3 corredores internos seleccionados que conectan con otros nodos de interés.

Imagen 1: Corredores de estudio



Fuente: Elaboración propia en base a DNV

Se resumen a continuación los datos de longitud[9] y cantidad de peajes por corredor considerado.

[9] Los datos de longitud de los corredores se toman a partir de la diferencia de progresivas de cada tramo identificada en los reportes de DNV.

Tabla 1: Recorrido, longitud y cantidad de peajes de los corredores internacionales "Montevideo - Paso de Frontera"

CORREDOR	RECORRIDO	KM	PEAJES
Montevideo - Fray Bentos	R1-R2	298,0	3
Montevideo - Fray Bentos	R1-R3-R11-R23-R12-R2	299,4	2
Montevideo - Bella Unión	R1-R3	620,1	3
Montevideo - Rivera	R5	490,1	3
Montevideo - Aceguá	R5-R102-R8	435,0	2
Montevideo - Río Branco	R5-R102-R8-R17-R18-R26	407,4	2
Montevideo - Chuy	R5-R102-R8-R9	355,7	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Recorrido, longitud y cantidad de peajes de los corredores internos de interés

CORREDOR	RECORRIDO	KM	PEAJES
Nueva Palmira - Durazno	R12-R57-R14	202,4	0
Nueva Palmira - Paysandú	R21-R2-R24	191,9	1
Fray Bentos - Algorta	R24-R25	122,8	0

Fuente: Elaboración propia

2.2 Costo de operación vehicular por kilómetro

Se realiza el cálculo del costo de operación vehicular por kilómetro, para el cual se utiliza el modelo VOC-HDM4 del Banco Mundial.

Este modelo utiliza como insumos la siguiente información:

- datos del inventario de la red vial,
- tránsito promedio diario anual (TPDA),
- precios de los insumos de los camiones considerados y características de la operación.

Los datos del inventario vial, así como los datos de tránsito, corresponden a la DNV. En cambio, los precios de los insumos de los camiones pesados, así como los supuestos de las características de operación, se definen en bases a supuestos que se detallan en la metodología o se toman valores sugeridos en el modelo VOC-HDM4.

2.2.1 Datos del inventario vial

La red vial nacional está compuesta por 627 tramos divididos según criterios definidos por la DNV, para los cuales se cuenta con información sobre las características de la caminería.

Luego de definir los corredores de estudio, se identificaron los tramos de cada uno a partir del Geoportal del MTOP y se solicitó la siguiente información del inventario vial a la DNV[10]. Dicha información se utilizó como entrada del modelo.

Tabla 3: Datos de entrada al VOC en función del corredor seleccionado – Inventario Vial (DNV)

RUTA	TRAMO	LONGITUD	CANTIDAD DE CARRILES	TIPO DE PAVIMENTO	ANCHO DE CARRILES	ÍNDICE DE RUGOSIDAD (IRI)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la DNV y al VOC-HDM4

Los corredores considerados en este estudio son de pavimento de carpeta asfáltica (82,3%), hormigón (13,8%), y solamente un 3,8% de la longitud de los tramos seleccionados corresponden a tratamiento bituminoso.

El IRI se utiliza en el modelo como referencia del estado de la red vial. El tipo de pavimento y el valor del IRI resultan en una clasificación de estado de confort, que se divide en “Muy Bueno”, “Bueno”, “Regular” o “Malo”.

El 86,1% de la longitud de los tramos de estudio corresponde al estado de confort “Muy Bueno”, 5,9% al estado de confort “Bueno” y 1,6% “Regular, 5,1% se definen en obra y el 1,3% restante de la red seleccionada está sin evaluar.

2.2.2 Datos del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

A partir de los relevamientos estadísticos de la red vial, la DNV estima el TPDA[11] para cada tramo de la red, considerando las distintas tipologías de vehículos.

La tabla siguiente muestra la información del reporte estadístico de tránsito de la DNV, con la clasificación de vehículos utilizada para obtener los resultados del VOC.

Tabla 4: Datos del Reporte de Tránsito de la DNV

RUTA	TRAMO	TPDA AUTOS	TPDA UTILITARIOS	TPDA ÓMNIBUS	TPDA CAMIONES MEDIANOS	TPDA CAMIONES SEMIPESADOS	TPDA CAMIONES PESADOS	TPDA TOTAL

Fuente: DNV

La clasificación anterior está definida por la DNV de la siguiente forma:

Tabla 5: Agrupación por tipo de vehículo según DNV

Autos			Ómnibus			Camiones medianos			Camiones semipesados			
A11	A11S1	A11S2	O11	O12	O22	UC11	C11	C12	C22	T11S1	T11S2	T12S1
Camiones pesados												
T11S11	C11R11	T11S3	T12S2	T11S12	T12S11	T12S3	C11R12	C12R11	C12R12	T11S111	T12S111	T12S2S2

Fuente: DNV

[10] Datos de la DNV actualizados a 2022.
[11] Datos actualizados a 2022.

En este trabajo se calculan los costos de operación para los camiones pesados. En particular, al momento de considerar las características operativas que se presentan en el punto siguiente, se supone la utilización de un vehículo **T12S11** o **T11S12**. Dicha elección se debe a que el conjunto de estas tipologías es la más representativa al considerar el tránsito de los camiones pesados para los tramos seleccionados. Las tipologías mencionadas corresponden a un peso máximo de 45 toneladas y 18 neumáticos.

2.2.3 Precios y características de la operación

Se presentan a continuación los elementos adicionales a los anteriores necesarios para correr el modelo, los cuales corresponden a los precios de los insumos de los camiones pesados y los datos de las características de operación.

Precios[12]

- Vehículo nuevo
- Combustible
- Cubiertas
- Jornales: chofer y mecánico por hora
- Aceite
- Patente
- Seguro
- Inspección técnica vehicular
- Dólar
- Tasa de interés (costo de financiamiento para empresas)
- Valor del peaje[13]

Características de la operación

- Tipo de vehículo
- Peso máximo del vehículo
- Cantidad de cubiertas
- Kilómetros anuales
- Horas anuales
- Vida útil

[12] Relevados en setiembre 2023.
[13] Se utiliza el valor del telepeaje.

Tabla 6: Precios considerados en el modelo VOC-HDM4[14]

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD	FUENTE
Precio del vehículo nuevo	124.000	USD	Intergremial de Transporte Profesional de Carga (ITPC)
Combustible (Gasoil 10-S)	54,3	$/litro	ANCAP[15]
Cubiertas	450	USD	ITPC
Jornal chofer	265,64	$/hora	Inalog a partir de convenio colectivo[16]
Jornal mecánico	217,03	$/hora	Inalog a partir de convenio colectivo[17]
Aceite (Turbodiesel ANCAP 15w40)	368	$/litro	Mercado local en presentación 4 litros
Patente camión	1.300	USD	Congreso de Intendentes (1,3% sobre vehículo nuevo)[18]
Patente semirremolque	600	USD	Congreso de Intendentes (2,5% sobre vehículo nuevo)[19]
Seguro camión	3.078	USD	BSE
Seguro semirremolque	739	USD	BSE
Inspección técnica vehicular del camión	6.350	$	Applus[20]
Inspección técnica vehicular del semirremolque	2.400	$	Applus[21]
Dólar	38,27	$	BCU al 18/09/2023[22]
Tasa de interés	5,5	%	Informe MTOP "Costos de Transporte Automotor de Carga"
Peaje con telepeaje (cat.5)	334,4	$	MTOP[23]

Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes mencionadas

Tabla 7: Características del vehículo considerado en el modelo VOC-HDM4

DESCRIPCIÓN	VALOR	FUENTE
Tipo de camión pesado	T12S11 T11S12	En base a reporte de tránsito de DNV
Peso máximo del vehículo cargado	45 toneladas	Boletín de Divulgación Técnica - MTOP[24]
Cantidad de cubiertas	18	Reporte de tránsito de DNV
Kilómetros anuales	86.000	Informe MTOP "Costos de Transporte Automotor de Carga"
Horas anuales	2.050	Informe MTOP "Costos de Transporte Automotor de Carga"
Vida útil	14 años	Informe MTOP "Costos de Transporte Automotor de Carga"

Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes mencionadas

[14] Todos los valores se presentan sin IVA.
[15] https://www.ancap.com.uy/1641/1/gasoil-10-s.html
[16] Convenio Colectivo Grupo 13-Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 -Transporte Terrestre de Carga Nacional
[17] Convenio Colectivo Grupo 13-Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07- Transporte Terrestre de Carga Nacional
[18] https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/t0s2020web.pdf
[19] https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/t0s2020web.pdf
[20] https://www.applusitv.uy/#/tarifas
[21] https://www.applusitv.uy/#/tarifas
[22] https://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Paginas/Cotizaciones.aspx
[23] https://www.gub.uy/ministerio-transporte-obras-publicas/politicas-y-gestion/tarifas
[24] https://www.gub.uy/ministerio-transporte-obras-publicas/sites/ministerio-transporte-obras-publicas/files/documentos/publicaciones/Dimensiones%20y%20Pesos%20M%C3%A1ximos%20de%20Veh%C3%ADculos%20de%20Transporte.pdf

2.2.4 Descripción de los conceptos utilizados en el VOC-HDM4

Se presenta a continuación el detalle metodológico para los principales conceptos al momento de correr el VOC-HDM4.

El modelo VOC-HDM4 calcula el costo por kilómetro de recorrer el corredor. En este caso, se realiza el cálculo para los vehículos pesados, considerando que el camión circula con la capacidad de carga máxima.

Como ya se mencionó en la introducción, al realizar las estimaciones de costos en el modelo VOC-HDM4 se calculan únicamente los costos de operación, es decir, no se consideran los gastos administrativos, gastos de comercialización y utilidad de la empresa. De la misma manera tampoco se consideran otros posibles gastos existentes en una operación de transporte como carga y descarga, horas de espera, viajes vacíos o peajes (el valor del peaje se considera luego, al tomar el costo total de recorrer el corredor). El costo de operación vehicular no debe interpretarse entonces como el precio a cobrar por flete.

Para los valores del salario del chofer, así como de la mano de obra del taller, se estima el valor hora a partir del "Convenio Colectivo Grupo 13 - Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional"; dicho valor resulta en un mínimo a pagar, el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la operativa. Se tiene conocimiento que en el mercado los salarios son más elevados y varían según la operativa, siendo dificultoso obtener información real general. En el presente trabajo se realiza un análisis de sensibilidad utilizando un salario 30%, 50% y 100% adicional al costo base.

Adicionalmente a los supuestos mencionados en la sección anterior referentes a precios de los insumos y características de la operación, el modelo VOC-HDM4 utiliza valores estandarizados que pueden calibrarse para calcular los costos. Estos refieren a distintos conceptos como pueden ser las fuerzas de resistencia, las características geográficas, la capacidad de las rutas, los rendimientos del vehículo y las diferentes funciones de depreciación.

En este trabajo se utilizaron los valores recomendados por el VOC-HDM4 para las características de las rutas que se estudiaron. Estos coeficientes pueden modificarse y calibrarse en caso de obtener información más precisa para algunos rubros. Como ejemplo de esto último se puede mencionar que el VOC-HDM4 calcula el consumo de combustible, aceite y monto gastado en repuestos en función de estos parámetros de calibración. Conociendo estos valores para casos reales de empresas uruguayas se pueden modificar los parámetros para que los consumos coincidan con la realidad.

En síntesis, las estimaciones apuntan a calcular el costo de operación vehicular para el transporte de carga de vehículos pesados derivado de las hipótesis del trabajo.

2.3 Estructura de los componentes del Costo de Operación de los Vehículos

Los costos de operación se pueden dividir entre fijos y variables; los variables cambian de manera proporcional con la distancia recorrida, a diferencia de los fijos que se

mantienen constantes. Esto hace que los vehículos que recorren mayor cantidad de kilómetros en el año cuenten con un costo fijo por kilómetro menor, pudiendo reflejar esta diferencia en el flete. En la incidencia de los costos variables, los supuestos que afectan a los rendimientos son los que pueden calibrarse de forma de obtener una mejor representación del vehículo utilizado para la estimación del costo de operación.

Para cada corredor seleccionado, se realiza una agrupación de tramos uniformes que permite estimar la participación de los distintos componentes al correr el modelo VOC-HDM4. Se presentan en la tabla siguiente los ítems tales como se muestran en los resultados.

Tabla 8: Componentes del costo unitario

SALIDA DEL VOC
Combustible
Lubricantes
Cubiertas
Reparaciones
Salario del Chofer
Depreciación, interés y gastos fijos

Fuente: Elaboración propia en base al VOC-HDM4

Los gastos fijos se calculan en base a los costos de los seguros, la patente e inspección técnica vehicular.

2.4 Costo total de recorrer el corredor

A partir del dato obtenido del costo de operación de un camión pesado, por kilómetro, por corredor, y considerando la longitud y los peajes de cada corredor, se calcula el costo total de operación de un camión pesado al recorrer la extensión total de cada uno de los corredores analizados.

2.5 Análisis de sensibilidad del costo de operación

El análisis de sensibilidad es una técnica en la que se estudia el impacto que tiene sobre una variable dependiente la variación de otra variable independiente, dejando el resto de los parámetros constantes. Los análisis de sensibilidad son útiles para determinar qué variables dentro de un modelo arrojan cambios más significativos en la salida del modelo al verse modificadas. Esto puede ser útil tanto para plantear escenarios hipotéticos como también para establecer niveles de confiabilidad en los resultados.

Particularmente, en este trabajo, los análisis de sensibilidad son de utilidad para determinar la variación del costo de operación vehicular en base a la variación de los factores que lo impactan.

En el Capítulo 5 se presentan los análisis de sensibilidad comparando el caso base con distintos escenarios definidos a partir de la modificación de las siguientes variables: costo del jornal del chofer, estado de conservación de las rutas (cuantificado por el

IRI), peso de la carga del camión y distribución temporal del tránsito para cada uno de los corredores.

En este ejemplo, la variable dependiente que se quiere estudiar es el costo de operación vehicular y el modelo utilizado para su cálculo es el VOC-HDM4. Este modelo toma múltiples parámetros y variables de entrada de los cuales se eligieron algunos de estos como "variables independientes" para estudiar distintos escenarios de cambio y su impacto en el costo.

Cabe aclarar que cada análisis que se realiza sobre una variable independiente mantiene todo el resto del modelo constante, de forma de aislar los efectos que esta variable tiene sobre el costo de operación.

El objetivo de este análisis es cuantificar los impactos en el costo de operación vehicular consecuencia de modificaciones de cada una de las variables elegidas, así como también estudiar cuáles producen mayores y menores impactos.

2.5.1 Metodología para el cálculo de sensibilidad al jornal del chofer

El escenario base considera el valor del salario del chofer a partir del "Convenio Colectivo (Grupo 13 - Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional)". Dicho valor resulta en un valor mínimo a pagar, el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según la operativa. Por este motivo, el análisis de sensibilidad al salario del chofer planteado considera aumentos del 30%, 50% y 100% del valor base considerado y expone en qué medida estos aumentos impactan en el costo de operación vehicular.

2.5.2 Metodología para el cálculo de sensibilidad del IRI

El modelo del Costo de Operación Vehicular elaborado por el Banco Mundial VOC-HDM4 toma como parámetros de entrada el índice de rugosidad (IRI) para caracterizar el estado de conservación de la ruta. En el trabajo realizado se toman datos relevados por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas en el inventario vial.

En el caso de no tener información, el modelo VOC-HDM4 asocia los siguientes valores de IRI para categorías cualitativas de la condición de la ruta y dependiendo de su clasificación. Los valores propuestos son los siguientes:

Tabla 9: Limites de IRI para cada condición de ruta

CONDICIÓN DE LA RUTA	IRI PARA RUTAS PRIMARIAS	IRI PARA RUTAS SECUNDARIAS	IRI PARA RUTAS TERCIARIAS
Buena	2	3	4
Adecuada	4	5	6
Pobre	6	7	8
Mala	8	9	10

Fuente: VOC-HDM4

El análisis de sensibilidad consta de dos partes, en primer lugar, se ingresan distintos valores de IRI para cada tramo de la red y luego se ingresan distintos valores de IRI para el promedio de la red (esto último se realiza para obtener el desglose de los

precios por rubro). Los valores de IRI utilizados se calculan aumentando el determinado en el inventario vial en un 30%, 50%, 100% y 200%.

2.5.3 Metodología para el cálculo de sensibilidad a la carga del camión

Otra situación a evaluar es la carga del camión. Para este caso se toman dos escenarios de hipótesis en adición al escenario base (camión de 45 toneladas), los cuales corresponden a un camión con un peso total de 15 toneladas (es decir, vacío), y con un peso de 30 toneladas (es decir, parcialmente cargado).

2.5.4 Metodología para el cálculo de sensibilidad a la distribución de tránsito

Otro parámetro que toma el modelo VOC-HDM4 es la distribución temporal del tránsito, es decir, cómo se reparte el tránsito medido en las distintas horas que tiene el año. Para esto se generan cinco períodos del año definidos según el modelo: pico, cercano al pico, flujo medio, cercano a bajo y flujo nocturno (bajo). En estos períodos el modelo toma dos valores de entrada: la cantidad de horas al año que tiene cada período y el porcentaje del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) que circula en cada período definido.

Esta distribución es característica de cada ruta y depende fundamentalmente del uso que tenga la ruta. El VOC-HDM4 sugiere valores para rutas de tipo Estacional, *Commuter* e Inter urbana. Para cada una de éstas sugiere valores para el porcentaje de del TPDA en cada período.

El escenario base (tomado del trabajo realizado por el MTOP "Costos de Transporte Automotor de Carga") toma que el flujo diario se distribuye uniformemente en todas las horas del año.

En las siguientes tablas se presentan los datos ingresados a los modelos de porcentaje del TPDA y cantidad de horas en cada período definido.

Tabla 10: Escenarios de distribución del tránsito (%) planteados en el modelo VOC-HDM4

ESCENARIO	PICO	CERCANO AL PICO	FLUJO MEDIO	CERCANO A BAJO	FLUJO NOCTURNO
Caso base	20	20	20	20	20
Inter urbano	2,17	7,59	11,64	40,24	38,36
Commuter	3,05	11,33	16,55	56,26	12,81
Estacional	4,25	13,24	16,6	40,32	25,59

Fuente: VOC-HDM4

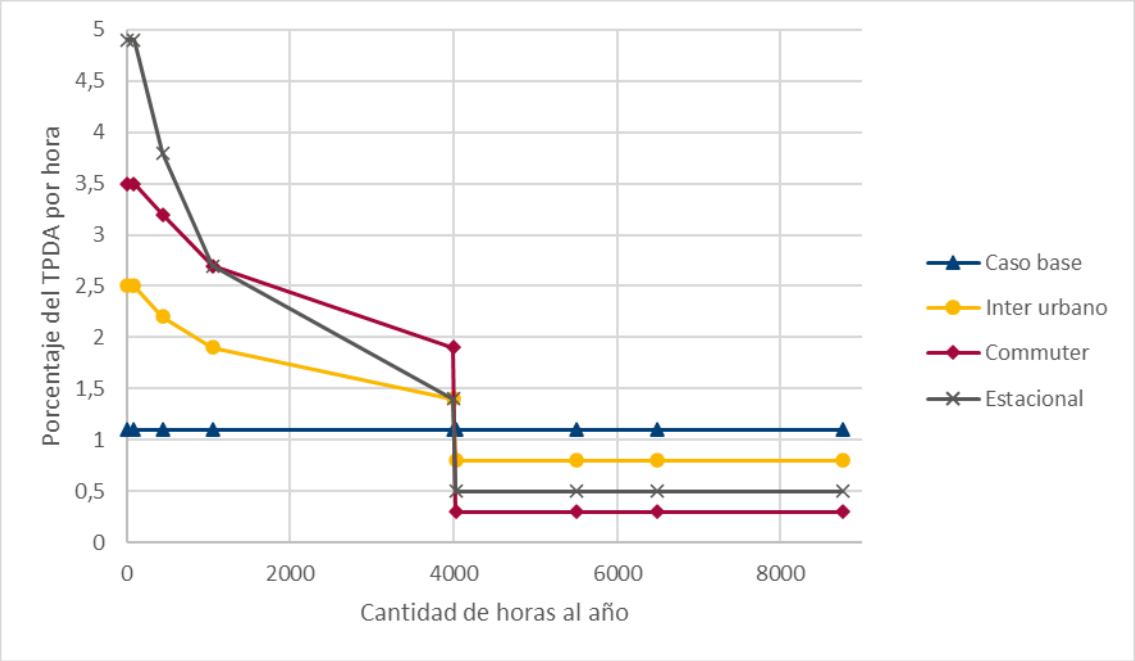
Tabla 11: Cantidad de horas en cada período definido en el VOC-HDM4

ESCENARIO	PICO	CERCANO AL PICO	FLUJO MEDIO	CERCANO A BAJO	FLUJO NOCTURNO
Caso base	1752	1752	1752	1752	1752
Inter urbano	87,6	350,4	613,2	2978,4	4730,4
Commuter	87,6	350,4	613,2	2978,4	4730,4
Estacional	87,6	350,4	613,2	2978,4	4730,4

Fuente: VOC-HDM4

De las anteriores tablas, se puede estudiar qué porcentaje del TPDA corresponde a cada hora del año según cada escenario.

Gráfico 1: Porcentaje del TPDA por cada hora del año para cada escenario de distribución de tránsito



Fuente: Elaboración propia en base al VOC-HDM4

Como se aprecia en el gráfico anterior, los tres escenarios elaborados en el VOC-HDM4 asignan tránsitos más altos a las horas pico mientras que el escenario base asigna el tránsito de manera uniforme en todas las horas del año.

2.5.5 Resumen de los escenarios planteados en el análisis de sensibilidad

Para cada variable analizada (costo del jornal del chofer, estado de conservación de las rutas, peso de la carga del camión y distribución temporal del tránsito) se establecen distintos escenarios a estudiar.

Tabla 12: Escenarios planteados en los distintos análisis de sensibilidad

FACTOR A AJUSTAR	ESCENARIO			
Jornal del chofer	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	
IRI	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	Aumento 200%
Carga del camión	Camión semi cargado	Camión vacío		
Distribución del tránsito	Inter urbano	Commuter	Estacional	

Fuente: Elaboración propia

Los análisis de sensibilidad se plantean considerando los escenarios mostrados en la tabla anterior, mientras que el resto de las variables se mantienen idénticas al escenario base de forma de recoger únicamente los impactos que tiene la variable analizada.

Como resultado de los análisis de sensibilidad se puede analizar la variación directa del costo de operación vehicular en comparación con el escenario base. Adicionalmente, se estudia la composición del costo de manera de estudiar si alguno de los componentes presenta variaciones diferenciales al estudiar la sensibilidad a cada una de las variables.

3 RESULTADOS POR CORREDOR (ACTUALIZACIÓN 2023)

Se presentan en este capítulo los resultados de costo de operación para cada corredor agrupados según:

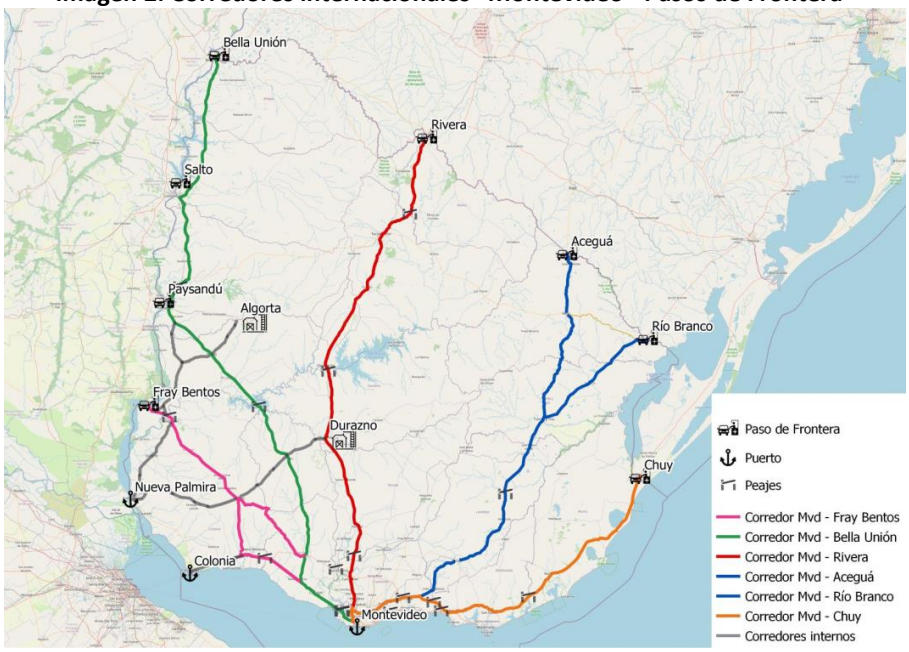
- Corredores internacionales que unen Montevideo y los Pasos de Frontera.
- Corredores internos que tienen como origen destino algún nodo de interés como Fray Bentos o el Puerto de Nueva Palmira.

3.1 Corredores internacionales "Montevideo - Pasos de Frontera"

Se presentan en este capítulo los resultados para los corredores analizados que tienen como origen/destino Montevideo/Pasos de Frontera.

- Corredor Montevideo - Fray Bentos (2 alternativas):
  - R1-R2
  - R1-R3-R11-R23-R12-R2
- Corredor Montevideo - Bella Unión (R1-R3)
- Corredor Montevideo - Rivera (R5)
- Corredor Montevideo - Aceguá (R5-R102-R8)
- Corredor Montevideo - Río Branco (R5-R102-R8-R17-R18-R26)
- Corredor Montevideo - Chuy (R5-R102-R8-R9)

Imagen 2: Corredores internacionales "Montevideo - Pasos de Frontera"



Fuente: Elaboración propia en base a DNV

3.1.1 Corredor Montevideo - Fray Bentos

3.1.1.1 Corredor Montevideo - Fray Bentos (2 alternativas: R1-R2 o R1-R3-R11-R23-R12-R2)

Se analizan para este corredor dos alternativas, tal como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 13: Alternativas para el corredor Montevideo - Fray Bentos

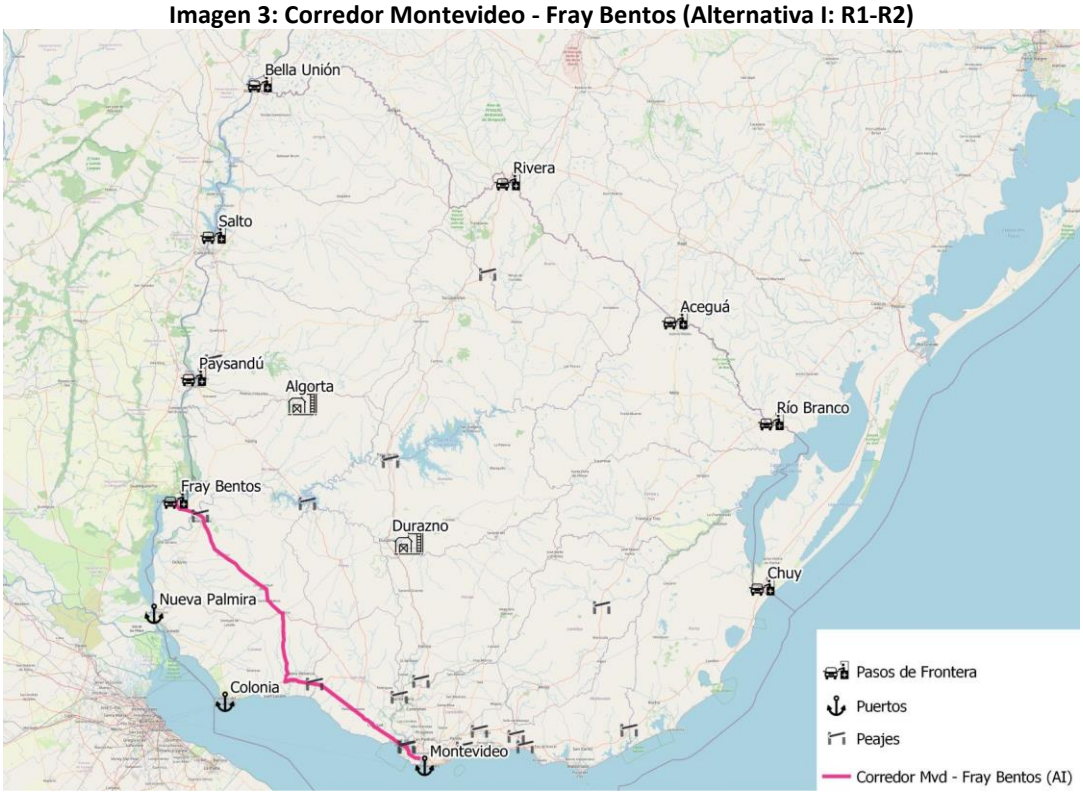
ALTERNATIVA	RECORRIDO	LARGO	PEAJES
Alternativa I	R1-R2	298,0	3
Alternativa II	R1-R3-R11-R23-R12-R2	299,4	2

Fuente: Elaboración propia

La alternativa I comprende 298 km que unen Montevideo con Fray Bentos, siendo 120,8 km de Ruta 1 y 177,2 km de la Ruta 2. Dicha alternativa comprende 3 peajes en todo su recorrido, 1 en Ruta 2 y 2 en Ruta 1.

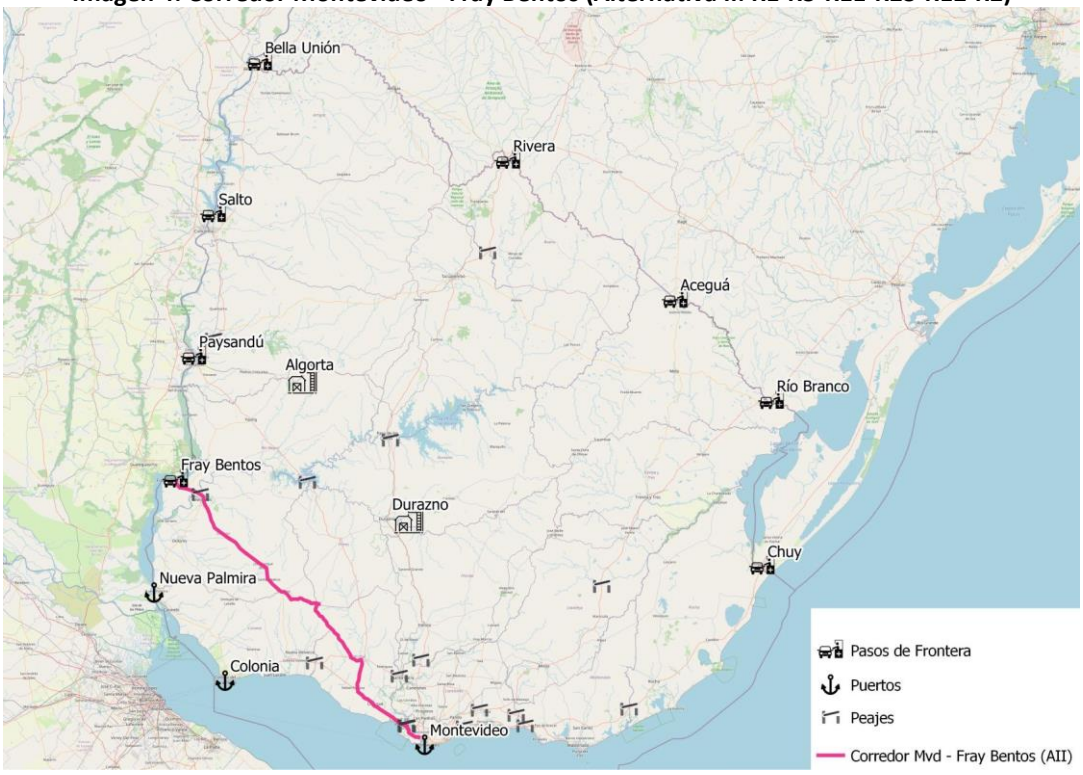
La alternativa II comprende 299,4 km que unen Montevideo con Fray Bentos. Dicha alternativa está conformada por tramos de las Rutas 1, 3, 11, 23, 12 y comprende 2 peajes en todo su recorrido, 1 de ellos se encuentra en Ruta 1 y el otro en Ruta 2.

Imagen 3: Corredor Montevideo - Fray Bentos (Alternativa I: R1-R2)



Fuente: Elaboración propia en base a DNV

Imagen 4: Corredor Montevideo - Fray Bentos (Alternativa II: R1-R3-R11-R23-R12-R2)



Fuente: Elaboración propia en base a DNV

3.1.1.2 Resultado del VOC

Se corre el VOC-HDM4 considerando los supuestos mencionados y se presenta el costo unitario para los vehículos pesados que circulan por dicho corredor. Se muestra a continuación el detalle en USD/km para las dos alternativas del Corredor Montevideo - Fray Bentos.

Tabla 14: USD/km de los camiones pesados en el corredor Montevideo - Fray Bentos (AI y AII)

ORIGEN/DESTINO	ALTERNATIVA	RECORRIDO	COSTO UNITARIO (USD/KM)
Montevideo - Fray Bentos	Alternativa I	R1-R2	1,756
Montevideo - Fray Bentos	Alternativa II	R1-R3-R11-R23-R12-R2	1,750

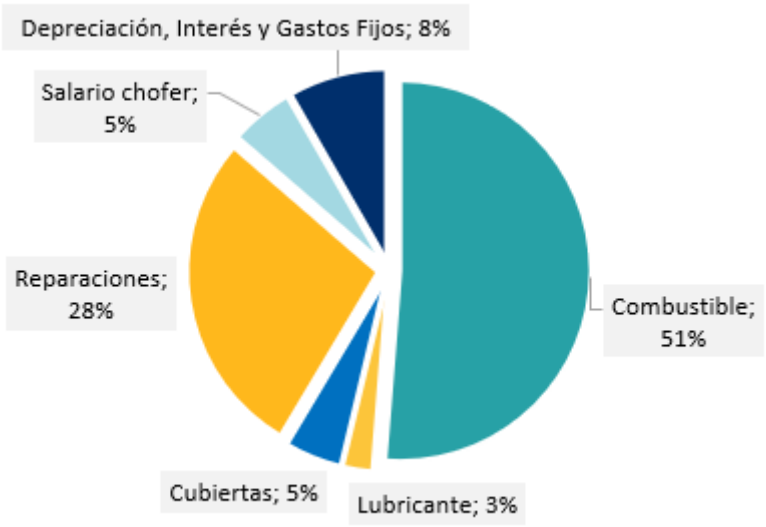
Fuente: Elaboración propia

3.1.1.3 Componentes del Costo de Operación Vehicular

Para calcular los componentes del costo de operación vehicular en el modelo VOC-HDM4, se agrupa el corredor en tramos uniformes, obteniendo así la participación de los distintos componentes del costo de operación para cada alternativa. En este caso, la participación de los compontes resulta en iguales valores según sea la alternativa considerada.

Como se muestra en la figura que sigue, el combustible es el 51%, las reparaciones 28%, las cubiertas 5%, depreciación-interés-gastos fijos 8%, el salario del chofer 5% y los lubricantes el 3%.

Gráfico 2: Participación de los componentes del Costo de Operación Vehicular en el corredor Montevideo - Fray Bentos (AI y AII)



Fuente: Elaboración propia

Los resultados anteriores consideran el valor del salario del chofer a partir del "Convenio Colectivo Grupo 13- Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional"; dicho valor, resulta en un valor mínimo a pagar, el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la operativa. Por lo tanto, en el Capítulo 5 se presenta para este corredor un análisis de sensibilidad al valor del jornal del chofer, considerando aumentos del 30%, 50% y 100% del valor base.

3.1.1.4 Costo total de recorrer el corredor

A partir del costo unitario, considerando el largo y la cantidad de peajes de cada alternativa del corredor Montevideo - Fray Bentos se calcula el costo total de recorrer todo el corredor, considerando los camiones pesados.

Tabla 15: Costo de Operación Vehicular total del corredor Montevideo - Fray Bentos (AI y AII)

ORIGEN/DESTINO	ALTERNATIVA	RECORRIDO	LARGO (KM)	CANTIDAD DE PEAJES	COSTO TOTAL CAMIÓN PESADO (USD)
Mvd - Fray Bentos	Alternativa I	R1-R2	298,0	3	550
Mvd - Fray Bentos	Alternativa II	R1-R3-R11-R23-R12-R2	299,4	2	541

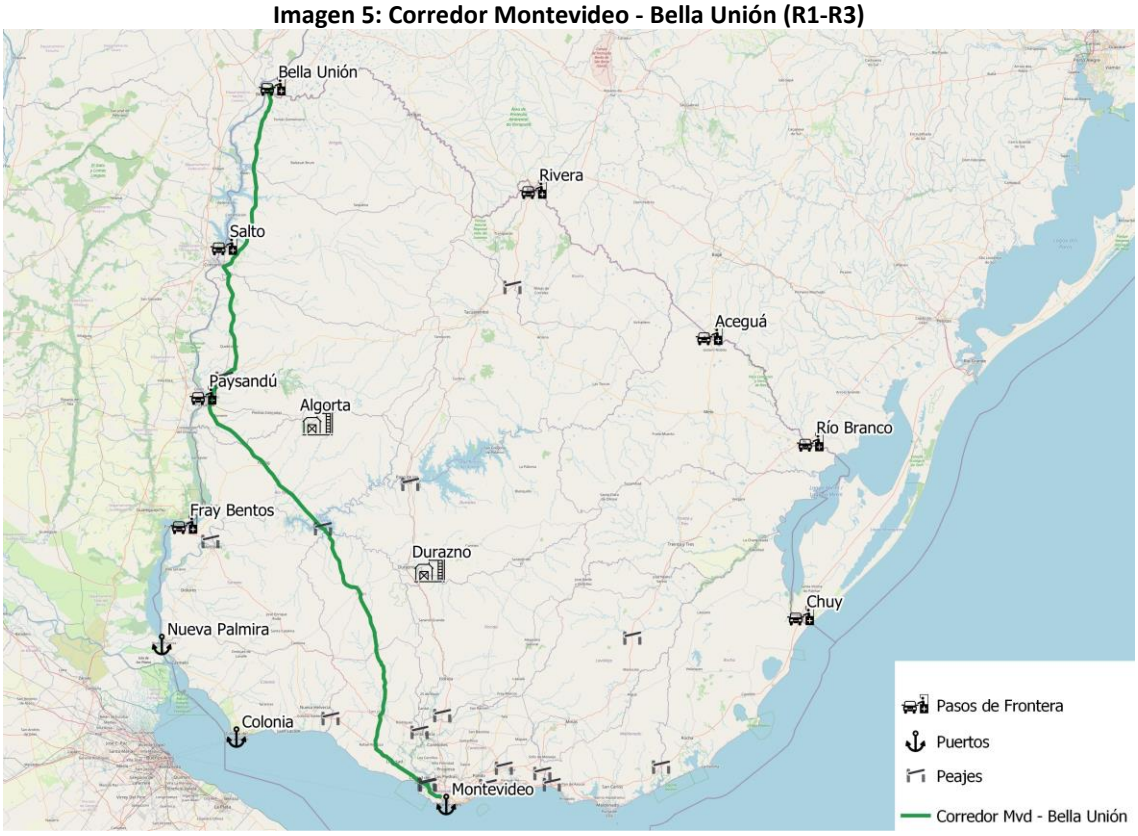
Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Corredor Montevideo - Bella Unión

3.1.2.1 Corredor Montevideo - Bella Unión (R1-R3)

El corredor comprende 620,1 km desde Montevideo a Bella Unión (pasando por los Pasos de Frontera de Paysandú y Salto), siendo 58,8 km por Ruta 1 y 561,3 km por Ruta 3. El mismo comprende 3 peajes en todo su recorrido, 1 de ellos en Ruta 1 y los otros 2 en Ruta 3.

Imagen 5: Corredor Montevideo - Bella Unión (R1-R3)



Fuente: Elaboración propia en base a DNV

3.1.2.2 Resultado del VOC

Se corre el VOC considerando los supuestos mencionados y se presenta el costo unitario para los vehículos pesados que circulan por dicho corredor. Se muestra a continuación el detalle en USD/km para el corredor Montevideo - Bella Unión.

Tabla 16: USD/km de los camiones pesados en el corredor Montevideo - Bella Unión

ORIGEN/DESTINO	COSTO UNITARIO (USD/KM)
Montevideo - Bella Unión	1,760

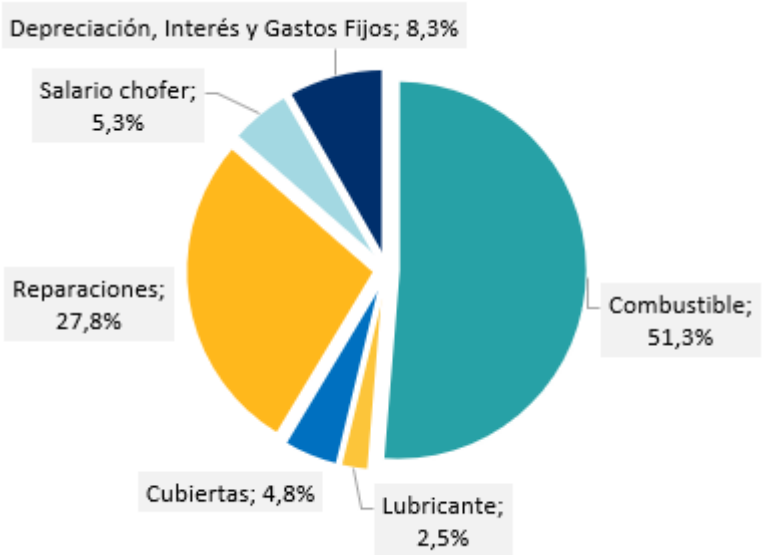
Fuente: Elaboración propia

3.1.2.3 Componentes del Costo de Operación Vehicular

Para calcular los componentes del costo de operación vehicular en el modelo VOC-HDM4, se agrupa el corredor en tramos uniformes, obteniendo así la participación de los distintos componentes del costo de operación.

Como se muestra en la figura que sigue, el combustible es el 51,3%, las reparaciones 27,8%, las cubiertas 4,8%, depreciación-interés-gastos fijos 8,3%, el salario del chofer 5,3% y los lubricantes el 2,5%.

Gráfico 3: Participación de los componentes del Costo de Operación Vehicular en el Corredor Montevideo - Bella Unión



Fuente: Elaboración propia

Los resultados anteriores consideran el valor del salario del chofer a partir del "Convenio Colectivo Grupo 13 - Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional"; dicho valor, resulta en un valor mínimo a pagar, el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la operativa. Por lo tanto, en el Capítulo 5 se presenta para este corredor un análisis de sensibilidad al valor del jornal del chofer, considerando aumentos del 30%, 50% y 100% del valor base.

3.1.2.4 Costo total de recorrer el corredor

A partir del costo unitario, considerando el largo y la cantidad de peajes del corredor Montevideo - Bella Unión se calcula el costo total de recorrer todo el corredor, considerando los camiones pesados.

Tabla 17: Costo de operación vehicular total del corredor Montevideo - Bella Unión

ORIGEN/DESTINO	LARGO (KM)	CANTIDAD DE PEAJES	COSTO TOTAL CAMIÓN PESADO (USD)
Montevideo - Bella Unión	620,1	3	1.118

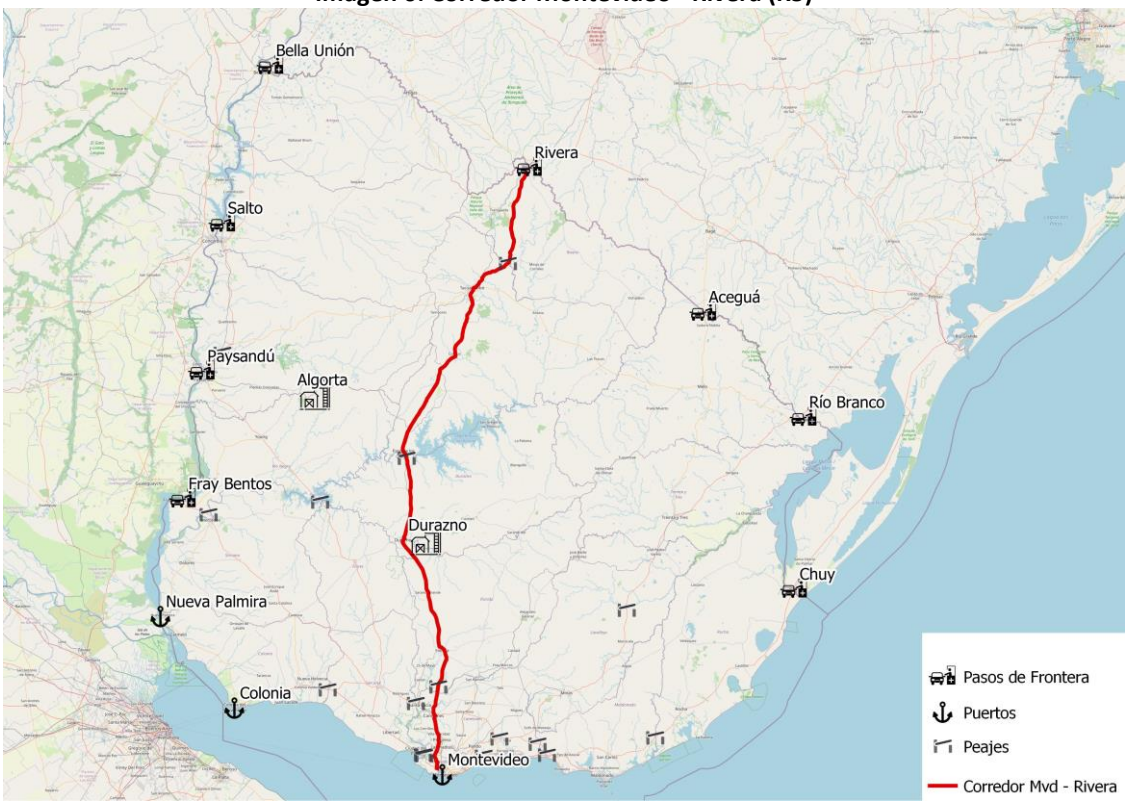
Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Corredor Montevideo - Rivera

3.1.3.1 Corredor Montevideo-Rivera (R5)

El corredor Montevideo - Rivera está conformado por la Ruta 5, tiene una longitud de 490,1 km y contiene 3 peajes en todo su recorrido.

Imagen 6: Corredor Montevideo - Rivera (R5)



Fuente: Elaboración propia en base a DNV

3.1.3.2 Resultado del VOC

Se corre el VOC considerando los supuestos mencionados y se presenta el costo unitario para los vehículos pesados que circulan por dicho corredor. Se muestra a continuación el detalle en USD/km para el corredor Montevideo - Rivera.

Tabla 18: USD/km de los camiones pesados en el corredor Montevideo - Rivera

ORIGEN/DESTINO	COSTO UNITARIO (USD/KM)
Montevideo-Rivera	1,753

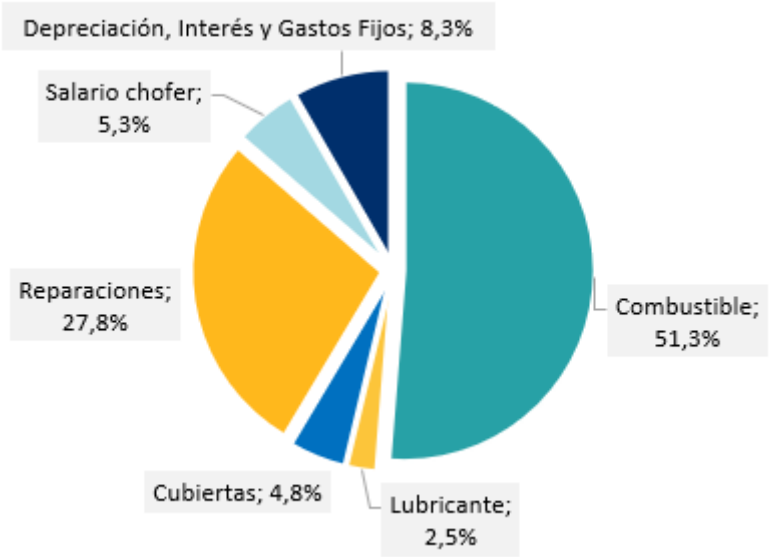
Fuente: Elaboración propia

3.1.3.3 Componentes del Costo de Operación Vehicular

Para calcular los componentes del costo de operación vehicular en el modelo VOC-HDM4 se agrupa el corredor en tramos uniformes, obteniendo así la participación de los distintos componentes del costo de operación.

Como se muestra en la figura que sigue, el combustible es el 51,3%, las reparaciones 27,8%, las cubiertas 4,8%, depreciación-interés-gastos fijos 8,3%, el salario del chofer 5,3% y los lubricantes el 2,5%.

Gráfico 4: Participación de los componentes del Costo de Operación Vehicular en el Corredor Montevideo - Rivera



Fuente: Elaboración propia

Los resultados anteriores consideran el valor del salario del chofer a partir del "Convenio Colectivo Grupo 13 - Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional"; dicho valor, resulta en un valor mínimo a pagar, el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la operativa. Por lo tanto, en el Capítulo 5 se presenta para este corredor un análisis de sensibilidad al valor del jornal del chofer, considerando aumentos del 30%, 50% y 100% del valor base.

3.1.3.4 Costo total de recorrer el corredor

A partir del costo unitario, considerando el largo y la cantidad de peajes del corredor Montevideo - Rivera se calcula el costo total de recorrer todo el corredor, considerando los camiones pesados.

Tabla 19: Costo de Operación Vehicular total del corredor Montevideo - Rivera

ORIGEN/DESTINO	LARGO (KM)	CANTIDAD DE PEAJES	COSTO TOTAL CAMIÓN PESADO (USD)
Montevideo - Rivera	490,1	3	885

Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Corredor Montevideo - Aceguá

3.1.4.1 Corredor Montevideo - Aceguá (R5-R102-R8)

El corredor Montevideo - Aceguá comprende las Rutas 5, 102 y 8, siendo 457,2 km el recorrido total. El mismo comprende 2 peajes en todo su recorrido, ambos ubicados en Ruta 8.

Imagen 7: Corredor Montevideo - Aceguá (R5-R102-R8)

Fuente: Elaboración propia en base a DNV

3.1.4.2 Resultado del VOC

Se corre el VOC considerando los supuestos mencionados y se presenta el costo unitario para los vehículos pesados que circulan por dicho corredor. Se muestra a continuación el detalle en USD/km para el corredor Montevideo-Aceguá.

Tabla 20: USD/km de los camiones pesados en el Corredor Montevideo - Aceguá

ORIGEN/DESTINO	COSTO UNITARIO (USD/KM)
Montevideo - Aceguá	1,753

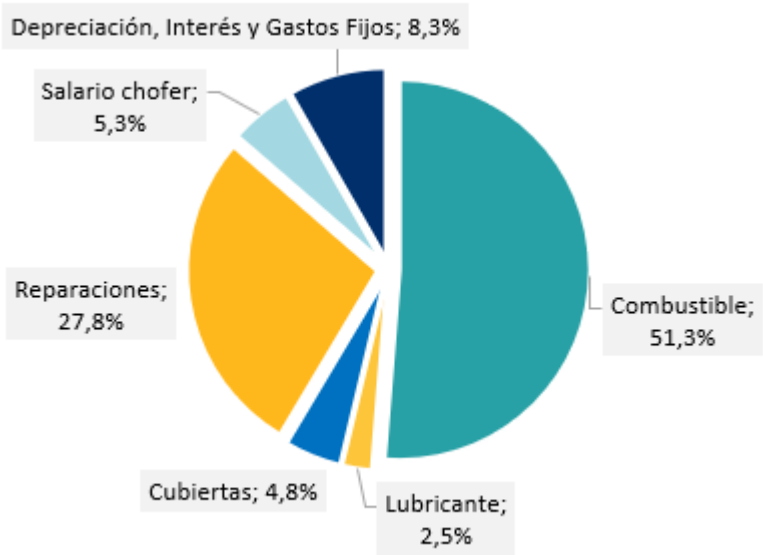
Fuente: Elaboración propia

3.1.4.3 Componentes del Costo de Operación Vehicular

Para calcular los componentes del costo de operación vehicular en el modelo VOC-HDM4 se agrupa el corredor en tramos uniformes, obteniendo así la participación de los distintos componentes del costo de operación.

Como se muestra en la figura que sigue, el combustible es el 51,3%, las reparaciones 27,8%, las cubiertas 4,8%, depreciación-interés-gastos fijos 8,3%, el salario del chofer 5,3% y los lubricantes el 2,5%.

Gráfico 5: Participación de los componentes del Costo de Operación Vehicular en el Corredor Montevideo - Aceguá



Fuente: Elaboración propia

Los resultados anteriores consideran el valor del salario del chofer a partir del "Convenio Colectivo Grupo 13 - Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional"; dicho valor, resulta en un valor mínimo a pagar, el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la

operativa. Por lo tanto, en el Capítulo 5 se presenta para este corredor un análisis de sensibilidad al valor del jornal del chofer, considerando aumentos del 30%, 50% y 100% del valor base.

3.1.4.4 Costo total de recorrer el corredor

A partir del costo unitario, considerando el largo y la cantidad de peajes del corredor Montevideo - Aceguá se calcula el costo total de recorrer todo el corredor, considerando los camiones pesados.

Tabla 21: Costo de Operación Vehicular total del corredor Montevideo - Aceguá

ORIGEN/DESTINO	LARGO (KM)	CANTIDAD DE PEAJES	COSTO TOTAL CAMIÓN PESADO (USD)
Montevideo - Aceguá	457,2	2	819

Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Corredor Montevideo - Río Branco

3.1.5.1 Corredor Montevideo - Río Branco (R5-R102-R8-R17-R18-R26)

El corredor comprende 421,1 km desde Montevideo a Río Branco e incluye tramos de las Rutas 5, 102, 8, 17, 18 y 26. El mismo comprende 2 peajes en todo su recorrido, ambos ubicados en Ruta 8.

Imagen 8: Corredor Montevideo - Río Branco (R5-R102-R8-R17-R18-R26)

Fuente: Elaboración propia en base a DNV

3.1.5.2 Resultado del VOC

Se corre el VOC considerando los supuestos mencionados y se presenta el costo unitario para los vehículos pesados que circulan por dicho corredor. Se muestra a continuación el detalle en USD/km para el corredor Montevideo - Río Branco.

Tabla 22: USD/km de los camiones pesados en el Corredor Montevideo - Río Branco

ORIGEN/DESTINO	COSTO UNITARIO (USD/KM)
Montevideo - Río Branco	1,753

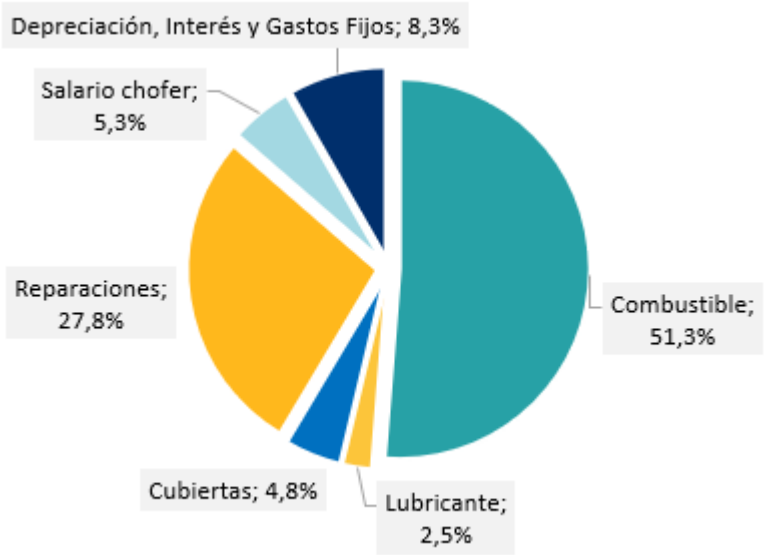
Fuente: Elaboración propia

3.1.5.3 Componentes del Costo de Operación Vehicular

Para calcular los componentes del costo de operación vehicular en el modelo VOC-HDM4, se agrupa el corredor en tramos uniformes, obteniendo así la participación de los distintos componentes del costo de operación.

Como se muestra en la figura que sigue, el combustible es el 51,3%, las reparaciones 27,8%, las cubiertas 4,8%, la depreciación-interés-gastos fijos 8,3%, el salario del chofer 5,3% y los lubricantes el 2,5%.

Gráfico 6: Participación de los componentes del Costo de Operación Vehicular en el Corredor Montevideo - Río Branco



Fuente: Elaboración propia

Los resultados anteriores consideran el valor del salario del chofer a partir del "Convenio Colectivo Grupo 13 - Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional"; dicho valor, resulta en un valor mínimo a pagar, el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la operativa. Por lo tanto, en el Capítulo 5 se presenta para este corredor un análisis de

sensibilidad al valor del jornal del chofer, considerando aumentos del 30%, 50% y 100% del valor base.

3.1.5.4 Costo total de recorrer el corredor

A partir del costo unitario, considerando el largo y la cantidad de peajes del corredor Montevideo - Río Branco se calcula el costo total de recorrer todo el corredor, considerando los camiones pesados.

Tabla 23: Costo de Operación Vehicular total del corredor Montevideo - Río Branco

ORIGEN/DESTINO	LARGO (KM)	CANTIDAD DE PEAJES	COSTO TOTAL CAMIÓN PESADO (USD)
Montevideo - Río Branco	421,1	2	755

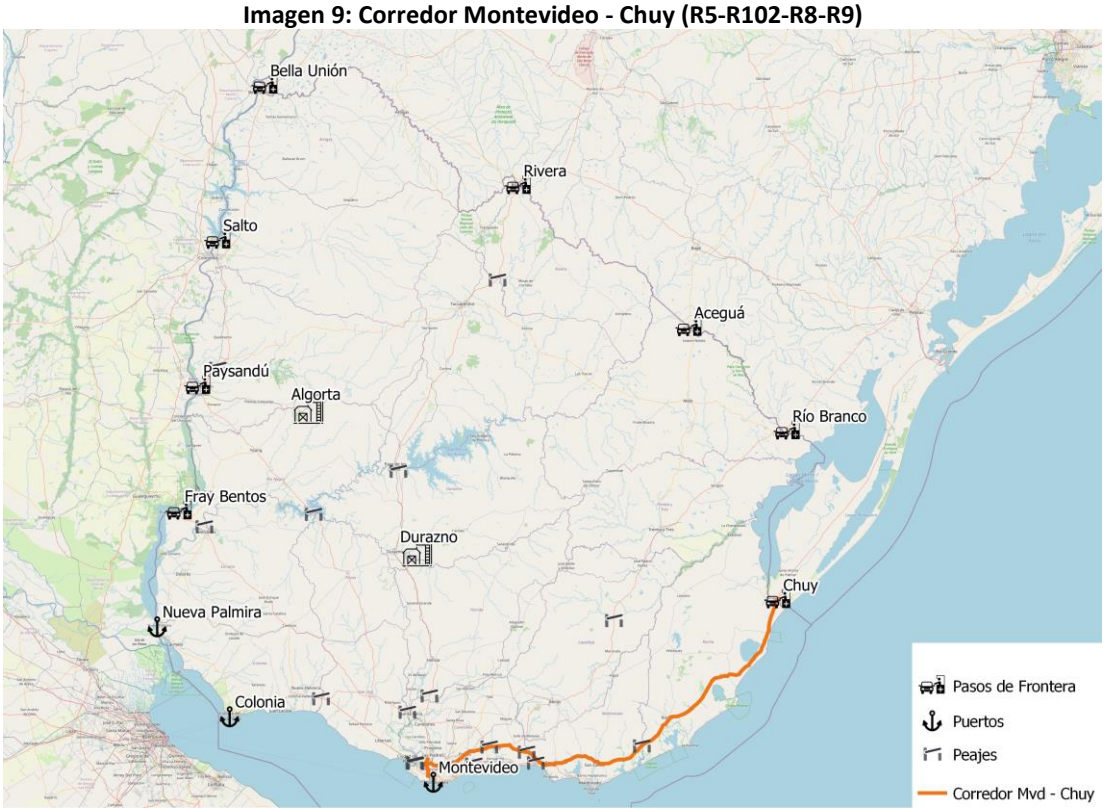
Fuente: Elaboración propia

3.1.6 Corredor Montevideo - Chuy

3.1.6.1 Corredor Montevideo - Chuy (R5-R102-R8-R9)

El corredor comprende 355,7 km desde Montevideo al Chuy, siendo 13,1 km por Ruta 5, 20,0 km por Ruta 102, 51,2 km por Ruta 8 y 271,3 km por Ruta 9. El mismo comprende 3 peajes en todo su recorrido, 1 ubicado en Ruta 8 y 2 ubicados en Ruta 9.

Imagen 9: Corredor Montevideo - Chuy (R5-R102-R8-R9)



Fuente: Elaboración propia en base a DNV

3.1.6.2 Resultado del VOC

Se corre el VOC considerando los supuestos mencionados y se presenta el costo unitario para los vehículos pesados que circulan por dicho corredor. Se muestra a continuación el detalle en USD/km para el corredor Montevideo – Chuy.

Tabla 24: USD/km de los camiones pesados en el corredor Montevideo - Chuy

ORIGEN/DESTINO	COSTO UNITARIO (USD/KM)
Montevideo – Chuy	1,751

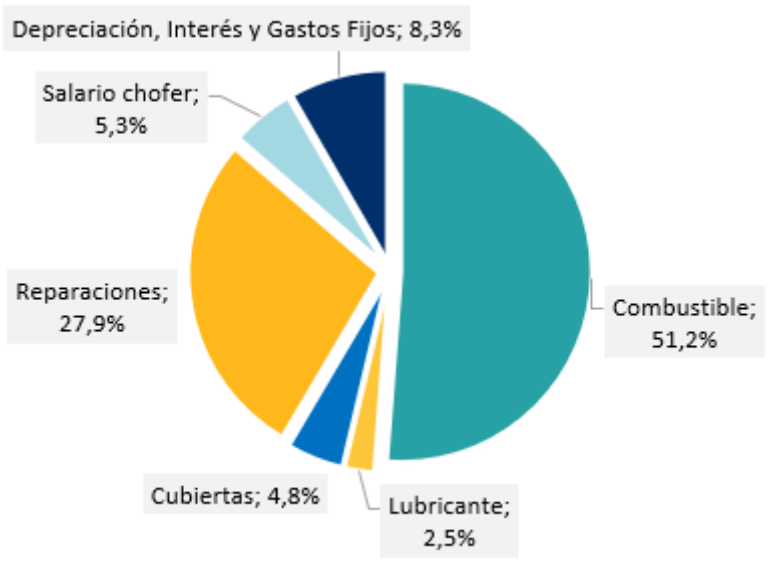
Fuente: Elaboración propia

3.1.6.3 Componentes del Costo de Operación Vehicular

Para calcular los componentes del costo de operación vehicular en el modelo VOC-HDM4 se agrupa el corredor en tramos uniformes, obteniendo así la participación de los distintos componentes del costo de operación.

Como se muestra en la figura que sigue, el combustible es el 51,2%, las reparaciones 27,8%, las cubiertas 4,8%, depreciación-interés-gastos fijos 8,3%, el salario del chofer 5,3% y los lubricantes el 2,5%.

Gráfico 7: Participación de los componentes del Costo de Operación Vehicular en el corredor Montevideo - Chuy



Fuente: Elaboración propia

Los resultados anteriores consideran el valor del salario del chofer a partir del "Convenio Colectivo Grupo 13 - Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional"; dicho valor, resulta en un valor mínimo a pagar, el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la operativa. Por lo tanto, en el Capítulo 5 se presenta para este corredor un análisis de

sensibilidad al valor del jornal del chofer, considerando aumentos del 30%, 50% y 100% del valor base.

3.1.6.4 Costo total de recorrer el corredor

A partir del costo unitario, considerando el largo y la cantidad de peajes del corredor Montevideo - Chuy se calcula el costo total de recorrer todo el corredor, considerando los camiones pesados.

Tabla 25: Costo de Operación Vehicular total del corredor Montevideo - Chuy

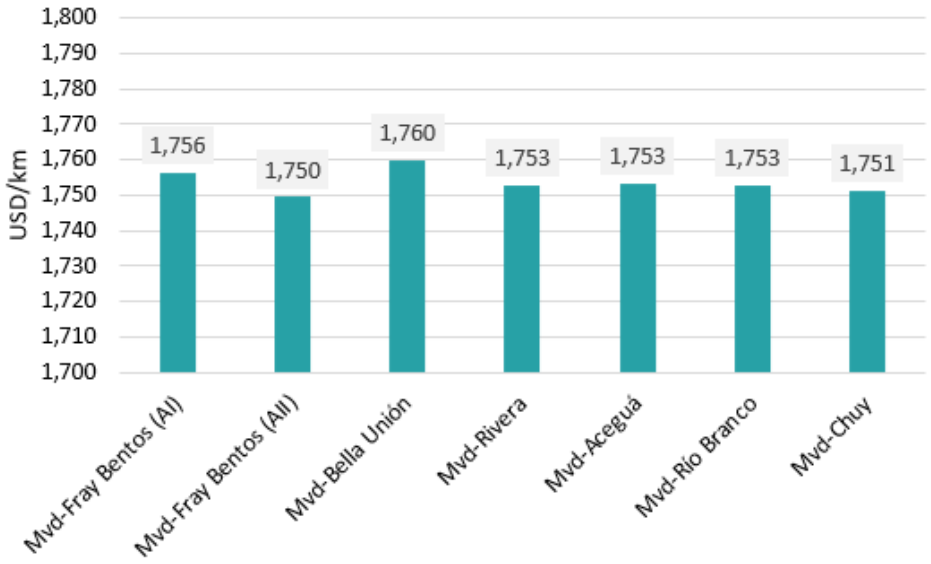
ORIGEN /DESTINO	LARGO (KM)	CANTIDAD DE PEAJES	COSTO TOTAL CAMIÓN PESADO (USD)
Chuy - Montevideo	355,7	3	649

Fuente: Elaboración propia

3.1.7 Resumen de los resultados para los corredores internacionales

Se presentan a continuación los resultados del costo de operación por kilómetro (sin incluir peajes) de los camiones pesados para cada uno de los corredores internacionales que unen Montevideo con los Pasos de Frontera, y luego el costo total que resulta de recorrer la totalidad del corredor (incluyendo los peajes existentes en cada uno de ellos).

Gráfico 8: Costo de Operación Vehicular (USD/km)[25] para camiones pesados según corredor internacional (Montevideo - Paso de Frontera)



Fuente: Elaboración propia

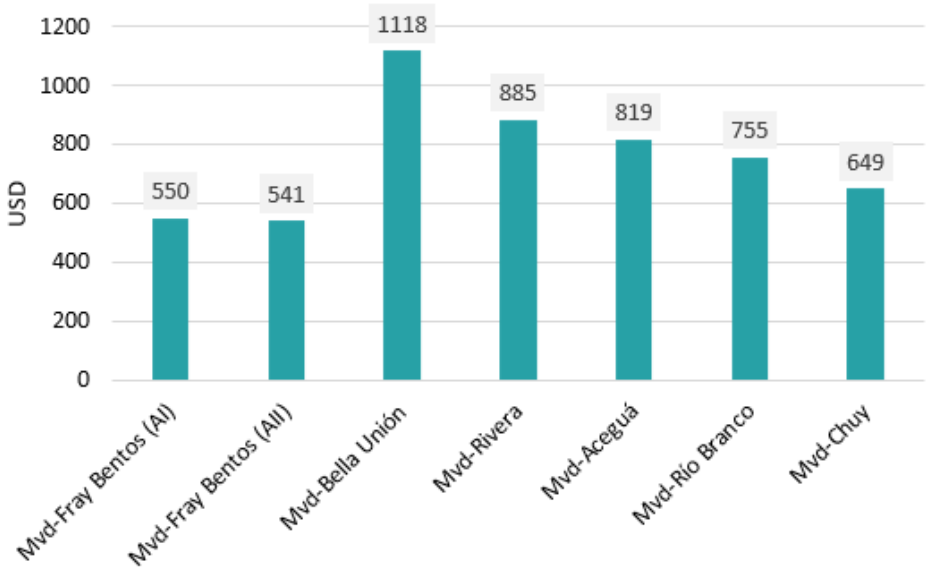
[25] No incluye peajes.

Tabla 26: Recorrido, longitud y cantidad de peajes en cada uno de los corredores internacionales

	MVD - FRAY BENTOS	MVD - FRAY BENTOS	MVD - BELLA UNIÓN	MVD - RIVERA	MVD - ACEGUÁ	MVD - RÍO BRANCO	MVD - CHUY
Recorrido	R2-R1	R2-R12-R23-R13-R3-R1	R3-R1	R5	R5-R102-R8	R26-R18-R17-R8, R102-R5	R9-R8-R102-R5
Longitud (km)	298,0	299,4	620,1	490,1	457,2	421,1	355,7
Cantidad de peajes	3	2	3	3	2	2	3

Fuente: Elaboración propia en base a DNV

Gráfico 9: Costo total (USD)[26] para vehículos pesados según corredor internacional



Fuente: Elaboración propia

[26] Incluye peajes.

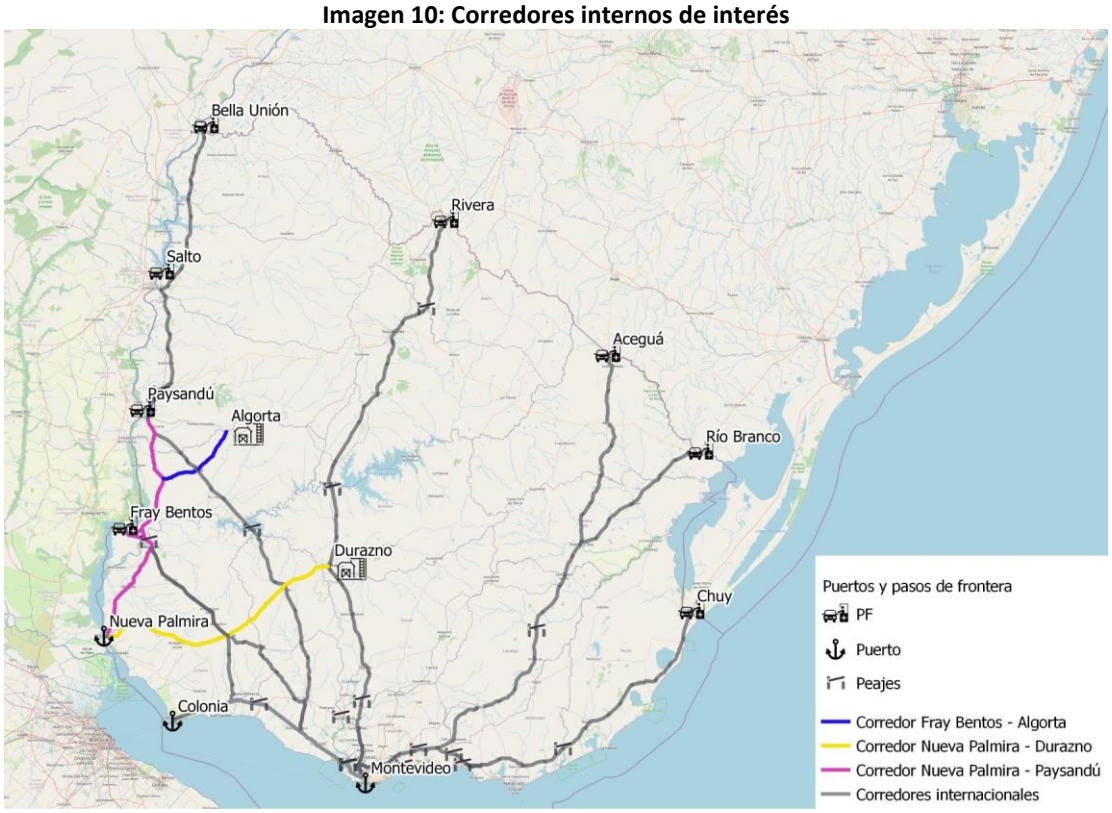
3.2 Corredores internos

Se presentan en este punto los resultados para los corredores internos que tienen como origen/destino algún nodo de interés como Fray Bentos y el Puerto de Nueva Palmira.

Se consideran tres corredores:

- Corredor Nueva Palmira – Durazno (R12-R57-R14)
- Corredor Nueva Palmira - Paysandú (R21-R2-R24)
- Corredor Fray Bentos - Algorta (R24-R25)

Imagen 10: Corredores internos de interés



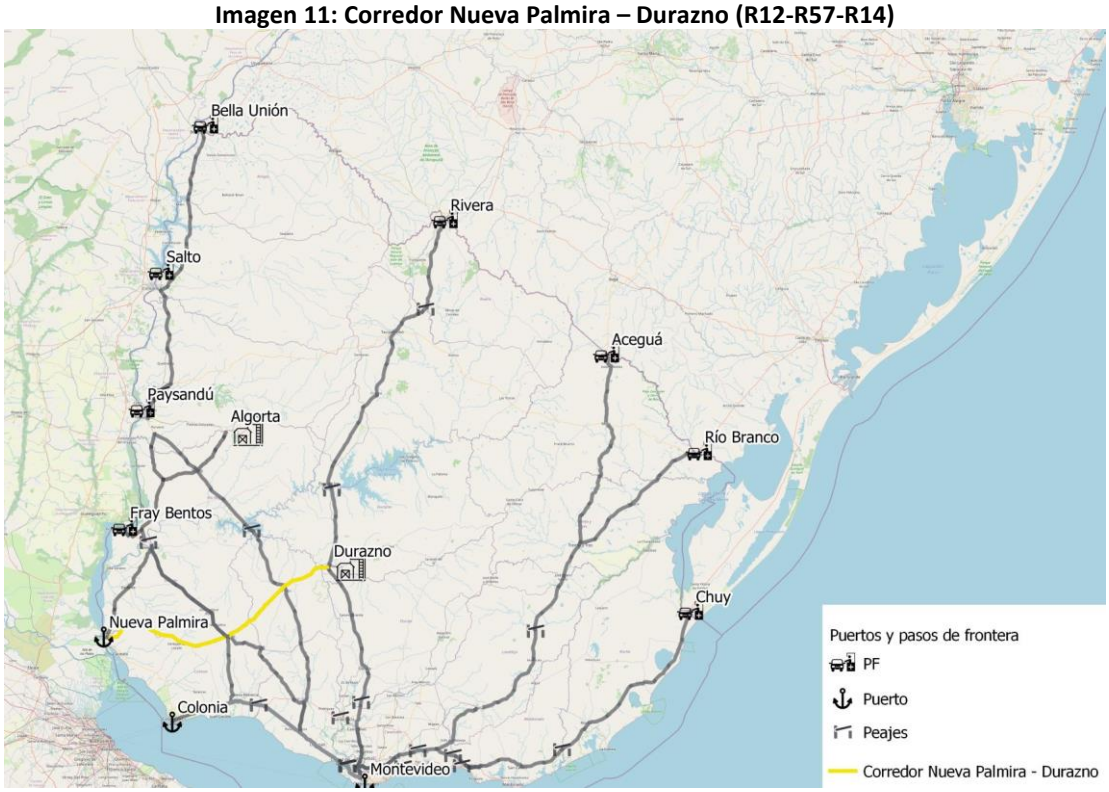
Fuente: Elaboración propia en base a DNV

3.2.1 Corredor Nueva Palmira – Durazno

3.2.1.1 Corredor Nueva Palmira – Durazno (R12-R57-R14)

El corredor comprende 202,4 km desde Nueva Palmira hasta Durazno, siendo 106,5 km por Ruta 12, 58,1 km por Ruta 57 y 37,8 km por Ruta 14. El corredor no tiene peajes en su recorrido.

Imagen 11: Corredor Nueva Palmira – Durazno (R12-R57-R14)



Fuente: Elaboración propia en base a DNV

3.2.1.2 Resultado del VOC

Se corre el VOC considerando los supuestos mencionados y se presenta el costo unitario para los vehículos pesados que circulan por dicho corredor. Se muestra a continuación el detalle en USD/km para el corredor Nueva Palmira – Durazno.

Tabla 27: USD/km de los camiones pesados en el corredor Nueva Palmira – Durazno

ORIGEN/DESTINO	COSTO UNITARIO (USD/KM)
Nueva Palmira – Durazno	1,761

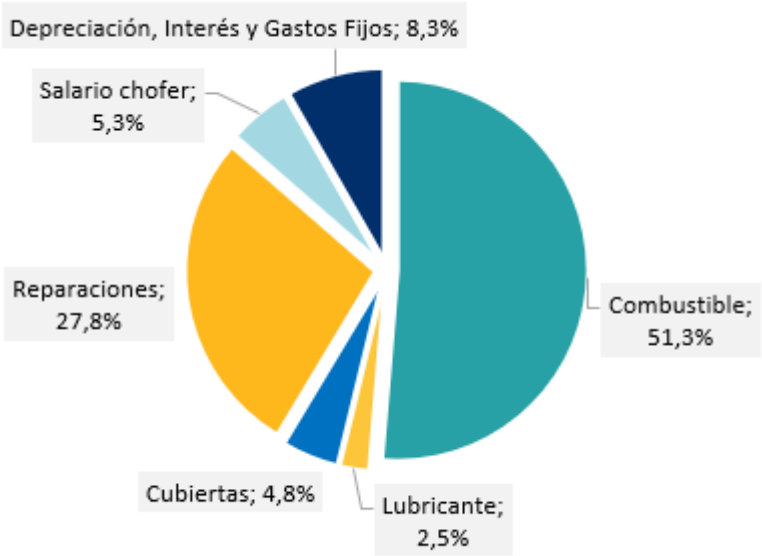
Fuente: Elaboración propia

3.2.1.3 Componentes del Costo de Operación Vehicular

Para calcular los componentes del costo de operación vehicular en el modelo VOC-HDM4 se agrupa el corredor en tramos uniformes, obteniendo así la participación de los distintos componentes del costo de operación.

Como se muestra en la figura que sigue, el combustible es el 51,3%, las reparaciones 27,8%, las cubiertas 4,8%, depreciación-interés-gastos fijos 8,3%, el salario del chofer 5,3% y los lubricantes el 2,5%.

Gráfico 10: Participación de los componentes del Costo de Operación Vehicular en el corredor Nueva Palmira – Durazno



Fuente: Elaboración propia

Los resultados anteriores consideran el valor del salario del chofer a partir del "Convenio Colectivo Grupo 13 - Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional"; dicho valor, resulta en un valor mínimo a pagar, el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la operativa. Por lo tanto, en el Capítulo 5 se presenta para este corredor un análisis de sensibilidad al valor del jornal del chofer, considerando aumentos del 30%, 50% y 100% del valor base.

3.2.1.4 Costo total de recorrer el corredor

A partir del costo unitario, considerando el largo y la cantidad de peajes del corredor Nueva Palmira – Durazno se calcula el costo total de recorrer todo el corredor, considerando los camiones pesados.

Tabla 28: Costo de Operación Vehicular total del corredor Nueva Palmira – Durazno

ORIGEN/DESTINO	LARGO (KM)	CANTIDAD DE PEAJES	COSTO TOTAL CAMIÓN PESADO (USD)
Nueva Palmira – Durazno	202,4	0	357

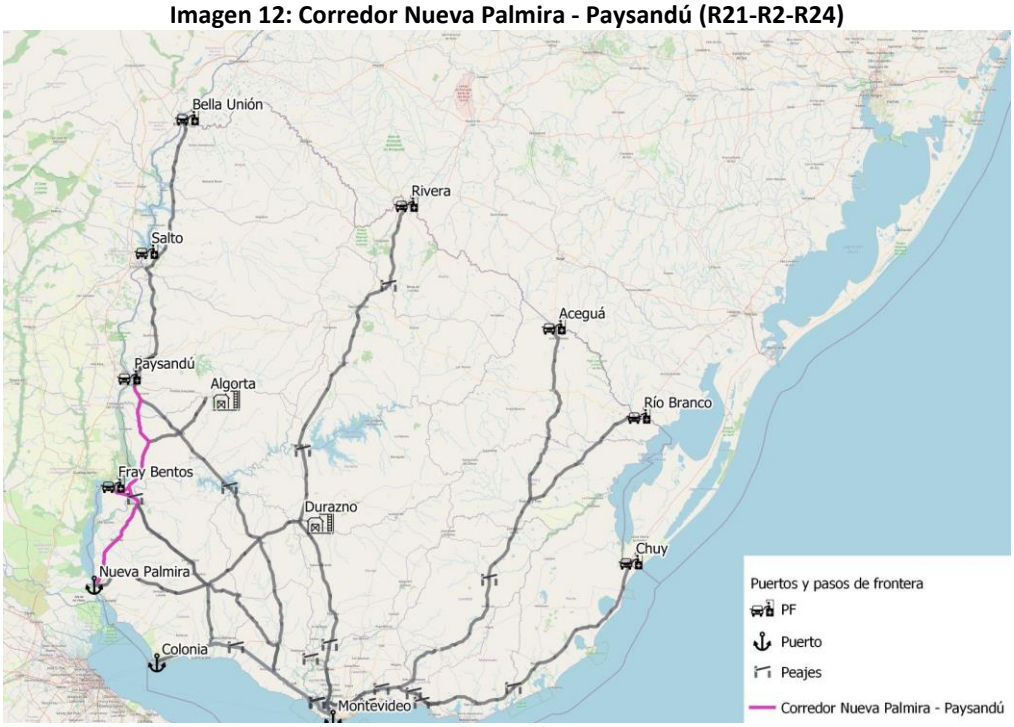
Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Corredor Nueva Palmira - Paysandú

3.2.2.1 Corredor Nueva Palmira - Paysandú (R21-R2-R24)

El corredor comprende 191,9 km desde Nueva Palmira a Paysandú, siendo 76,5 km por Ruta 21, 21,3 km por Ruta 2 y 94,1 km por Ruta 24. En el corredor existe un peaje ubicado en Ruta 2.

Imagen 12: Corredor Nueva Palmira - Paysandú (R21-R2-R24)



Fuente: Elaboración propia en base a DNV

3.2.2.2 Resultado del VOC

Se corre el VOC considerando los supuestos mencionados y se presenta el costo unitario para los vehículos pesados que circulan por dicho corredor. Se muestra a continuación el detalle en USD/km para el corredor Nueva Palmira – Paysandú.

Tabla 29: USD/km de los camiones pesados en el corredor Nueva Palmira - Paysandú

ORIGEN/DESTINO	COSTO UNITARIO (USD/KM)
Nueva Palmira - Paysandú	1,753

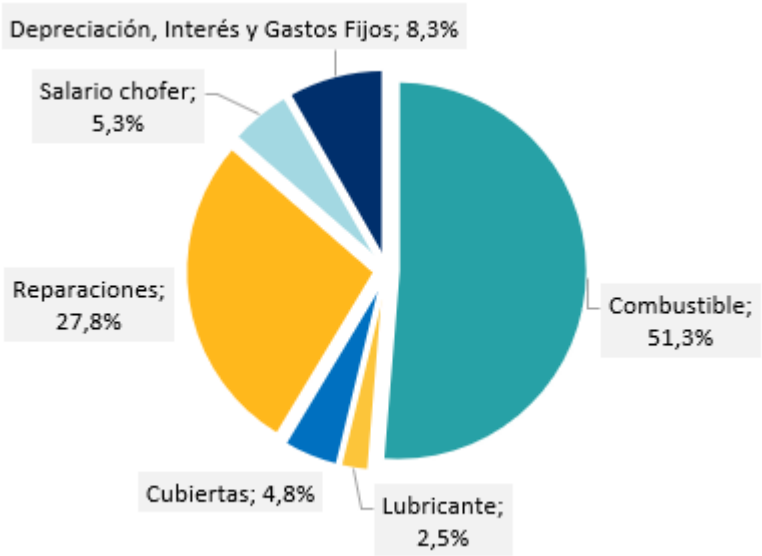
Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3 Componentes del Costo de Operación Vehicular

Para calcular los componentes del costo de operación vehicular en el modelo VOC-HDM4 se agrupa el corredor en tramos uniformes, obteniendo así la participación de los distintos componentes del costo de operación.

Como se muestra en la figura que sigue, el combustible es el 51,3%, las reparaciones 27,8%, las cubiertas 4,8%, depreciación-interés-gastos fijos 8,3%, el salario del chofer 5,3% y los lubricantes el 2,5%.

Gráfico 11: Participación de los componentes del Costo de Operación Vehicular en el corredor Nueva Palmira - Paysandú



Fuente: Elaboración propia

Los resultados anteriores consideran el valor del salario del chofer a partir del "Convenio Colectivo Grupo 13 - Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional"; dicho valor, resulta en un valor mínimo a pagar, el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la operativa. Por lo tanto, en el Capítulo 5 se presenta para este corredor un análisis de sensibilidad al valor del jornal del chofer, considerando aumentos del 30%, 50% y 100% del valor base.

3.2.2.4 Costo total de recorrer el corredor

A partir del costo unitario, considerando el largo y la cantidad de peajes del corredor Nueva Palmira - Paysandú se calcula el costo total de recorrer todo el corredor, considerando los camiones pesados.

Tabla 30: Costo de Operación Vehicular total del corredor Nueva Palmira - Paysandú

ORIGEN/DESTINO	LARGO (KM)	CANTIDAD DE PEAJES	COSTO TOTAL CAMIÓN PESADO (USD)
Nueva Palmira - Paysandú	191,9	1	345

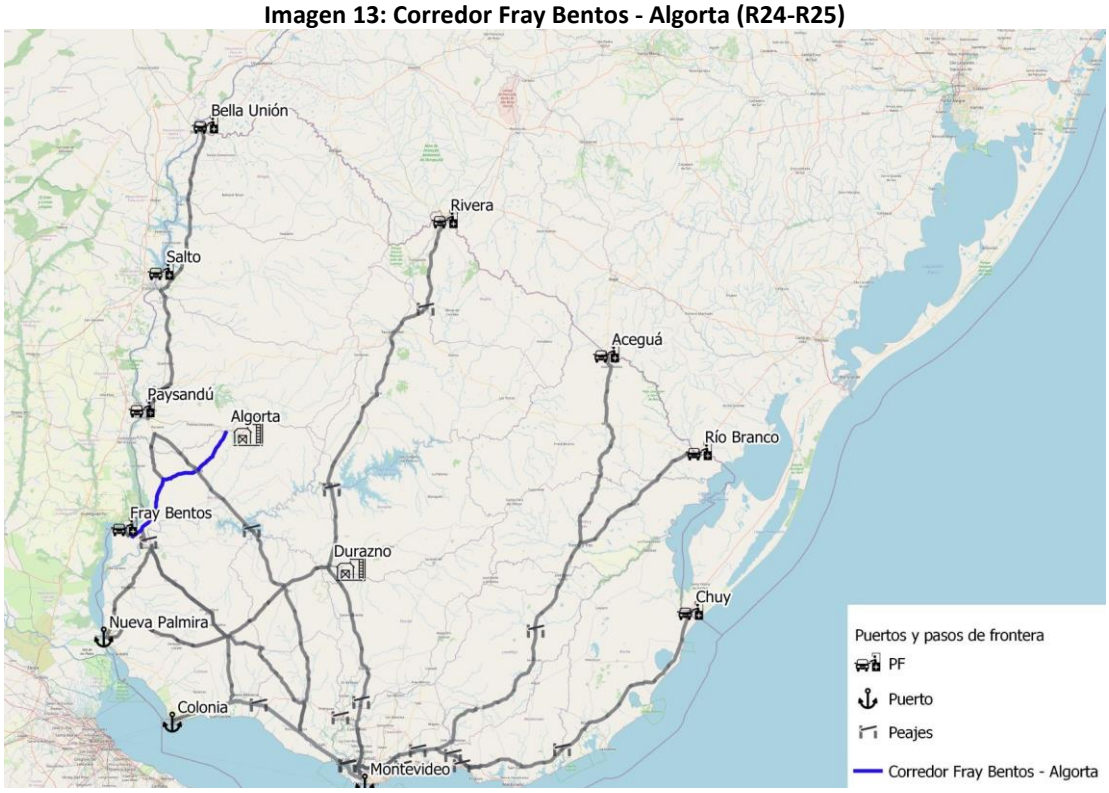
Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Corredor Fray Bentos - Algorta

3.2.3.1 Corredor Fray Bentos-Algorta (R24-R25)

El corredor comprende 122,8 km desde Fray Bentos hasta Algorta, siendo 54,0 km por Ruta 24 y 68,8 km por Ruta 25. Dicho corredor no contiene ningún puesto de peaje.

Imagen 13: Corredor Fray Bentos - Algorta (R24-R25)



Fuente: Elaboración propia en base a DNV

3.2.3.2 Resultado del VOC

Se corre el VOC considerando los supuestos mencionados y se presenta el costo unitario para los vehículos pesados que circulan por dicho corredor. Se muestra a continuación el detalle en USD/km para el corredor Fray Bentos - Algorta.

Tabla 31: USD/km de los camiones pesados en el corredor Fray Bentos - Algorta

ORIGEN/DESTINO	COSTO UNITARIO (USD/KM)
Fray Bentos-Algorta	1,757

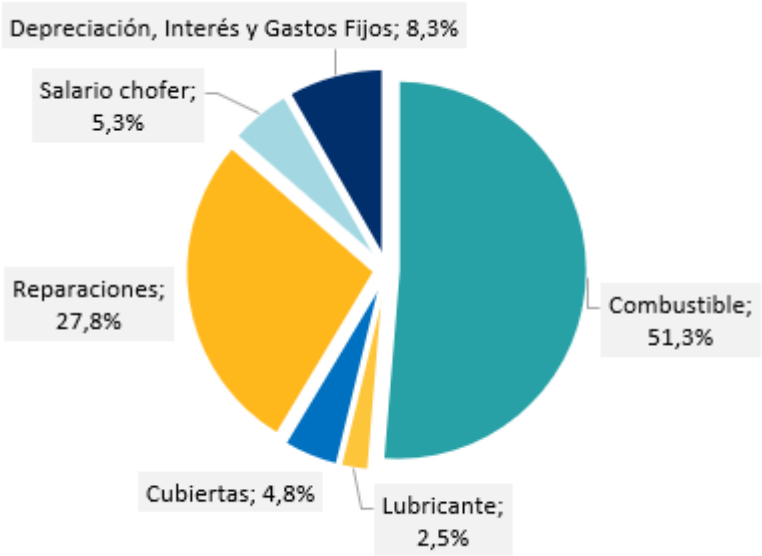
Fuente: Elaboración propia

3.2.3.3 Componentes del Costo de Operación Vehicular

Para calcular los componentes del costo de operación vehicular en el modelo VOC-HDM4 se agrupa el corredor en tramos uniformes, obteniendo así la participación de los distintos componentes del costo de operación.

Como se muestra en la figura que sigue, el combustible es el 51,3%, las reparaciones 27,8%, las cubiertas 4,8%, depreciación-interés-gastos fijos 8,3%, el salario del chofer 5,3% y los lubricantes el 2,5%.

Gráfico 12: Participación de los componentes del Costo de Operación Vehicular en el corredor Fray Bentos - Algorta



Fuente: Elaboración propia

Los resultados anteriores consideran el valor del salario del chofer a partir del "Convenio Colectivo Grupo 13- Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional"; dicho valor, resulta en un valor mínimo a pagar, el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la operativa. Por lo tanto, en el Capítulo 5 se presenta para este corredor un análisis de sensibilidad al valor del jornal del chofer, considerando aumentos del 30%, 50% y 100% del valor base.

3.2.3.4 Costo total de recorrer el corredor

A partir del costo unitario, considerando el largo y la cantidad de peajes del corredor Fray Bentos-Algorta se calcula el costo total de recorrer todo el corredor, considerando los camiones pesados.

Tabla 32: Costo de Operación Vehicular total del corredor Fray Bentos - Algorta

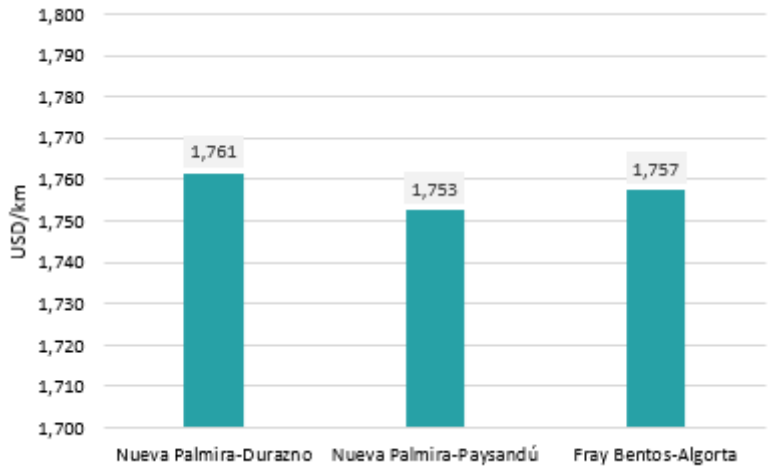
ORIGEN/DESTINO	LARGO (KM)	CANTIDAD DE PEAJES	COSTO TOTAL CAMIÓN PESADO (USD)
Fray Bentos - Algorta	122,8	0	216

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Resumen de los resultados para los corredores internos

Se presentan a continuación los resultados del costo de los camiones pesados por kilómetro (sin incluir peajes) para cada uno de los corredores de interés analizados: Nueva Palmira - Durazno, Nueva Palmira - Paysandú y Fray Bentos - Algorta.

Gráfico 13: Costo de Operación Vehicular (USD/km)[27] para camiones pesados por corredor de interés



Fuente: Elaboración propia

Luego se presentan los datos de longitud y cantidad de peajes de cada corredor con los cuales se obtiene el costo total de operación de un camión pesado (carga máxima) al recorrer todo el corredor.

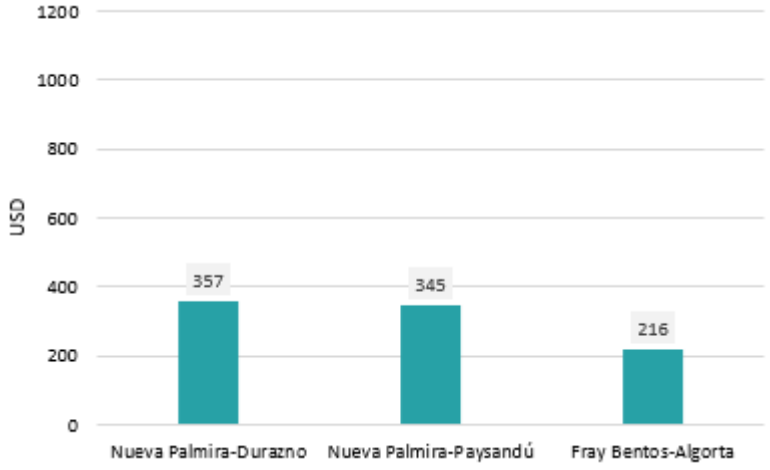
Tabla 33: Recorrido, largo y número de peajes en cada uno de los otros corredores de interés

	NUEVA PALMIRA – DURAZNO	NUEVA PALMIRA - PAYSANDÚ	FRAY BENTOS - ALGORTA
Recorrido	R12-R57-R14	R21-R2-R24	R24-R25
Largo (km)	202,4	191,9	122,8
Cantidad de peajes	0	1	0

Fuente: Elaboración propia

[27] No incluye peajes.

Gráfico 14: Costo total (USD)[28] para vehículos pesados según corredor de interés



Fuente: Elaboración propia

4 COMPARACIÓN INFORME BASE 2021 Y ACTUALIZACIÓN 2023

4.1 Supuestos 2021 y 2023

Se destaca, en particular, que para la actualización 2023 el modelo se corrió en dólares con el tipo de cambio actual (setiembre 2023), presentando este último una notoria baja respecto al valor utilizado en 2021.

El valor de las cubiertas 2023 respecto a 2021 es más bajo dado el cambio de tipo de neumático considerado en esta actualización, sugerido por la ITPC en base al tipo de vehículo utilizado en el estudio.

Los valores de la actualización provienen de diversas fuentes, entre ellas ITPC, instituciones como BSE o información pública, y corresponden a valores setiembre 2023.

[28] Incluye peajes.

Tabla 34: Precios considerados en el modelo VOC-HDM4, año 2021 y 2023[29]

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR 2021	VALOR 2023
Tractor	USD	92.000	100.000
Semirremolque	USD	20.750	24.000
Cubiertas	USD	705	450
Combustible (Gasoil 10-S)	$/litro	55,6	54,3
Jornal chofer	$/hora	231,46	265,64
Jornal mecánico	$/hora	196,78	217,03
Aceite (Turbodiesel ANCAP 15w40)	$/litro	287	368
Patente-Tractor	USD	1.196	1.300
Patente-Semirremolque	USD	519	600
Seguro-Tractor	USD	2.706	3.078
Seguro-Semirremolque	USD	610	739
Inspección técnica vehicular-Tractor	$	5.450	6.350
Inspección técnica vehicular-Semirremolque	$	2.050	2.400
Dólar	$/USD	43,77	38,27
Tasa de Interés	%	5,5	5,5
Peaje (con telepeaje)	$	333,3	334,4

Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes mencionadas

4.2 Características del vehículo considerado en el modelo VOC-HDM4

Tabla 35: Características del vehículo considerado en el modelo VOC-HDM4

DESCRIPCIÓN	2021	2023
Tipo de camión pesado	T12S11-T11S12	T12S11-T11S12
Peso máximo del vehículo cargado	45 toneladas	45 toneladas
Número de cubiertas	18	18
Kilómetros anuales	86.000	86.000
Horas anuales	2.050	2.050
Vida útil	14 años	14 años

Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes mencionadas

Para correr el modelo 2023 se tomaron los datos de tránsito y el IRI del Inventario de la Red Vial Nacional correspondientes al año cerrado 2022.

Cabe aclarar que la longitud de los corredores en este informe se toma a partir de la diferencia de progresivas en cada tramo, identificadas en los reportes de la DNV. En el informe 2021, este valor se tomaba a partir de la distancia relevada en los tramos identificados en el Geoportal del MTOP.

A continuación, se presentan los resultados por corredor de la actualización 2023 y la comparación con los resultados 2021.

[29] Todos los valores se presentan sin IVA

4.3 Resultados y comparación 2023 vs 2021

A continuación se presenta, para cada corredor analizado, una tabla que resume los principales resultados tanto de la actualización 2023 como de la versión 2021. Cabe destacar que, dentro del costo unitario (medido en USD/km) no están incluidos los peajes presentes en los distintos corredores. Éstos son incluidos en el costo total de cada corredor.

4.3.1 Corredor Montevideo-Fray Bentos (alternativa I)

Tabla 36: Resultados y comparación 2023-2021 en el corredor Montevideo - Fray Bentos (AI)

Costo por km y costo total	2023	2021
Costo unitario (USD/km)	**1,756**	**1,604**
Longitud del corredor	298,0	296,3
Cantidad de peajes en el corredor	3	3
Valor del peaje (USD)	8,74	7,615
Costo total del corredor	**550**	**498**
Distribución del costo por componente		
Combustible	51,3%	50,4%
Lubricante	2,5%	1,8%
Cubiertas	4,8%	8,3%
Reparaciones	27,8%	27,1%
Salario chofer	5,3%	4,4%
Depreciación, interés y gastos fijos	8,3%	8,0%

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Corredor Montevideo-Fray Bentos (alternativa II)

Tabla 37: Resultados y comparación 2023-2021 en el corredor Montevideo - Fray Bentos (AII)

Costo por km y costo total	2023	2021
Costo unitario (USD/km)	**1,750**	**1,602**
Longitud del corredor	299,4	297,5
Cantidad de peajes en el corredor	2	2
Valor del peaje (USD)	8,74	7,62
Costo total del corredor	**541**	**492**
Distribución del costo por componente		
Combustible	51,2%	50,4%
Lubricante	2,5%	1,8%
Cubiertas	4,8%	8,3%
Reparaciones	27,9%	27,1%
Salario chofer	5,3%	4,4%
Depreciación, interés y gastos fijos	8,3%	8,0%

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Corredor Montevideo-Bella Unión

Tabla 38: Resultados y comparación 2023-2021 en el corredor Montevideo - Bella Unión

Costo por km y costo total	2023	2021
Costo unitario (USD/km)	**1,760**	**1,609**
Longitud del corredor	620,1	609,0
Cantidad de peajes en el corredor	3	3
Valor del peaje (USD)	8,74	7,62
Costo total del corredor	**1.118**	**1.003**
Distribución del costo por componente		
Combustible	51,3%	50,4%
Lubricante	2,5%	1,9%
Cubiertas	4,8%	8,3%
Reparaciones	27,8%	27,0%
Salario chofer	5,3%	4,5%
Depreciación, interés y gastos fijos	8,3%	7,9%

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Corredor Montevideo-Rivera

Tabla 39: Resultados y comparación 2023-2021 en el corredor Montevideo - Rivera

Costo por km y costo total	2023	2021
Costo unitario (USD/km)	**1,753**	**1,603**
Longitud del corredor	490,1	488,0
Cantidad de peajes en el corredor	3	3
Valor del peaje (USD)	8,74	7,62
Costo total del corredor	**885**	**805**
Distribución del costo por componente		
Combustible	51,3%	50,4%
Lubricante	2,5%	1,9%
Cubiertas	4,8%	8,3%
Reparaciones	27,8%	27,0%
Salario chofer	5,3%	4,5%
Depreciación, interés y gastos fijos	8,3%	7,9%

Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Corredor Montevideo-Aceguá

Tabla 40: Resultados y comparación 2023-2021 en el corredor Montevideo - Aceguá

Costo por km y costo total	2023	2021
Costo unitario (USD/km)	**1,753**	**1,602**
Longitud del corredor	471,1	455,9
Cantidad de peajes en el corredor	2	2
Valor del peaje (USD)	8,74	7,62
Costo total del corredor	**843**	**746**
Distribución del costo por componente		
Combustible	51,3%	50,4%
Lubricante	2,5%	1,9%
Cubiertas	4,8%	8,3%
Reparaciones	27,8%	27,0%
Salario chofer	5,3%	4,5%
Depreciación, interés y gastos fijos	8,3%	7,9%

Fuente: Elaboración propia

4.3.6 Corredor Montevideo-Río Branco

Tabla 41: Resultados y comparación 2023-2021 en el corredor Montevideo - Río Branco

Costo por km y costo total	2023	2021
Costo unitario (USD/km)	**1,753**	**1,602**
Longitud del corredor	435,0	407,4
Cantidad de peajes en el corredor	2	2
Valor del peaje (USD)	8,74	7,62
Costo total del corredor	**780**	**668**
Distribución del costo por componente		
Combustible	51,3%	50,3%
Lubricante	2,5%	1,8%
Cubiertas	4,8%	8,3%
Reparaciones	27,8%	27,1%
Salario chofer	5,3%	4,5%
Depreciación, interés y gastos fijos	8,3%	8,0%

Fuente: Elaboración propia

4.3.7 Corredor Montevideo-Chuy

Tabla 42: Resultados y comparación 2023-2021 en el corredor Montevideo - Chuy

Costo por km y costo total	2023	2021
Costo unitario (USD/km)	**1,751**	**1,604**
Longitud del corredor	355,7	346,7
Cantidad de peajes en el corredor	3	3
Valor del peaje (USD)	8,74	7,62
Costo total del corredor	**649**	**579**
Distribución del costo por componente		
Combustible	51,2%	50,4%
Lubricante	2,5%	1,8%
Cubiertas	4,8%	8,3%
Reparaciones	27,8%	27,1%
Salario chofer	5,3%	4,4%
Depreciación, interés y gastos fijos	8,3%	8,0%

Fuente: Elaboración propia

4.3.8 Corredor Fray Bentos-Algorta

Tabla 43: Resultados y comparación 2023-2021 en el corredor Fray Bentos-Algorta

Costo por km y costo total	2023	2021
Costo unitario (USD/km)	**1,757**	**1,609**
Longitud del corredor	122,8	112,5
Cantidad de peajes en el corredor	0	0
Valor del peaje (USD)	8,74	7,62
Costo total del corredor	**216**	**181**
Distribución del costo por componente		
Combustible	51,3%	50,4%
Lubricante	2,5%	1,9%
Cubiertas	4,8%	8,3%
Reparaciones	27,8%	27,0%
Salario chofer	5,3%	4,5%
Depreciación, interés y gastos fijos	8,3%	7,9%

Fuente: Elaboración propia

4.3.9 Corredor Nueva Palmira-Durazno

Tabla 44: Resultados y comparación 2023-2021 en el corredor Nueva Palmira – Durazno

Costo por km y costo total	2023	2021
Costo unitario (USD/km)	**1,761**	**1,603**
Longitud del corredor	202,4	199,4
Cantidad de peajes en el corredor	0	0
Valor del peaje (USD)	8,74	7,62
Costo total del corredor	**357**	**320**
Distribución del costo por componente		
Combustible	51,3%	50,4%
Lubricante	2,5%	1,8%
Cubiertas	4,8%	8,3%
Reparaciones	27,8%	27,1%
Salario chofer	5,3%	4,4%
Depreciación, interés y gastos Fijos	8,3%	8,0%

Fuente: Elaboración propia

4.3.10 Corredor Nueva Palmira-Paysandú

Tabla 45: Resultados y comparación 2023-2021 en el corredor Nueva Palmira- Paysandú

Costo por km y costo total	2023	2021
Costo unitario (USD/km)	**1,753**	**1,602**
Longitud del corredor	191,9	189,5
Cantidad de peajes en el corredor	1	1
Valor del peaje (USD)	8,74	7,62
Costo total del corredor	**345**	**311**
Distribución del costo por componente		
Combustible	51,3%	50,4%
Lubricante	2,5%	1,8%
Cubiertas	4,8%	8,3%
Reparaciones	27,8%	27,1%
Salario chofer	5,3%	4,4%
Depreciación, interés y gastos Fijos	8,3%	8,0%

Fuente: Elaboración propia

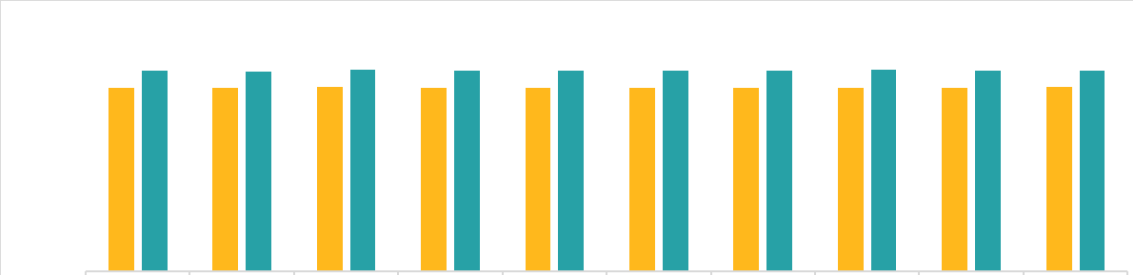
4.4 Conclusiones de la comparación de resultados 2023 vs 2021

A continuación se presentan de forma gráfica los resultados 2023 y 2021, por corredor, del costo de operación vehicular[30]. Se destaca, en primer lugar, la similitud en el resultado del costo para todos los corredores, tanto en 2023 como en 2021. En segundo lugar, cabe destacar el aumento de dicho costo en 2023 (respecto a 2021) en todos los corredores, en aproximadamente un 9%. En los supuestos utilizados, todos los precios aumentan en 2023, salvo el valor de las cubiertas[31]. Esto, sumado a la incidencia del tipo de cambio (la baja del dólar de 2021 a 2023), explican el comportamiento al alza del costo de operación vehicular en 2023.

[30] No incluye peajes.

[31] El valor de las cubiertas 2023 respecto a 2021 es más bajo dado el cambio de tipo de neumático considerado en esta actualización, sugerido por la ITPC en base al tipo de vehículo utilizado en el estudio.

Gráfico 15: Comparación del costo de operación vehicular (USD/km) 2023 vs 2021, por corredor



	Mvd-Fray Bentos (AI)	Mvd-Fray Bentos (AII)	Mvd-Bella Unión	Mvd-Rivera	Mvd-Aceguá	Mvd-Río Branco	Mvd-Chuy	Nueva Palmira-Durazno	Nueva Palmira-Paysandú	Fray Bentos-Algorta
2021	1,604	1,602	1,609	1,603	1,602	1,602	1,604	1,603	1,602	1,609
2023	1,756	1,750	1,760	1,753	1,753	1,753	1,751	1,761	1,753	1,757

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se destaca que la participación de los distintos componentes del costo de operación vehicular es similar para todos los corredores, tanto en 2021 como en 2023. Si se tiene en cuenta que el valor de las cubiertas se redujo de 2021 a 2023, es lógico que la incidencia de dicho rubro en la composición del costo haya bajado, haciendo que el resto de los rubros aumenten su participación relativa.

Tanto en 2021 como en 2023 los rubros de mayor peso son, en primer lugar, el combustible y, en segundo lugar, las reparaciones. Ambos rubros representan, en conjunto, alrededor del 80% del costo de operación vehicular (en ambos años).

5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD POR CORREDOR

5.1 Comentarios sobre los análisis de sensibilidad realizados

Los siguientes puntos pretenden describir brevemente en qué consiste cada uno de los análisis de sensibilidad planteados.

5.1.1 Sensibilidad al salario del chofer

Como se mencionó anteriormente, los resultados obtenidos por corredor consideran el valor del salario del chofer a partir del Convenio Colectivo Grupo 13 - Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional; dicho valor, resulta en un valor mínimo a pagar (costo base), el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la operativa.

De forma de obtener resultados que representen los costos de operación de los vehículos por kilómetro y el costo total de recorrer el corredor de estudio, se presenta un análisis de sensibilidad al valor del jornal del chofer, considerando aumentos del 30%, 50% y 100% del valor base considerado.

5.1.2 Sensibilidad al IRI

Sobre este punto cabe aclarar que las rutas consideradas en este estudio son, en su mayoría, clasificadas por la DNV como "corredores internacionales" o "rutas primarias". Por este motivo, se encuentran en buen estado de conservación y sus valores de IRI son consecuentes con esto. Se entiende, entonces, que al partir de valores de IRI buenos, un aumento del 30% o 50% de dicha variable no debería generar un impacto significativo en el costo de operación. De cualquier forma, se analizan estos escenarios para confirmar esta afirmación, junto con dos escenarios adicionales de aumentos de IRI (100% y 200%) que no se observan en las rutas principales.

5.1.3 Sensibilidad a la carga del camión

En este caso se estudiará la sensibilidad a la carga del camión asumiendo dos escenarios alternativos al escenario base (que contempla el camión a carga completa, es decir, 45 toneladas): se realiza el análisis de sensibilidad considerando el camión vacío (15 toneladas) y el camión cargado al 50% (30 toneladas). La carga del camión es uno de los parámetros de entrada en el VOC-HDM4.

5.1.4 Sensibilidad a la distribución del tránsito

Otro parámetro que toma el modelo VOC-HDM4 es la distribución temporal del tránsito, es decir, cómo se reparte el tránsito medido en las distintas horas que tiene el año. Esta distribución es característica de cada ruta y depende fundamentalmente del uso que tenga la ruta. El VOC-HDM4 sugiere valores para rutas de tipo Estacional, *Commuter* e Inter urbana. El análisis de sensibilidad se realiza corriendo el VOC al considerar cada una de las tipologías de rutas que plantea el modelo.

Aclarados estos puntos, se procede a presentar los resultados de los anunciados análisis de sensibilidad para cada uno de los corredores en estudio.

5.2 Corredor Montevideo - Fray Bentos (alternativa I)

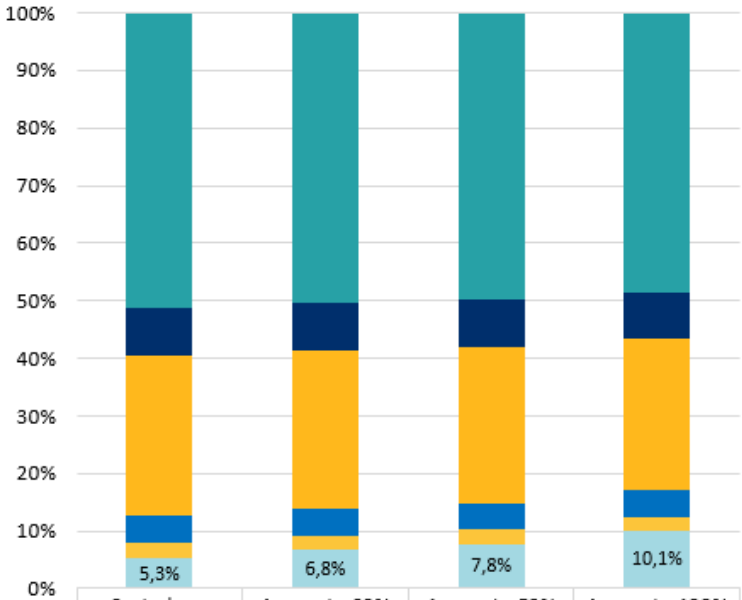
5.2.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer

Tabla 46: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Fray Bentos (AI)

ESCENARIO	JORNAL DEL CHOFER (USD/HORA)	COSTO OPERACIÓN VEHICULAR (USD/KM)	VARIACIÓN EN EL COSTO UNITARIO (%)	COSTO TOTAL EN EL CORREDOR (USD)[32]
Escenario base	6,941	1,756	0	550
Aumento 30%	9,023	1,784	1,57	558
Aumento 50%	10,412	1,802	2,61	563
Aumento 100%	13,882	1,847	5,20	577

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Fray Bentos (AI)



	Costo base	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%
Combustible	51,3%	50,5%	49,9%	48,7%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,2%	8,1%	7,9%
Reparaciones	27,8%	27,4%	27,1%	26,4%
Cubiertas	4,8%	4,7%	4,7%	4,6%
Lubricante	2,5%	2,4%	2,4%	2,4%
Salario chofer	5,3%	6,8%	7,8%	10,1%

Fuente: Elaboración propia}

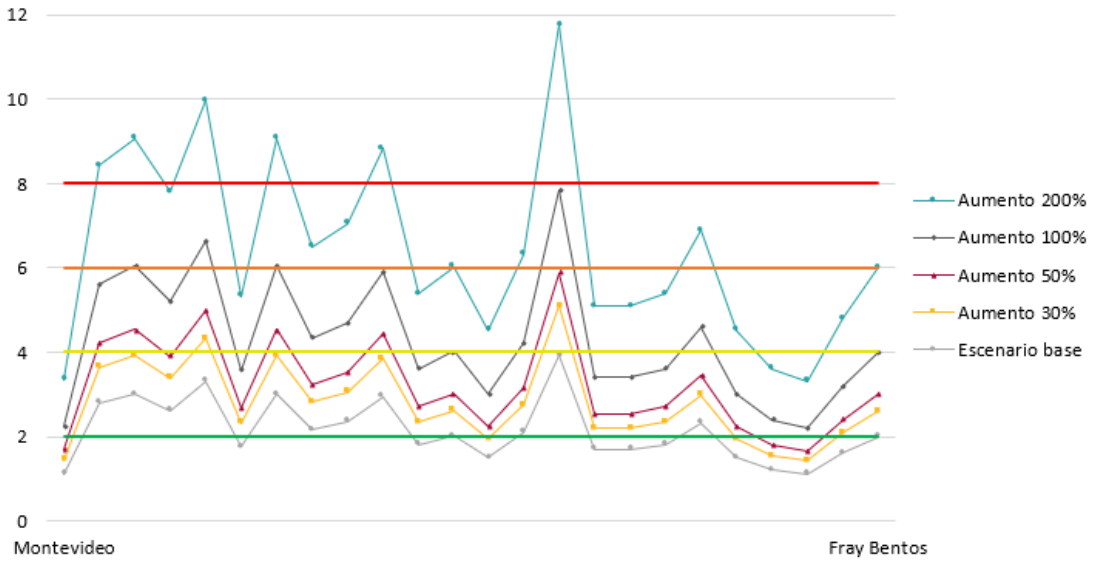
[32] Incluye peajes.

5.2.2 Análisis de sensibilidad al IRI

Se entiende que al partir de valores de IRI buenos, un aumento del 30% o 50% de dicha variable no debería generar un impacto significativo en el costo de operación. De cualquier forma, se analizan estos escenarios para confirmar esta afirmación, junto con dos escenarios adicionales de aumentos de IRI (100% y 200%) que no se observan en las rutas principales.

En el siguiente gráfico se puede ver la variación del IRI al recorrer el corredor para cada escenario considerado, incluyendo el escenario base (obtenido del inventario vial). Las líneas horizontales correspondientes a los IRI: 2, 4, 6 y 8 indican las categorías de condición que asigna el VOC-HDM4 para las rutas primarias, siendo hasta 2 el estado bueno (línea verde) y más de 8 el estado malo (línea roja).

Gráfico 17: Valores de IRI del corredor Montevideo-Fray Bentos (AI), por escenario



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 47: Costo de operación vehicular para cada escenario de aumento de IRI en el corredor Montevideo-Fray Bentos (AI)

ESCENARIO	IRI MEDIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	AUMENTO COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,82	1,756	0
Aumento 30%	2,37	1,772	0,92
Aumento 50%	2,73	1,786	1,68
Aumento 100%	3,65	1,827	4,06
Aumento 200%	5,47	1,922	9,43

Fuente: Elaboración propia

Para cada escenario se determina la composición del costo de operación de igual forma que se realizó para el escenario base, es decir, determinando las características medias del corredor para ingresarlas al modelo VOC-HDM4.

Tabla 48: Composición del costo de operación vehicular en cada escenario de aumento del IRI para el corredor Montevideo-Fray Bentos (AI)

RUBRO	COSTO BASE	AUMENTO 30%	AUMENTO 50%	AUMENTO 100%	AUMENTO 200%
Combustible	51,3%	51,4%	51,4%	50,6%	47,4%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,3%	8,3%	8,1%	8,2%
Reparaciones	27,8%	27,7%	27,6%	28,9%	32,1%
Cubiertas	4,8%	4,9%	4,9%	4,9%	4,8%
Lubricante	2,5%	2,5%	2,5%	2,4%	2,3%
Salario chofer	5,3%	5,3%	5,3%	5,2%	5,2%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento en la participación del rubro reparaciones, lo que es esperable si se tiene en cuenta que se está transitando por vías en peor estado. El combustible disminuye en su participación hacia el costo total en términos relativos, pero se mantiene constante en términos absolutos.

5.2.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión

Para este corredor los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 49: Costo de operación vehicular (USD/km) por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Fray Bentos (AI)

ESTADO	CARGA CAMIÓN	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Totalmente cagado	45 toneladas	1,756	0
Parcialmente cagado	30 toneladas	1,657	-5,65
Camión vacío	15 toneladas	1,574	-10,38

Fuente: Elaboración propia

Evaluando los distintos componentes del costo se observa una disminución en los rubros de combustible y salarios, manteniéndose los otros costos; esto genera que en la participación estos dos rubros bajen su incidencia y aumenten el resto.

Tabla 50: Composición del costo de operación vehicular por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Fray Bentos (AI)

RUBRO	45 T (CASO BASE)	30 T	15 T
Combustible	51,3%	49,4%	47,0%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,4%	8,6%
Reparaciones	27,8%	29,4%	31,0%
Cubiertas	4,8%	5,1%	5,9%
Lubricante	2,5%	2,6%	2,6%
Salario chofer	5,3%	5,1%	5,0%
Total	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

5.2.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito

Los resultados al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios de distribución de tránsito planteados en la metodología son los siguientes.

Tabla 51: Costo de operación vehicular por escenario de distribución de tránsito, para el corredor Montevideo-Fray Bentos (AI)

ESCENARIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,756	0
Inter urbano	1,756	-0,02
Commuter	1,754	-0,14
Estacional	1,754	-0,15

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados indican que todas las distribuciones propuestas por el VOC-HDM4 arrojan costos por debajo del caso base realizado para una distribución uniforme en el tiempo. Esto se debe a que la distribución uniforme tiene más cantidad de horas al año con porcentajes altos del TPDA, mientras que los otros escenarios planteados tienen más de la mitad de sus horas con tránsitos bajos.

5.2.5 Resumen de los resultados

Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos al realizar los análisis de sensibilidad para el corredor Montevideo – Fray Bentos (alternativa I). La tabla siguiente presenta, para cada una de las cuatro variables analizadas (jornal del chofer, IRI, carga del camión y distribución del tránsito), la incidencia en el costo de operación vehicular al modificar su valor, manteniendo los demás parámetros constantes.

Tabla 52: Incidencia en el costo de operación vehicular en cada escenario del corredor Montevideo-Fray Bentos (AI)

Variable modificada	Costo base (USD/km)	Escenario			
Jornal del chofer	1,756	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	
		+1,57%	+2,61%	+5,20%	
IRI	1,756	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	Aumento 200%
		+0,92%	+1,68%	+4,06%	+9,43%
Carga del camión	1,756	Camión semi cargado	Camión vacío		
		-5,65%	-10,38%		
Distribución del tránsito	1,756	Inter urbano	Commuter	Estacional	
		-0,02%	-0,14%	-0,15%	

Fuente: Elaboración propia

5.3 Corredor Montevideo - Fray Bentos (alternativa II)

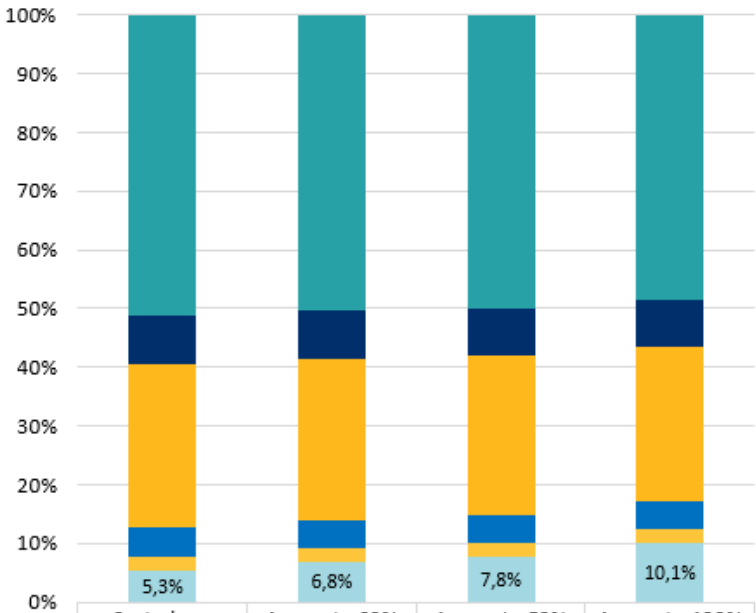
5.3.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer

Tabla 53: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Fray Bentos (AII)

ESCENARIO	JORNAL DEL CHOFER (USD/HORA)	COSTO OPERACIÓN VEHICULAR (USD/KM)	AUMENTO EN EL COSTO UNITARIO (%)	COSTO TOTAL EN EL CORREDOR (USD)[33]
Escenario base	6,941	1,750	0	541
Aumento 30%	9,023	1,777	1,56	549
Aumento 50%	10,412	1,795	2,59	555
Aumento 100%	13,882	1,840	5,19	568

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Fray Bentos (AII)



	Costo base	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%
Combustible	51,3%	50,5%	49,9%	48,7%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,2%	8,1%	7,9%
Reparaciones	27,8%	27,4%	27,1%	26,4%
Cubiertas	4,8%	4,7%	4,7%	4,6%
Lubricante	2,5%	2,4%	2,4%	2,4%
Salario chofer	5,3%	6,8%	7,8%	10,1%

Fuente: Elaboración propia

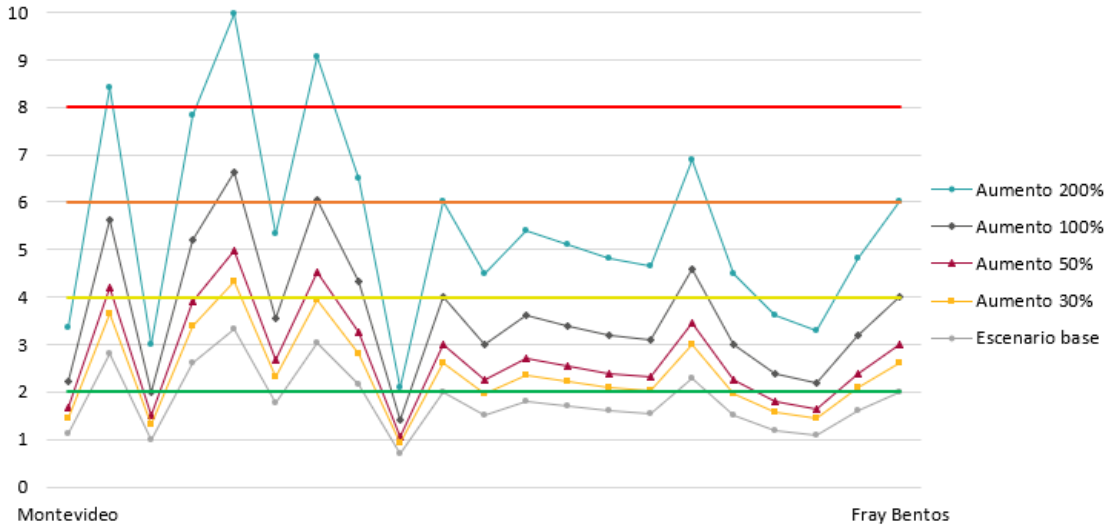
[33] Incluye peajes.

5.3.2 Análisis de sensibilidad al IRI

Se entiende que al partir de valores de IRI buenos, un aumento del 30% o 50% de dicha variable no debería generar un impacto significativo en el costo de operación. De cualquier forma, se analizan estos escenarios para confirmar esta afirmación, junto con dos escenarios adicionales de aumentos de IRI (100% y 200%) que no se observan en las rutas principales.

En el siguiente gráfico se puede ver la variación del IRI al recorrer el corredor para cada escenario considerado, incluyendo el escenario base (obtenido del inventario vial). Las líneas horizontales correspondientes a los IRI: 2, 4, 6 y 8 indican las categorías de condición que asigna el VOC-HDM4 para las rutas primarias, siendo hasta 2 el estado bueno (línea verde) y más de 8 el estado malo (línea roja).

Gráfico 19: Valores de IRI del corredor Montevideo-Fray Bentos (AII), por escenario



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 54: Costo de operación vehicular para cada escenario de aumento de IRI en el corredor Montevideo-Fray Bentos (AII)

ESCENARIO	IRI MEDIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	AUMENTO COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,61	1,750	0
Aumento 30%	2,09	1,760	0,62
Aumento 50%	2,41	1,770	1,17
Aumento 100%	3,21	1,800	2,87
Aumento 200%	4,82	1,876	7,24

Fuente: Elaboración propia

Para cada escenario se determina la composición del costo de operación de igual forma que se realizó para el escenario base, es decir, determinando las características medias del corredor para ingresarlas al modelo VOC-HDM4.

Tabla 55: Composición del costo de operación vehicular en cada escenario de aumento del IRI para el corredor Montevideo-Fray Bentos (AII)

RUBRO	COSTO BASE	AUMENTO 30%	AUMENTO 50%	AUMENTO 100%	AUMENTO 200%
Combustible	51,21%	51,33%	51,40%	51,2%	48,7%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,32%	8,29%	8,27%	8,2%	8,0%
Reparaciones	27,86%	27,74%	27,68%	28,0%	31,0%
Cubiertas	4,79%	4,83%	4,86%	4,9%	4,8%
Lubricante	2,48%	2,48%	2,47%	2,4%	2,3%
Salario chofer	5,34%	5,33%	5,32%	5,3%	5,1%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento en la participación del rubro reparaciones, lo que es esperable si se tiene en cuenta que se está transitando por vías en peor estado. El combustible disminuye en su participación hacia el costo total en términos relativos, pero se mantiene constante en términos absolutos.

5.3.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión

Para este corredor los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 56: Costo de operación vehicular (USD/km) por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Fray Bentos (AII)

ESTADO	CARGA CAMIÓN	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Totalmente cagado	45 toneladas	1,750	0
Parcialmente cagado	30 toneladas	1,652	-5,59
Camión vacío	15 toneladas	1,570	-10,25

Fuente: Elaboración propia

Evaluando los distintos componentes del costo se observa una disminución en los rubros de combustible y salarios, manteniéndose los otros costos; esto genera que en la participación estos dos rubros bajen su incidencia y aumenten el resto.

Tabla 57: Composición del costo de operación vehicular por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Fray Bentos (AII)

RUBRO	45 T (CASO BASE)	30 T	15 T
Combustible	51,2%	49,4%	47,0%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,4%	8,6%
Reparaciones	27,9%	29,5%	31,0%
Cubiertas	4,8%	5,1%	5,9%
Lubricante	2,5%	2,6%	2,6%
Salario chofer	5,3%	5,1%	5,0%
Total	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

5.3.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito

Los resultados al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios de distribución de tránsito planteados en la metodología son los siguientes.

Tabla 58: Costo de operación vehicular por escenario de distribución de tránsito, para el corredor Montevideo-Fray Bentos (AII)

ESCENARIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,750	0
Inter urbano	1,749	-0,02
Commuter	1,747	-0,14
Estacional	1,747	-0,14

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados indican que todas las distribuciones propuestas por el VOC-HDM4 arrojan costos por debajo del caso base realizado para una distribución uniforme en el tiempo. Esto se debe a que la distribución uniforme tiene más cantidad de horas al año con porcentajes altos del TPDA, mientras que los otros escenarios planteados tienen más de la mitad de sus horas con tránsitos bajos.

5.3.5 Resumen de los resultados

Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos al realizar los análisis de sensibilidad para el corredor Montevideo – Fray Bentos (alternativa II). La tabla siguiente presenta, para cada una de las cuatro variables analizadas (jornal del chofer, IRI, carga del camión y distribución del tránsito), la incidencia en el costo de operación vehicular al modificar su valor, manteniendo los demás parámetros constantes.

Tabla 59: Incidencia en el costo de operación vehicular en cada escenario del corredor Montevideo-Fray Bentos (AII)

Variable modificada	Costo base (USD/km)	Escenario			
Jornal del chofer	1,750	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	
		+1,56%	+2,59%	+5,19%	
IRI	1,750	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	Aumento 200%
		+0,62%	+1,17%	+2,87%	+7,24%
Carga del camión	1,750	Camión semi cargado	Camión vacío		
		-5,59%	-10,25%		
Distribución del tránsito	1,750	Inter urbano	Commuter	Estacional	
		-0.02%	-0.14%	-0.14%	

Fuente: Elaboración propia

5.4 Corredor Montevideo - Bella Unión

5.4.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer

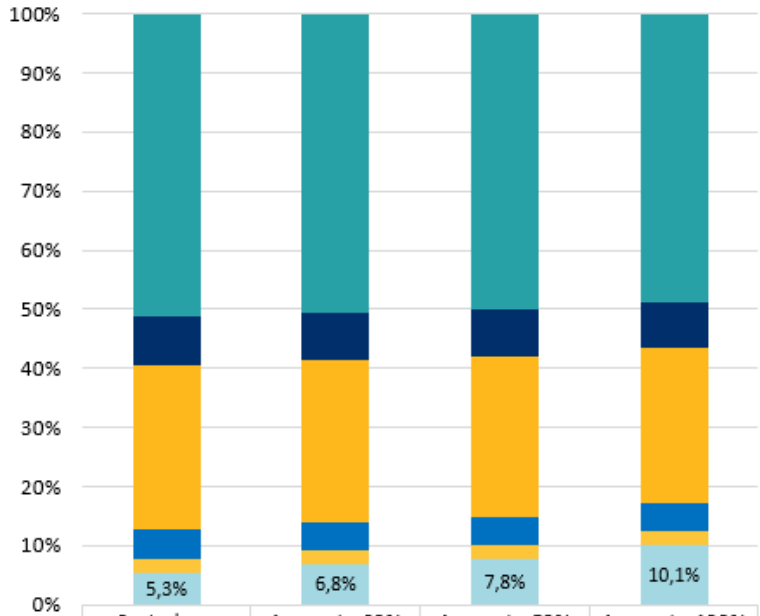
Tabla 60: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Bella Unión

ESCENARIO	JORNAL DEL CHOFER (USD/HORA)	COSTO OPERACIÓN VEHICULAR (USD/KM)	VARIACIÓN EN EL COSTO UNITARIO (%)	COSTO TOTAL EN EL CORREDOR (USD)[34]
Escenario base	6,941	1,760	0	1118
Aumento 30%	9,023	1,787	1,55	1134
Aumento 50%	10,412	1,805	2,59	1146
Aumento 100%	13,882	1,851	5,17	1174

Fuente: Elaboración propia

[34] Incluye peajes.

Gráfico 20: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Bella Unión



	Costo base	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%
Combustible	51,3%	50,5%	50,0%	48,7%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,2%	8,1%	7,9%
Reparaciones	27,8%	27,3%	27,0%	26,4%
Cubiertas	4,8%	4,8%	4,7%	4,6%
Lubricante	2,5%	2,4%	2,4%	2,4%
Salario chofer	5,3%	6,8%	7,8%	10,1%

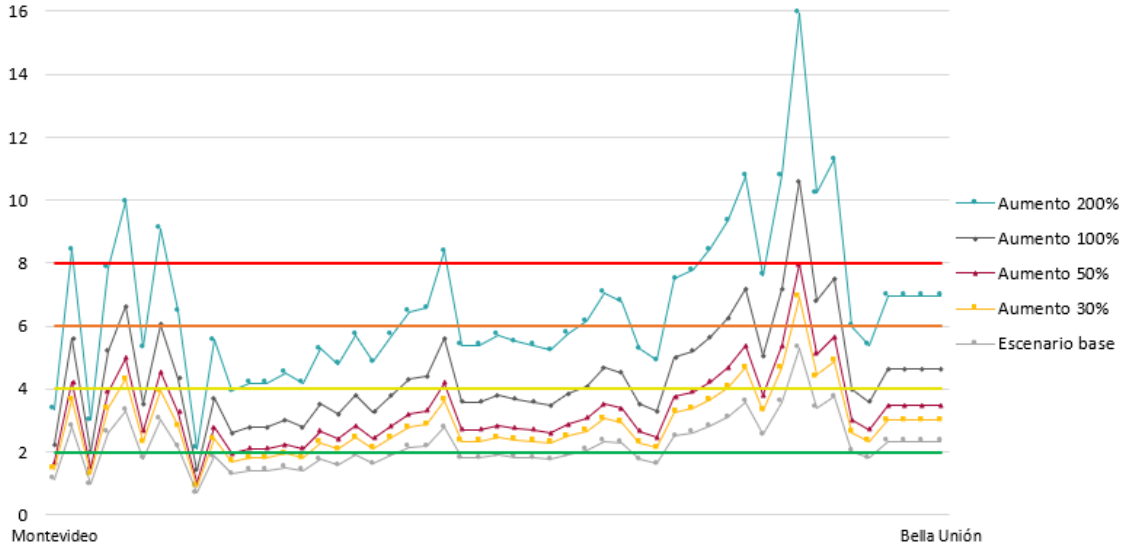
Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Análisis de sensibilidad al IRI

Se entiende que al partir de valores de IRI buenos, un aumento del 30% o 50% de dicha variable no debería generar un impacto significativo en el costo de operación. De cualquier forma, se analizan estos escenarios para confirmar esta afirmación, junto con dos escenarios adicionales de aumentos de IRI (100% y 200%) que no se observan en las rutas principales.

En el siguiente gráfico se puede ver la variación del IRI al recorrer el corredor para cada escenario considerado, incluyendo el escenario base (obtenido del inventario vial). Las líneas horizontales correspondientes a los IRI: 2, 4, 6 y 8 indican las categorías de condición que asigna el VOC-HDM4 para las rutas primarias, siendo hasta 2 el estado bueno (línea verde) y más de 8 el estado malo (línea roja).

Gráfico 21: Valores de IRI del corredor Montevideo-Bella Unión, por escenario



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 61: Costo de operación vehicular para cada escenario de aumento de IRI en el corredor Montevideo-Bella Unión

ESCENARIO	IRI MEDIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	AUMENTO COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	2,03	1,760	0
Aumento 30%	2,64	1,778	1,04
Aumento 50%	3,05	1,793	1,86
Aumento 100%	4,07	1,840	4,53
Aumento 200%	6,10	1,945	10,50

Fuente: Elaboración propia

Para cada escenario se determina la composición del costo de operación de igual forma que se realizó para el escenario base, es decir, determinando las características medias del corredor para ingresarlas al modelo VOC-HDM4.

Tabla 62: Composición del costo de operación vehicular en cada escenario de aumento del IRI para el corredor Montevideo-Bella Unión

RUBRO	COSTO BASE	AUMENTO 30%	AUMENTO 50%	AUMENTO 100%	AUMENTO 200%
Combustible	51,3%	51,4%	51,4%	50,0%	46,1%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,3%	8,2%	8,0%	8,5%
Reparaciones	27,8%	27,6%	27,8%	29,7%	33,1%
Cubiertas	4,8%	4,9%	4,9%	4,8%	4,8%
Lubricante	2,5%	2,5%	2,5%	2,4%	2,2%
Salario chofer	5,3%	5,3%	5,3%	5,1%	5,3%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento en la participación del rubro reparaciones, lo que es esperable si se tiene en cuenta que se está transitando por vías en peor estado. El combustible disminuye en su participación hacia el costo total en términos relativos, pero se mantiene constante en términos absolutos.

5.4.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión

Para este corredor los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 63: Costo de operación vehicular (USD/km) por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Bella Unión

ESTADO	CARGA CAMIÓN	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Totalmente cagado	45 toneladas	1,760	0
Parcialmente cagado	30 toneladas	1,660	-5,67
Camión vacío	15 toneladas	1,577	-10,38

Fuente: Elaboración propia

Evaluando los distintos componentes del costo se observa una disminución en los rubros de combustible y salarios, manteniéndose los otros costos, esto genera que en la participación estos dos rubros bajen su incidencia y aumenten el resto.

Tabla 64: Composición del costo de operación vehicular por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Bella Unión

RUBRO	45 T (CASO BASE)	30 T	15 T
Combustible	51,3%	49,5%	47,0%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,4%	8,6%
Reparaciones	27,8%	29,4%	30,9%
Cubiertas	4,8%	5,1%	5,9%
Lubricante	2,5%	2,6%	2,6%
Salario chofer	5,3%	5,1%	4,9%
Total	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

5.4.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito

Los resultados al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios de distribución de tránsito planteados en la metodología son los siguientes.

Tabla 65: Costo de operación vehicular por escenario de distribución de tránsito, para el corredor Montevideo-Bella Unión

ESCENARIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,760	0
Inter urbano	1,760	-0,01
Commuter	1,758	-0,09
Estacional	1,758	-0,10

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados indican que todas las distribuciones propuestas por el VOC-HDM4 arrojan costos por debajo del caso base realizado para una distribución uniforme en el tiempo. Esto se debe a que la distribución uniforme tiene más cantidad de horas al año con porcentajes altos del TPDA, mientras que los otros escenarios planteados tienen más de la mitad de sus horas con tránsitos bajos.

5.4.5 Resumen de los resultados

Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos al realizar los análisis de sensibilidad para el corredor Montevideo – Bella Unión. La tabla siguiente presenta, para cada una de las cuatro variables analizadas (jornal del chofer, IRI, carga del camión y distribución del tránsito), la incidencia en el costo de operación vehicular al modificar su valor, manteniendo los demás parámetros constantes.

Tabla 66: Incidencia en el costo de operación vehicular en cada escenario del corredor Montevideo-Bella Unión

Variable modificada	Costo base (USD/km)	Escenario			
Jornal del chofer	1,760	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	
		+1,55%	+2,59%	+5,17%	
IRI	1,760	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	Aumento 200%
		+1,04%	+1,86%	+4,53%	+10,50%
Carga del camión	1,760	Camión semi cargado	Camión vacío		
		-5,67%	-10,38%		
Distribución del tránsito	1,760	Inter urbano	Commuter	Estacional	
		-0.01%	-0.09%	-0.10%	

Fuente: Elaboración propia

5.5 Corredor Montevideo – Rivera

5.5.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer

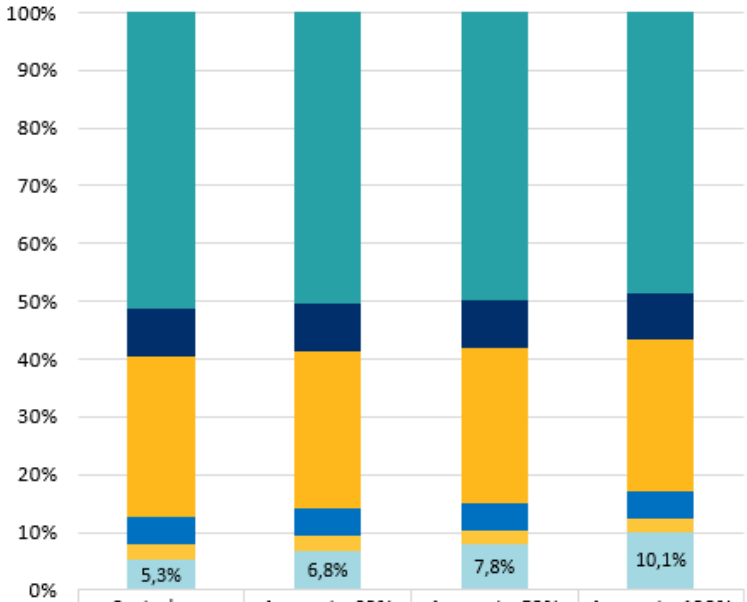
Tabla 67: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Rivera

ESCENARIO	JORNAL DEL CHOFER (USD/HORA)	COSTO OPERACIÓN VEHICULAR (USD/KM)	VARIACIÓN EN EL COSTO UNITARIO (%)	COSTO TOTAL EN EL CORREDOR (USD)[35]
Escenario base	6,941	1,753	0	885
Aumento 30%	9,023	1,780	1,56	899
Aumento 50%	10,412	1,798	2,59	908
Aumento 100%	13,882	1,844	5,19	930

Fuente: Elaboración propia

[35] Incluye peajes.

Gráfico 22: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Rivera



	Costo base	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%
Combustible	51,3%	50,5%	49,9%	48,7%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,2%	8,1%	7,9%
Reparaciones	27,8%	27,4%	27,1%	26,4%
Cubiertas	4,8%	4,7%	4,7%	4,6%
Lubricante	2,5%	2,4%	2,4%	2,4%
Salario chofer	5,3%	6,8%	7,8%	10,1%

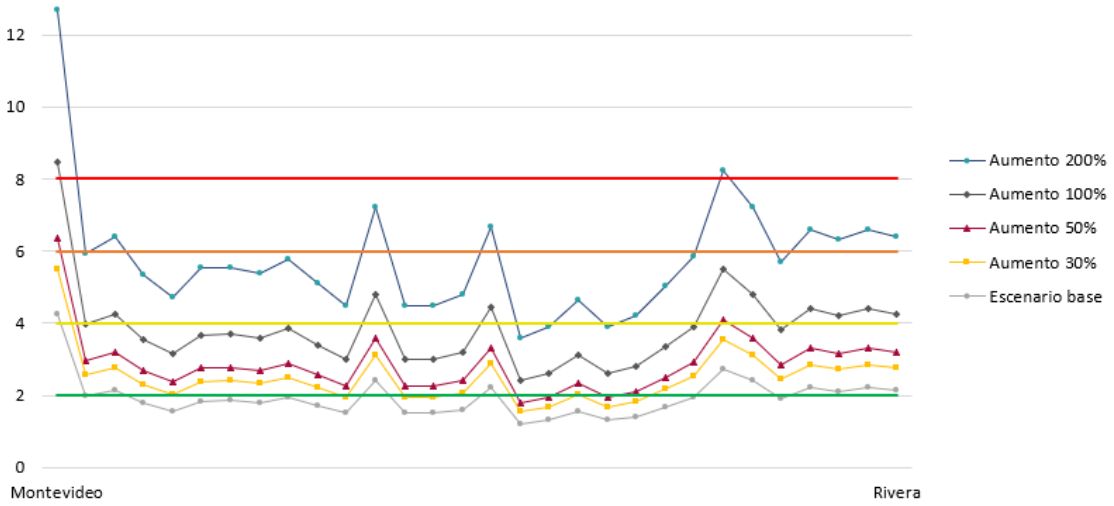
Fuente: Elaboración propia

5.5.2 Análisis de sensibilidad al IRI

Se entiende que al partir de valores de IRI buenos, un aumento del 30% o 50% de dicha variable no debería generar un impacto significativo en el costo de operación. De cualquier forma, se analizan estos escenarios para confirmar esta afirmación, junto con dos escenarios adicionales de aumentos de IRI (100% y 200%) que no se observan en las rutas principales.

En el siguiente gráfico se puede ver la variación del IRI al recorrer el corredor para cada escenario considerado, incluyendo el escenario base (obtenido del inventario vial). Las líneas horizontales correspondientes a los IRI: 2, 4, 6 y 8 indican las categorías de condición que asigna el VOC-HDM4 para las rutas primarias, siendo hasta 2 el estado bueno (línea verde) y más de 8 el estado malo (línea roja).

Gráfico 23: Valores de IRI del corredor Montevideo-Rivera, por escenario



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 68: Costo de operación vehicular para cada escenario de aumento de IRI en el corredor Montevideo-Rivera

ESCENARIO	IRI MEDIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	AUMENTO COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,82	1,753	0
Aumento 30%	2,37	1,763	0,57
Aumento 50%	2,73	1,773	1,14
Aumento 100%	3,64	1,816	3,61
Aumento 200%	5,47	1,909	8,93

Fuente: Elaboración propia

Para cada escenario se determina la composición del costo de operación de igual forma que se realizó para el escenario base, es decir, determinando las características medias del corredor para ingresarlas al modelo VOC-HDM4.

Tabla 69: Composición del costo de operación vehicular en cada escenario de aumento del IRI para el corredor Montevideo-Rivera

RUBRO	COSTO BASE	AUMENTO 30%	AUMENTO 50%	AUMENTO 100%	AUMENTO 200%
Combustible	51,3%	51,4%	51,4%	50,6%	47,4%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,3%	8,3%	8,1%	8,2%
Reparaciones	27,8%	27,7%	27,6%	28,9%	32,1%
Cubiertas	4,8%	4,9%	4,9%	4,9%	4,8%
Lubricante	2,5%	2,5%	2,5%	2,4%	2,3%
Salario chofer	5,3%	5,3%	5,3%	5,2%	5,2%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento en la participación del rubro reparaciones, lo que es esperable si se tiene en cuenta que se está transitando por vías en peor estado. El combustible disminuye en su participación hacia el costo total en términos relativos, pero se mantiene constante en términos absolutos.

5.5.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión

Para este corredor los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 70: Costo de operación vehicular (USD/km) por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Rivera

ESTADO	CARGA CAMIÓN	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Totalmente cagado	45 toneladas	1,753	0
Parcialmente cagado	30 toneladas	1,654	-5,64
Camión vacío	15 toneladas	1,572	-10,35

Fuente: Elaboración propia

Evaluando los distintos componentes del costo se observa una disminución en los rubros de combustible y salarios, manteniéndose los otros costos, esto genera que en la participación estos dos rubros bajen su incidencia y aumenten el resto.

Tabla 71: Composición del costo de operación vehicular por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Rivera

RUBRO	45 T (CASO BASE)	30 T	15 T
Combustible	51,3%	49,4%	47,0%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,4%	8,6%
Reparaciones	27,8%	29,4%	30,9%
Cubiertas	4,8%	5,1%	5,9%
Lubricante	2,5%	2,6%	2,6%
Salario chofer	5,3%	5,1%	4,9%
Total	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

5.5.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito

Los resultados al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios de distribución de tránsito planteados en la metodología son los siguientes.

Tabla 72: Costo de operación vehicular por escenario de distribución de tránsito, para el corredor Montevideo-Rivera

ESCENARIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,753	0
Inter urbano	1,752	-0,06
Commuter	1,748	-0,26
Estacional	1,749	-0,23

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados indican que todas las distribuciones propuestas por el VOC-HDM4 arrojan costos por debajo del caso base realizado para una distribución uniforme en el tiempo. Esto se debe a que la distribución uniforme tiene más cantidad de horas al año con porcentajes altos del TPDA, mientras que los otros escenarios planteados tienen más de la mitad de sus horas con tránsitos bajos.

5.5.5 Resumen de los resultados

Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos al realizar los análisis de sensibilidad para el corredor Montevideo – Rivera. La tabla siguiente presenta, para cada una de las cuatro variables analizadas (jornal del chofer, IRI, carga del camión y distribución del tránsito), la incidencia en el costo de operación vehicular al modificar su valor, manteniendo los demás parámetros constantes.

Tabla 73: Incidencia en el costo de operación vehicular en cada escenario del corredor Montevideo-Rivera

Variable modificada	Costo base (USD/km)	Escenario			
Jornal del chofer	1,753	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	
		+1,56%	+2,59%	+5,19%	
IRI	1,753	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	Aumento 200%
		+0,57%	+1,14%	+3,61%	+8,93%
Carga del camión	1,753	Camión semi cargado	Camión vacío		
		-5,64%	-10,35%		
Distribución del tránsito	1,753	Inter urbano	Commuter	Estacional	
		-0,06%	-0,26%	-0.23%	

Fuente: Elaboración propia

5.6 Corredor Montevideo – Aceguá

5.6.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer

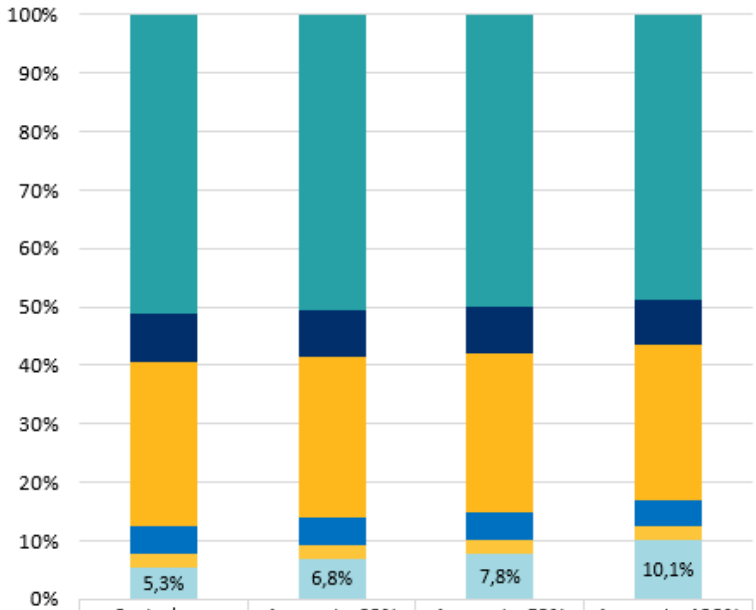
Tabla 74: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Aceguá

ESCENARIO	JORNAL DEL CHOFER (USD/HORA)	COSTO OPERACIÓN VEHICULAR (USD/KM)	VARIACIÓN EN EL COSTO UNITARIO (%)	COSTO TOTAL EN EL CORREDOR (USD)[36]
Escenario base	6,941	1,753	0	819
Aumento 30%	9,023	1,780	1,56	831
Aumento 50%	10,412	1,799	2,60	840
Aumento 100%	13,882	1,844	5,19	861

Fuente: Elaboración propia

[36] Incluye peajes.

Gráfico 24: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Aceguá



	Costo base	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%
Combustible	51,3%	50,5%	49,9%	48,7%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,2%	8,1%	7,9%
Reparaciones	27,8%	27,4%	27,1%	26,4%
Cubiertas	4,8%	4,7%	4,7%	4,6%
Lubricante	2,5%	2,4%	2,4%	2,4%
Salario chofer	5,3%	6,8%	7,8%	10,1%

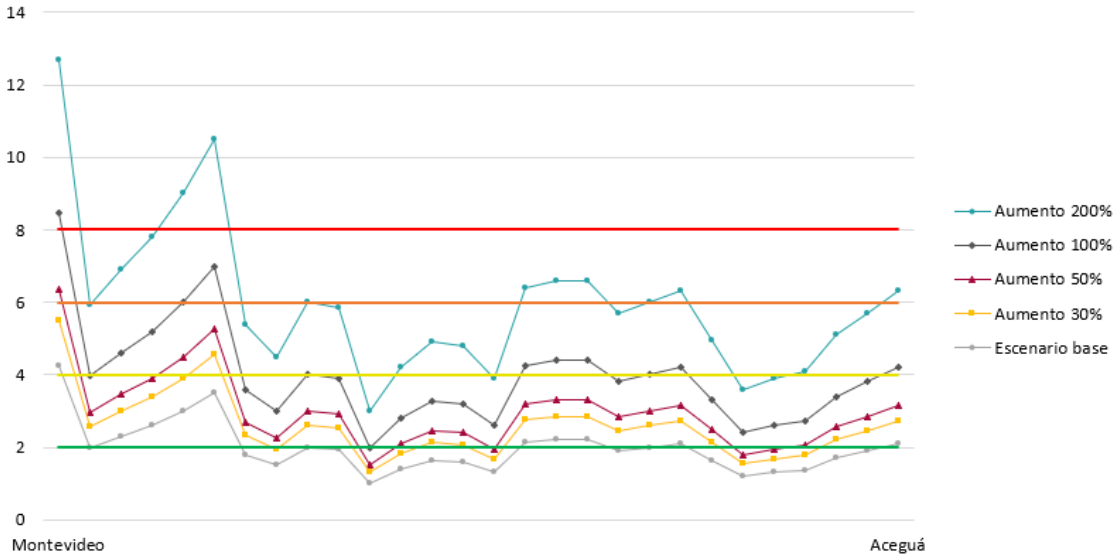
Fuente: Elaboración propia

5.6.2 Análisis de sensibilidad al IRI

Se entiende que al partir de valores de IRI buenos, un aumento del 30% o 50% de dicha variable no debería generar un impacto significativo en el costo de operación. De cualquier forma, se analizan estos escenarios para confirmar esta afirmación, junto con dos escenarios adicionales de aumentos de IRI (100% y 200%) que no se observan en las rutas principales.

En el siguiente gráfico se puede ver la variación del IRI al recorrer el corredor para cada escenario considerado, incluyendo el escenario base (obtenido del inventario vial). Las líneas horizontales correspondientes a los IRI: 2, 4, 6 y 8 indican las categorías de condición que asigna el VOC-HDM4 para las rutas primarias, siendo hasta 2 el estado bueno (línea verde) y más de 8 el estado malo (línea roja).

Gráfico 25: Valores de IRI del corredor Montevideo-Aceguá, por escenario



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 75: Costo de operación vehicular para cada escenario de aumento de IRI en el corredor Montevideo-Aceguá

ESCENARIO	IRI MEDIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	AUMENTO COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,83	1,753	0
Aumento 30%	2,38	1,765	0,68
Aumento 50%	2,75	1,776	1,32
Aumento 100%	3,66	1,820	3,81
Aumento 200%	5,49	1,908	8,85

Fuente: Elaboración propia

Para cada escenario se determina la composición del costo de operación de igual forma que se realizó para el escenario base, es decir, determinando las características medias del corredor para ingresarlas al modelo VOC-HDM4.

Tabla 76: Composición del costo de operación vehicular en cada escenario de aumento del IRI para el corredor Montevideo-Aceguá

RUBRO	COSTO BASE	AUMENTO 30%	AUMENTO 50%	AUMENTO 100%	AUMENTO 200%
Combustible	51,3%	51,4%	51,4%	50,6%	47,4%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,3%	8,2%	8,1%	8,2%
Reparaciones	27,8%	27,7%	27,7%	28,9%	32,1%
Cubiertas	4,8%	4,9%	4,9%	4,9%	4,8%
Lubricante	2,5%	2,5%	2,5%	2,4%	2,3%
Salario chofer	5,3%	5,3%	5,3%	5,2%	5,2%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento en la participación del rubro reparaciones, lo que es esperable si se tiene en cuenta que se está transitando por vías en peor estado. El combustible disminuye en su participación hacia el costo total en términos relativos, pero se mantiene constante en términos absolutos.

5.6.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión

Para este corredor los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 77: Costo de operación vehicular (USD/km) por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Aceguá

ESTADO	CARGA CAMIÓN	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Totalmente cagado	45 toneladas	1,753	0
Parcialmente cagado	30 toneladas	1,654	-5,66
Camión vacío	15 toneladas	1,571	-10,39

Fuente: Elaboración propia

Evaluando los distintos componentes del costo se observa una disminución en los rubros de combustible y salarios, manteniéndose los otros costos, esto genera que en la participación estos dos rubros bajen su incidencia y aumenten el resto.

Tabla 78: Composición del costo de operación vehicular por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Aceguá

RUBRO	45 T (CASO BASE)	30 T	15 T
Combustible	51,3%	49,4%	47,0%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,4%	8,6%
Reparaciones	27,8%	29,4%	30,9%
Cubiertas	4,8%	5,1%	5,9%
Lubricante	2,5%	2,6%	2,6%
Salario chofer	5,3%	5,1%	4,9%
Total	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

5.6.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito

Los resultados al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios de distribución de tránsito planteados en la metodología son los siguientes.

Tabla 79: Costos de operación vehicular por escenario de distribución de tránsito, para el corredor Montevideo-Aceguá

ESCENARIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,753	0
Inter urbano	1,753	-0,03
Commuter	1,750	-0,16
Estacional	1,751	-0,12

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados indican que todas las distribuciones propuestas por el VOC-HDM4 arrojan costos por debajo del caso base realizado para una distribución uniforme en el tiempo. Esto se debe a que la distribución uniforme tiene más cantidad de horas al año con porcentajes altos del TPDA, mientras que los otros escenarios planteados tienen más de la mitad de sus horas con tránsitos bajos.

5.6.5 Resumen de los resultados

Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos al realizar los análisis de sensibilidad para el corredor Montevideo – Aceguá. La tabla siguiente presenta, para cada una de las cuatro variables analizadas (jornal del chofer, IRI, carga del camión y distribución del tránsito), la incidencia en el costo de operación vehicular al modificar su valor, manteniendo los demás parámetros constantes.

Tabla 80: Incidencia en el costo de operación vehicular en cada escenario del corredor Montevideo-Aceguá

Variable modificada	Costo base (USD/km)	Escenario			
Jornal del chofer	1,753	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	
		+1,56%	+2,60%	+5,19%	
IRI	1,753	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	Aumento 200%
		+0,68%	+1,32%	+3,81%	+8,85%
Carga del camión	1,753	Camión semi cargado	Camión vacío		
		-5,66%	-10,39%		
Distribución del tránsito	1,753	Inter urbano	Commuter	Estacional	
		-0,03%	-0,16%	-0,12%	

Fuente: Elaboración propia

5.7 Corredor Montevideo - Río Branco

5.7.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer

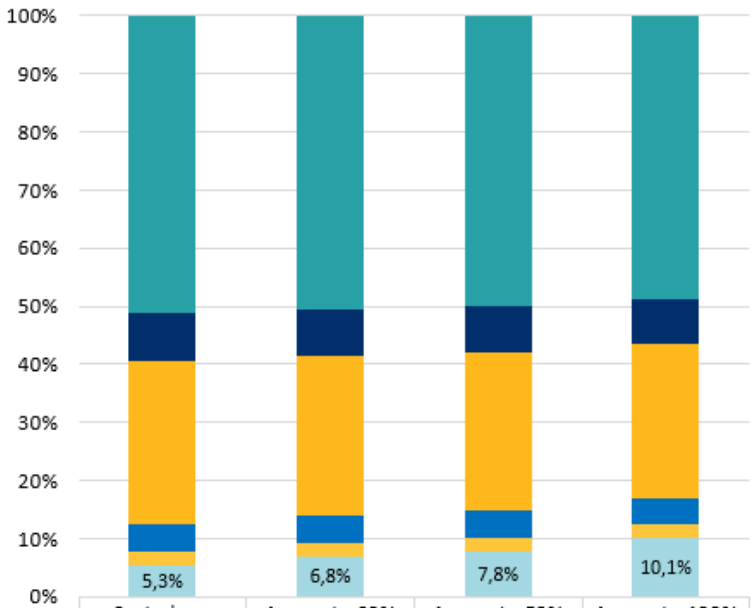
Tabla 81: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Río Branco

ESCENARIO	JORNAL DEL CHOFER (USD/HORA)	COSTO OPERACIÓN VEHICULAR (USD/KM)	VARIACIÓN EN EL COSTO UNITARIO (%)	COSTO TOTAL EN EL CORREDOR (USD)[37]
Escenario base	6,941	1,753	0	755
Aumento 30%	9,023	1,780	1,56	767
Aumento 50%	10,412	1,798	2,60	775
Aumento 100%	13,882	1,844	5,20	794

Fuente: Elaboración propia

[37] Incluye peajes.

Gráfico 26: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Río Branco



	Costo base	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%
Combustible	51,3%	50,4%	49,9%	48,7%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,2%	8,1%	7,9%
Reparaciones	27,8%	27,4%	27,1%	26,4%
Cubiertas	4,8%	4,7%	4,7%	4,6%
Lubricante	2,5%	2,4%	2,4%	2,4%
Salario chofer	5,3%	6,8%	7,8%	10,1%

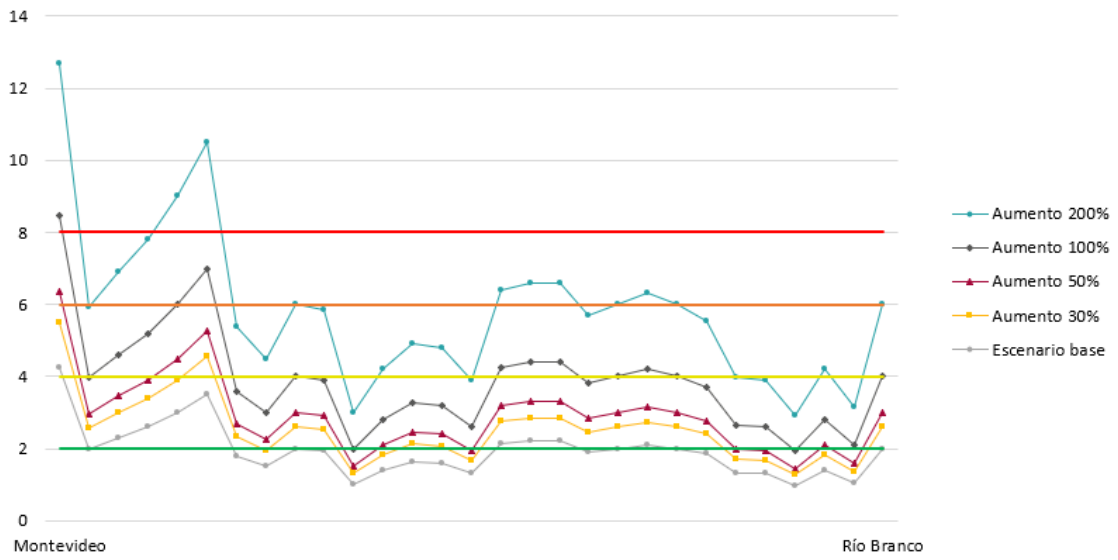
Fuente: Elaboración propia

5.7.2 Análisis de sensibilidad al IRI

Se entiende que al partir de valores de IRI buenos, un aumento del 30% o 50% de dicha variable no debería generar un impacto significativo en el costo de operación. De cualquier forma, se analizan estos escenarios para confirmar esta afirmación, junto con dos escenarios adicionales de aumentos de IRI (100% y 200%) que no se observan en las rutas principales.

En el siguiente gráfico se puede ver la variación del IRI al recorrer el corredor para cada escenario considerado, incluyendo el escenario base (obtenido del inventario vial). Las líneas horizontales correspondientes a los IRI: 2, 4, 6 y 8 indican las categorías de condición que asigna el VOC-HDM4 para las rutas primarias, siendo hasta 2 el estado bueno (línea verde) y más de 8 el estado malo (línea roja).

Gráfico 27: Valores de IRI del corredor Montevideo-Río Branco, por escenario



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 82: Costos de operación vehicular para cada escenario de aumento de IRI en el corredor Montevideo-Río Branco

ESCENARIO	IRI MEDIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	AUMENTO COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,80	1,753	0,00
Aumento 30%	2,34	1,765	0,69
Aumento 50%	2,70	1,776	1,31
Aumento 100%	3,59	1,818	3,71
Aumento 200%	5,39	1,903	8,57

Fuente: Elaboración propia

Para cada escenario se determina la composición del costo de operación de igual forma que se realizó para el escenario base, es decir, determinando las características medias del corredor para ingresarlas al modelo VOC-HDM4.

Tabla 83: Composición del costo de operación vehicular en cada escenario de aumento del IRI para el corredor Montevideo-Río Branco

RUBRO	COSTO BASE	AUMENTO 30%	AUMENTO 50%	AUMENTO 100%	AUMENTO 200%
Combustible	51,3%	51,4%	51,4%	50,7%	47,6%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,3%	8,3%	8,1%	8,2%
Reparaciones	27,8%	27,7%	27,6%	28,8%	32,0%
Cubiertas	4,8%	4,9%	4,9%	4,9%	4,8%
Lubricante	2,5%	2,5%	2,5%	2,4%	2,3%
Salario chofer	5,3%	5,3%	5,3%	5,2%	5,2%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento en la participación del rubro reparaciones, lo que es esperable si se tiene en cuenta que se está transitando por vías en peor estado. El combustible disminuye en su participación hacia el costo total en términos relativos, pero se mantiene constante en términos absolutos.

5.7.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión

Para este corredor los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 84: Costo de operación vehicular (USD/km) por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Río Branco

ESTADO	CARGA CAMIÓN	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Totalmente cagado	45 toneladas	1,753	0
Parcialmente cagado	30 toneladas	1,654	-5,65
Camión vacío	15 toneladas	1,571	-10,38

Fuente: Elaboración propia

Evaluando los distintos componentes del costo se observa una disminución en los rubros de combustible y salarios, manteniéndose los otros costos, esto genera que en la participación estos dos rubros bajen su incidencia y aumenten el resto.

Tabla 85: Composición del costo de operación vehicular por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Río Branco

RUBRO	45 T (CASO BASE)	30 T	15 T
Combustible	51,3%	49,4%	47,0%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,4%	8,6%
Reparaciones	27,8%	29,4%	30,9%
Cubiertas	4,8%	5,1%	5,9%
Lubricante	2,5%	2,6%	2,6%
Salario chofer	5,3%	5,1%	4,9%
Total	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

5.7.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito

Los resultados al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios de distribución de tránsito planteados en la metodología son los siguientes.

Tabla 86: Costos de operación vehicular por escenario de distribución de tránsito, para el corredor Montevideo-Río Branco

ESCENARIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,753	0
Inter urbano	1,752	-0,04
Commuter	1,750	-0,17
Estacional	1,750	-0,13

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados indican que todas las distribuciones propuestas por el VOC-HDM4 arrojan costos por debajo del caso base realizado para una distribución uniforme en el tiempo. Esto se debe a que la distribución uniforme tiene más cantidad de horas al año con porcentajes altos del TPDA, mientras que los otros escenarios planteados tienen más de la mitad de sus horas con tránsitos bajos.

5.7.5 Resumen de los resultados

Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos al realizar los análisis de sensibilidad para el corredor Montevideo – Río Branco. La tabla siguiente presenta, para cada una de las cuatro variables analizadas (jornal del chofer, IRI, carga del camión y distribución del tránsito), la incidencia en el costo de operación vehicular al modificar su valor, manteniendo los demás parámetros constantes.

Tabla 87: Incidencia en el costo de operación vehicular en cada escenario del corredor Montevideo-Río Branco

Variable modificada	Costo base (USD/km)	Escenario			
Jornal del chofer	1,753	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	
		+1,56%	+2,60%	+5,20%	
IRI	1,753	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	Aumento 200%
		+0,69%	+1,31%	+3,71%	+8,57%
Carga del camión	1,753	Camión semi cargado	Camión vacío		
		-5,65%	-10,38%		
Distribución del tránsito	1,753	Inter urbano	Commuter	Estacional	
		-0,04%	-0,17%	-0,13%	

Fuente: Elaboración propia

5.8 Corredor Montevideo – Chuy

5.8.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer

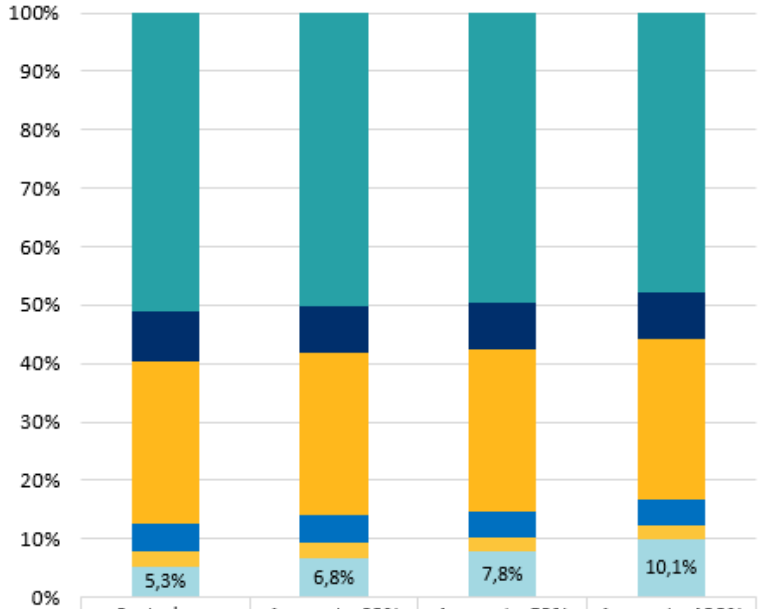
Tabla 88: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Chuy

ESCENARIO	JORNAL DEL CHOFER (USD/HORA)	COSTO OPERACIÓN VEHICULAR (USD/KM)	AUMENTO EN EL COSTO UNITARIO (%)	COSTO TOTAL EN EL CORREDOR (USD)[38]
Escenario base	6,941	1,751	0	649
Aumento 30%	9,023	1,779	1,56	659
Aumento 50%	10,412	1,797	2,60	665
Aumento 100%	13,882	1,842	5,20	682

Fuente: Elaboración propia

[38] Incluye peajes.

Gráfico 28: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Montevideo - Chuy



	Costo base	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%
Combustible	51,2%	50,4%	49,9%	48,6%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,2%	8,1%	7,9%
Reparaciones	27,9%	27,9%	27,9%	27,9%
Cubiertas	4,8%	4,7%	4,7%	4,6%
Lubricante	2,5%	2,4%	2,4%	2,4%
Salario chofer	5,3%	6,8%	7,8%	10,1%

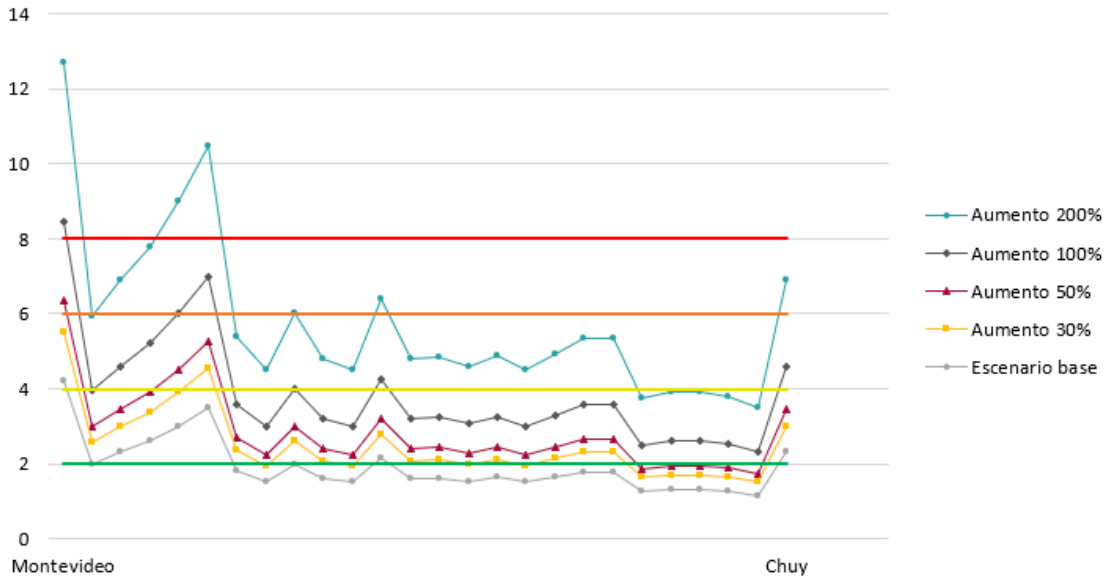
Fuente: Elaboración propia

5.8.2 Análisis de sensibilidad al IRI

Se entiende que al partir de valores de IRI buenos, un aumento del 30% o 50% de dicha variable no debería generar un impacto significativo en el costo de operación. De cualquier forma, se analizan estos escenarios para confirmar esta afirmación, junto con dos escenarios adicionales de aumentos de IRI (100% y 200%) que no se observan en las rutas principales.

En el siguiente gráfico se puede ver la variación del IRI al recorrer el corredor para cada escenario considerado, incluyendo el escenario base (obtenido del inventario vial). Las líneas horizontales correspondientes a los IRI: 2, 4, 6 y 8 indican las categorías de condición que asigna el VOC-HDM4 para las rutas primarias, siendo hasta 2 el estado bueno (línea verde) y más de 8 el estado malo (línea roja).

Gráfico 29: Valores de IRI del corredor Montevideo-Chuy, por escenario



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 89: Costos de operación vehicular para cada escenario de aumento de IRI en el corredor Montevideo-Chuy

ESCENARIO	IRI MEDIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	AUMENTO COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,71	1,751	0
Aumento 30%	2,22	1,763	0,67
Aumento 50%	2,56	1,772	1,17
Aumento 100%	3,41	1,802	2,92
Aumento 200%	5,12	1,896	8,25

Fuente: Elaboración propia

Para cada escenario se determina la composición del costo de operación de igual forma que se realizó para el escenario base, es decir, determinando las características medias del corredor para ingresarlas al modelo VOC-HDM4.

Tabla 90: Composición del costo de operación vehicular en cada escenario de aumento del IRI para el corredor Montevideo-Chuy

RUBRO	COSTO BASE	AUMENTO 30%	AUMENTO 50%	AUMENTO 100%	AUMENTO 200%
Combustible	51,2%	51,4%	51,4%	50,9%	48,1%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,3%	8,3%	8,1%	8,1%
Reparaciones	27,8%	27,7%	27,7%	28,4%	31,5%
Cubiertas	4,8%	4,8%	4,9%	4,9%	4,8%
Lubricante	2,5%	2,5%	2,5%	2,4%	2,3%
Salario chofer	5,3%	5,3%	5,3%	5,2%	5,1%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento en la participación del rubro reparaciones, lo que es esperable si se tiene en cuenta que se está transitando por vías en peor estado. El combustible disminuye en su participación hacia el costo total en términos relativos, pero se mantiene constante en términos absolutos.

5.8.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión

Para este corredor los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 91: Costo de operación vehicular (USD/km) por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Chuy

ESTADO	CARGA CAMIÓN	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Totalmente cagado	45 toneladas	1,751	0
Parcialmente cagado	30 toneladas	1,652	-5,64
Camión vacío	15 toneladas	1,570	-10,38

Fuente: Elaboración propia

Evaluando los distintos componentes del costo se observa una disminución en los rubros de combustible y salarios, manteniéndose los otros costos, esto genera que en la participación estos dos rubros bajen su incidencia y aumenten el resto.

Tabla 92: Composición del costo de operación vehicular por escenario de carga del camión, en el corredor Montevideo-Chuy

RUBRO	45 T (CASO BASE)	30 T	15 T
Combustible	51,2%	49,4%	47,0%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,4%	8,6%
Reparaciones	27,8%	29,5%	31,0%
Cubiertas	4,8%	5,1%	5,9%
Lubricante	2,5%	2,6%	2,6%
Salario chofer	5,3%	5,1%	5,0%
Total	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

5.8.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito

Los resultados al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios de distribución de tránsito planteados en la metodología son los siguientes.

Tabla 93: Costos de operación vehicular por escenario de distribución de tránsito, para el corredor Montevideo-Chuy

ESCENARIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,751	0
Inter urbano	1,750	-0,06
Commuter	1,746	-0,31
Estacional	1,747	-0,26

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados indican que todas las distribuciones propuestas por el VOC-HDM4 arrojan costos por debajo del caso base realizado para una distribución uniforme en el tiempo. Esto se debe a que la distribución uniforme tiene más cantidad de horas al año con porcentajes altos del TPDA, mientras que los otros escenarios planteados tienen más de la mitad de sus horas con tránsitos bajos.

5.8.5 Resumen de los resultados

Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos al realizar los análisis de sensibilidad para el corredor Montevideo – Chuy. La tabla siguiente presenta, para cada una de las cuatro variables analizadas (jornal del chofer, IRI, carga del camión y distribución del tránsito), la incidencia en el costo de operación vehicular al modificar su valor, manteniendo los demás parámetros constantes.

Tabla 94: Incidencia en el costo de operación vehicular en cada escenario del corredor Montevideo-Chuy

Variable modificada	Costo base (USD/km)	Escenario			
Jornal del chofer	1,751	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	
		+1,56%	+2,60%	+5,20%	
IRI	1,751	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	Aumento 200%
		+0,67%	+1,17%	+2,92%	+8,25%
Carga del camión	1,751	Camión semi cargado	Camión vacío		
		-5,64%	-10,38%		
Distribución del tránsito	1,751	Inter urbano	Commuter	Estacional	
		-0,06%	-0,31%	-0,26%	

Fuente: Elaboración propia

5.9 Corredor Nueva Palmira – Durazno

5.9.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer

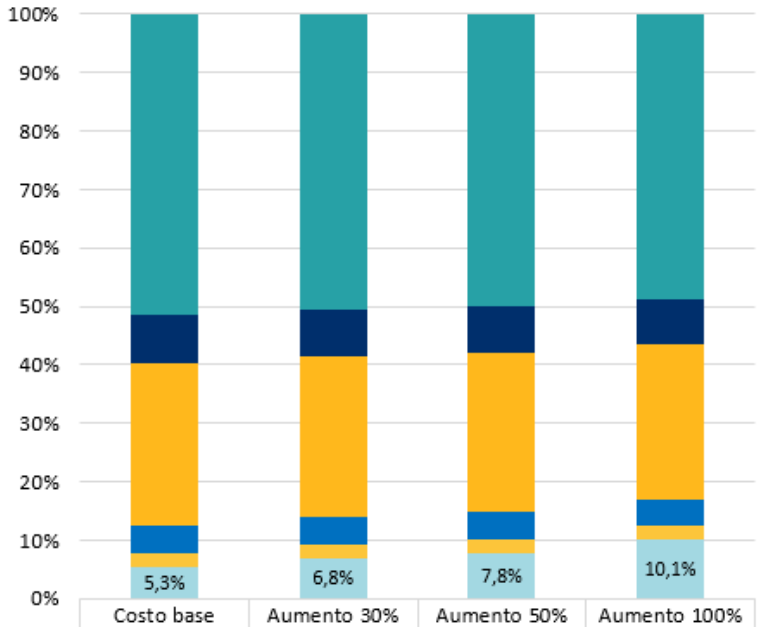
Tabla 95: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Nueva Palmira – Durazno

ESCENARIO	JORNAL DEL CHOFER (USD/HORA)	COSTO OPERACIÓN VEHICULAR (USD/KM)	VARIACIÓN EN EL COSTO UNITARIO (%)	COSTO TOTAL EN EL CORREDOR (USD)[39]
Escenario base	6,941	1,761	0	357
Aumento 30%	9,023	1,789	1,55	362
Aumento 50%	10,412	1,807	2,59	366
Aumento 100%	13,882	1,853	5,17	375

Fuente: Elaboración propia

[39] Incluye peajes.

Gráfico 30: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Nueva Palmira – Durazno



	Costo base	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%
Combustible	51,3%	50,5%	50,0%	48,7%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,2%	8,1%	7,9%
Reparaciones	27,8%	27,3%	27,1%	26,4%
Cubiertas	4,8%	4,7%	4,7%	4,6%
Lubricante	2,5%	2,4%	2,4%	2,4%
Salario chofer	5,3%	6,8%	7,8%	10,1%

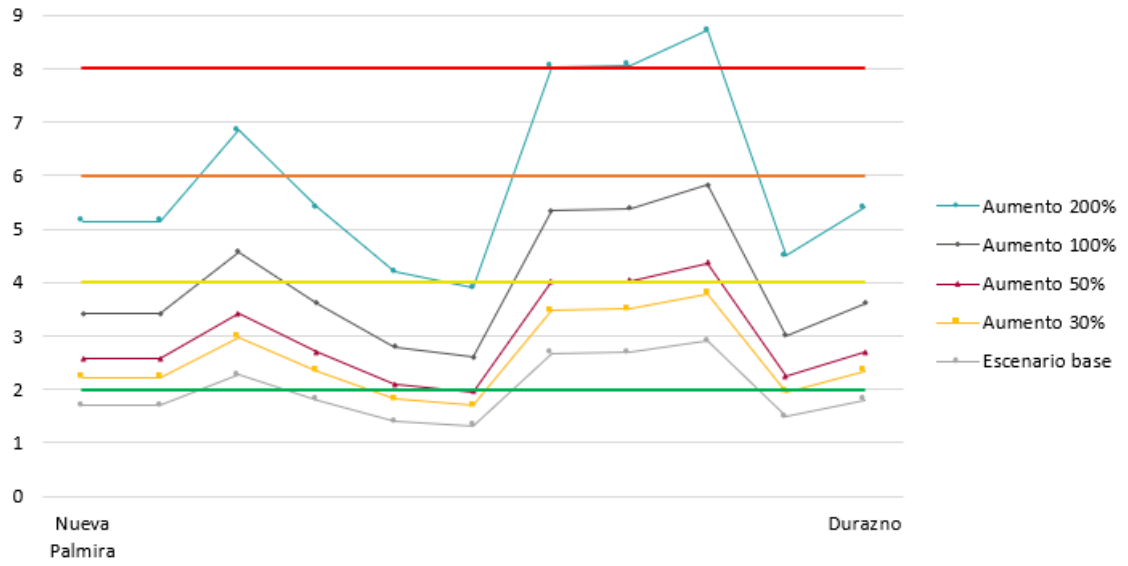
Fuente: Elaboración propia

5.9.2 Análisis de sensibilidad al IRI

Se entiende que al partir de valores de IRI buenos, un aumento del 30% o 50% de dicha variable no debería generar un impacto significativo en el costo de operación. De cualquier forma, se analizan estos escenarios para confirmar esta afirmación, junto con dos escenarios adicionales de aumentos de IRI (100% y 200%) que no se observan en las rutas principales.

En el siguiente gráfico se puede ver la variación del IRI al recorrer el corredor para cada escenario considerado, incluyendo el escenario base (obtenido del inventario vial). Las líneas horizontales correspondientes a los IRI: 2, 4, 6 y 8 indican las categorías de condición que asigna el VOC-HDM4 para las rutas primarias, siendo hasta 2 el estado bueno (línea verde) y más de 8 el estado malo (línea roja).

Gráfico 31: Valores de IRI del corredor Nueva Palmira-Durazno, por escenario



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 96: Costos de operación vehicular para cada escenario de aumento de IRI en el corredor Nueva Palmira-Durazno

ESCENARIO	IRI MEDIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	AUMENTO COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,98	1,761	0
Aumento 30%	2,57	1,783	1,20
Aumento 50%	2,97	1,801	2,23
Aumento 100%	3,96	1,847	4,85
Aumento 200%	5,94	1,953	10,88

Fuente: Elaboración propia

Para cada escenario se determina la composición del costo de operación de igual forma que se realizó para el escenario base, es decir, determinando las características medias del corredor para ingresarlas al modelo VOC-HDM4.

Tabla 97: Composición del costo de operación vehicular en cada escenario de aumento del IRI para el corredor Nueva Palmira-Durazno

RUBRO	COSTO BASE	AUMENTO 30%	AUMENTO 50%	AUMENTO 100%	AUMENTO 200%
Combustible	51,3%	51,4%	51,4%	50,1%	46,4%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,3%	8,2%	8,0%	8,4%
Reparaciones	27,8%	27,7%	27,7%	29,5%	32,8%
Cubiertas	4,8%	4,9%	4,9%	4,8%	4,8%
Lubricante	2,5%	2,5%	2,5%	2,4%	2,2%
Salario chofer	5,3%	5,3%	5,3%	5,2%	5,3%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento en la participación del rubro reparaciones, lo que es esperable si se tiene en cuenta que se está transitando por vías en peor estado. El combustible disminuye en su participación hacia el costo total en términos relativos, pero se mantiene constante en términos absolutos.

5.9.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión

Para este corredor los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 98: Costo de operación vehicular (USD/km) por escenario de carga del camión, en el corredor Nueva Palmira-Durazno

ESTADO	CARGA CAMIÓN	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Totalmente cagado	45 toneladas	1,761	0
Parcialmente cagado	30 toneladas	1,660	-5,74
Camión vacío	15 toneladas	1,577	-10,49

Fuente: Elaboración propia

Evaluando los distintos componentes del costo se observa una disminución en los rubros de combustible y salarios, manteniéndose los otros costos, esto genera que en la participación estos dos rubros bajen su incidencia y aumenten el resto.

Tabla 99: Composición del costo de operación vehicular por escenario de carga del camión, en el corredor Nueva Palmira-Durazno

RUBRO	45 T (CASO BASE)	30 T	15 T
Combustible	51,3%	49,5%	47,0%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,4%	8,6%
Reparaciones	27,8%	29,4%	30,9%
Cubiertas	4,8%	5,1%	5,9%
Lubricante	2,5%	2,6%	2,6%
Salario chofer	5,3%	5,1%	4,9%
Total	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

5.9.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito

Los resultados al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios de distribución de tránsito planteados en la metodología son los siguientes.

Tabla 100: Costos de operación vehicular por escenario de distribución de tránsito, para el corredor Nueva Palmira-Durazno

ESCENARIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,761	0
Inter urbano	1,761	0,00
Commuter	1,761	-0,01
Estacional	1,761	-0,02

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados indican que todas las distribuciones propuestas por el VOC-HDM4 arrojan costos por debajo del caso base realizado para una distribución uniforme en el tiempo. Esto se debe a que la distribución uniforme tiene más cantidad de horas al año con porcentajes altos del TPDA, mientras que los otros escenarios planteados tienen más de la mitad de sus horas con tránsitos bajos.

5.9.5 Resumen de los resultados

Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos al realizar los análisis de sensibilidad para el corredor Nueva Palmira-Durazno. La tabla siguiente presenta, para cada una de las cuatro variables analizadas (jornal del chofer, IRI, carga del camión y distribución del tránsito), la incidencia en el costo de operación vehicular al modificar su valor, manteniendo los demás parámetros constantes.

Tabla 101: Incidencia en el costo de operación vehicular en cada escenario del corredor Nueva Palmira-Durazno

Variable modificada	Costo base (USD/km)	Escenario			
Jornal del chofer	1,761	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	
		+1,55%	+2,59%	+5,17%	
IRI	1,761	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	Aumento 200%
		+1,20%	+2,23%	+4,85%	+10,88%
Carga del camión	1,761	Camión semi cargado	Camión vacío		
		-5,74%	-10,49%		
Distribución del tránsito	1,761	Inter urbano	Commuter	Estacional	
		0,00%	-0,01%	-0,02%	

Fuente: Elaboración propia

5.10 Corredor Nueva Palmira – Paysandú

5.10.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer

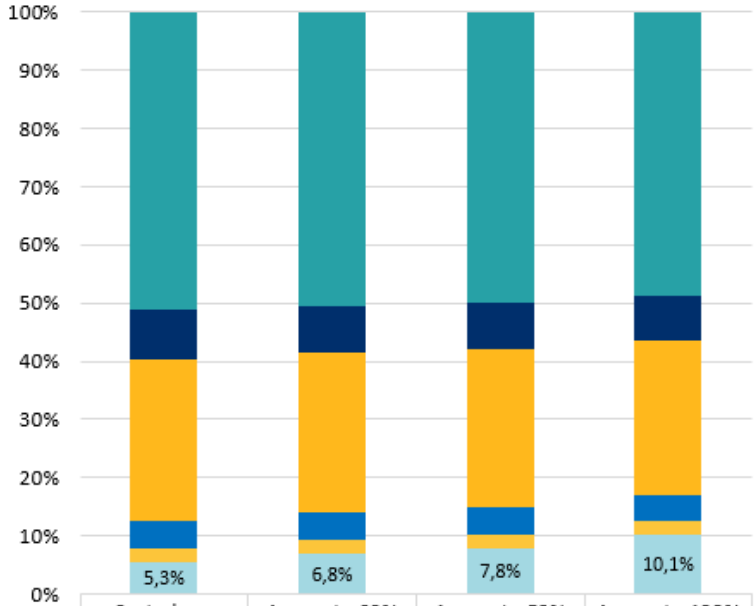
Tabla 102: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Nueva Palmira-Paysandú

ESCENARIO	JORNAL DEL CHOFER (USD/HORA)	COSTO OPERACIÓN VEHICULAR (USD/KM)	VARIACIÓN EN EL COSTO UNITARIO (%)	COSTO TOTAL EN EL CORREDOR (USD)[40]
Escenario base	6,941	1,753	0	345
Aumento 30%	9,023	1,780	1,55	350
Aumento 50%	10,412	1,798	2,59	354
Aumento 100%	13,882	1,843	5,18	362

Fuente: Elaboración propia

[40] Incluye peajes.

Gráfico 32: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Nueva Palmira-Paysandú



	Costo base	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%
Combustible	51,3%	50,5%	49,9%	48,7%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,2%	8,1%	7,9%
Reparaciones	27,8%	27,4%	27,1%	26,4%
Cubiertas	4,8%	4,7%	4,7%	4,6%
Lubricante	2,5%	2,4%	2,4%	2,4%
Salario chofer	5,3%	6,8%	7,8%	10,1%

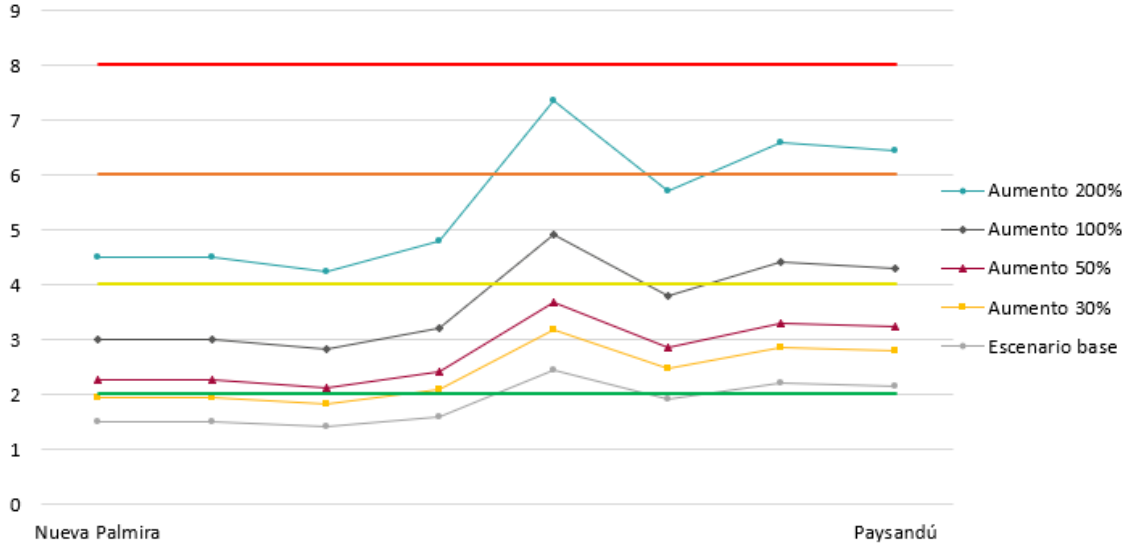
Fuente: Elaboración propia

5.10.2 Análisis de sensibilidad al IRI

Se entiende que al partir de valores de IRI buenos, un aumento del 30% o 50% de dicha variable no debería generar un impacto significativo en el costo de operación. De cualquier forma, se analizan estos escenarios para confirmar esta afirmación, junto con dos escenarios adicionales de aumentos de IRI (100% y 200%) que no se observan en las rutas principales.

En el siguiente gráfico se puede ver la variación del IRI al recorrer el corredor para cada escenario considerado, incluyendo el escenario base (obtenido del inventario vial). Las líneas horizontales correspondientes a los IRI: 2, 4, 6 y 8 indican las categorías de condición que asigna el VOC-HDM4 para las rutas primarias, siendo hasta 2 el estado bueno (línea verde) y más de 8 el estado malo (línea roja).

Gráfico 33: Valores de IRI del corredor Nueva Palmira-Paysandú, por escenario



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 103: Costos de operación vehicular para cada escenario de aumento de IRI en el corredor Nueva Palmira-Paysandú

ESCENARIO	IRI MEDIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	AUMENTO COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,81	1,753	0
Aumento 30%	2,36	1,763	0,59
Aumento 50%	2,72	1,775	1,26
Aumento 100%	3,62	1,815	3,58
Aumento 200%	5,44	1,906	8,76

Fuente: Elaboración propia

Para cada escenario se determina la composición del costo de operación de igual forma que se realizó para el escenario base, es decir, determinando las características medias del corredor para ingresarlas al modelo VOC-HDM4.

Tabla 104: Composición del costo de operación vehicular en cada escenario de aumento del IRI para el corredor Nueva Palmira-Paysandú

RUBRO	COSTO BASE	AUMENTO 30%	AUMENTO 50%	AUMENTO 100%	AUMENTO 200%
Combustible	51,3%	51,4%	51,4%	50,6%	47,5%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,3%	8,3%	8,1%	8,2%
Reparaciones	27,8%	27,7%	27,6%	28,8%	32,1%
Cubiertas	4,8%	4,9%	4,9%	4,9%	4,8%
Lubricante	2,5%	2,5%	2,5%	2,4%	2,3%
Salario chofer	5,3%	5,3%	5,3%	5,2%	5,2%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento en la participación del rubro reparaciones, lo que es esperable si se tiene en cuenta que se está transitando por vías en peor estado. El combustible disminuye en su participación hacia el costo total en términos relativos, pero se mantiene constante en términos absolutos.

5.10.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión

Para este corredor los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 105: Costo de operación vehicular (USD/km) por escenario de carga del camión, en el corredor Nueva Palmira-Paysandú

ESTADO	CARGA CAMIÓN	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Totalmente cagado	45 toneladas	1,753	0
Parcialmente cagado	30 toneladas	1,654	-5,63
Camión vacío	15 toneladas	1,572	-10,30

Fuente: Elaboración propia

Evaluando los distintos componentes del costo se observa una disminución en los rubros de combustible y salarios, manteniéndose los otros costos, esto genera que en la participación estos dos rubros bajen su incidencia y aumenten el resto.

Tabla 106: Composición del costo de operación vehicular por escenario de carga del camión, en el corredor Nueva Palmira-Paysandú

RUBRO	45 T (CASO BASE)	30 T	15 T
Combustible	51,3%	49,4%	47,0%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,4%	8,6%
Reparaciones	27,8%	29,4%	30,9%
Cubiertas	4,8%	5,1%	5,9%
Lubricante	2,5%	2,6%	2,6%
Salario chofer	5,3%	5,1%	4,9%
Total	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

5.10.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito

Los resultados al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios de distribución de tránsito planteados en la metodología son los siguientes.

Tabla 107: Costos de operación vehicular por escenario de distribución de tránsito, para el corredor Nueva Palmira-Paysandú

ESCENARIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,753	0
Inter urbano	1,752	-0,01
Commuter	1,752	-0,05
Estacional	1,751	-0,08

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados indican que todas las distribuciones propuestas por el VOC-HDM4 arrojan costos por debajo del caso base realizado para una distribución uniforme en el tiempo. Esto se debe a que la distribución uniforme tiene más cantidad de horas al año con porcentajes altos del TPDA, mientras que los otros escenarios planteados tienen más de la mitad de sus horas con tránsitos bajos.

5.10.5 Resumen de los resultados

Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos al realizar los análisis de sensibilidad para el corredor Nueva Palmira-Paysandú. La tabla siguiente presenta, para cada una de las cuatro variables analizadas (jornal del chofer, IRI, carga del camión y distribución del tránsito), la incidencia en el costo de operación vehicular al modificar su valor, manteniendo los demás parámetros constantes.

Tabla 108: Incidencia en el costo de operación vehicular en cada escenario del corredor Nueva Palmira-Paysandú

Variable modificada	Costo base (USD/km)	Escenario			
Jornal del chofer	1,753	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	
		+1,55%	+2,59%	+5,18%	
IRI	1,753	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	Aumento 200%
		+0,59%	+1,26%	+3,58%	+8,76%
Carga del camión	1,753	Camión semi cargado	Camión vacío		
		-5,63%	-10,30%		
Distribución del tránsito	1,753	Inter urbano	Commuter	Estacional	
		-0,01%	-0,05%	-0,08%	

Fuente: Elaboración propia

5.11 Corredor Fray Bentos – Algorta

5.11.1 Análisis de sensibilidad al salario del chofer

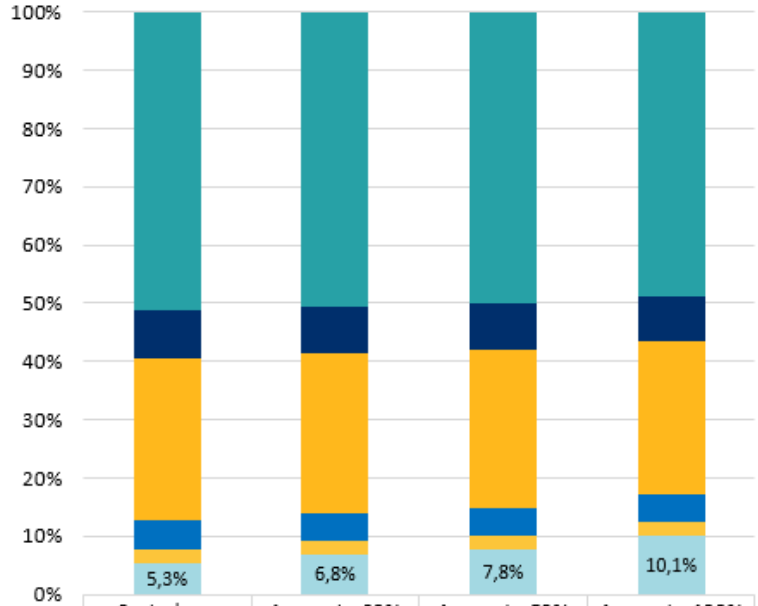
Tabla 109: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Fray Bentos-Algorta

ESCENARIO	JORNAL DEL CHOFER (USD/HORA)	COSTO OPERACIÓN VEHICULAR (USD/KM)	VARIACIÓN EN EL COSTO UNITARIO (%)	COSTO TOTAL EN EL CORREDOR (USD)[41]
Escenario base	6,941	1,757	0	216
Aumento 30%	9,023	1,785	1,55	219
Aumento 50%	10,412	1,803	2,59	221
Aumento 100%	13,882	1,848	5,18	227

Fuente: Elaboración propia

[41] Incluye peajes.

Gráfico 34: Análisis de sensibilidad del costo del salario del chofer para el corredor Fray Bentos-Algorta



	Costo base	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%
Combustible	51,3%	50,5%	50,0%	48,7%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,2%	8,1%	7,9%
Reparaciones	27,8%	27,3%	27,0%	26,4%
Cubiertas	4,8%	4,8%	4,7%	4,6%
Lubricante	2,5%	2,4%	2,4%	2,4%
Salario chofer	5,3%	6,8%	7,8%	10,1%

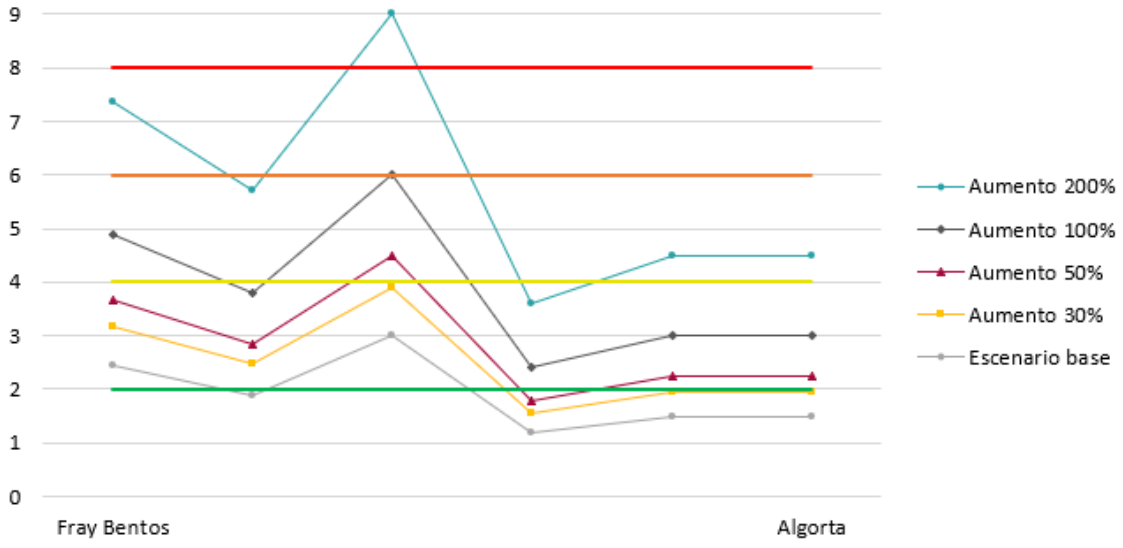
Fuente: Elaboración propia

5.11.2 Análisis de sensibilidad al IRI

Se entiende que al partir de valores de IRI buenos, un aumento del 30% o 50% de dicha variable no debería generar un impacto significativo en el costo de operación. De cualquier forma, se analizan estos escenarios para confirmar esta afirmación, junto con dos escenarios adicionales de aumentos de IRI (100% y 200%) que no se observan en las rutas principales.

En el siguiente gráfico se puede ver la variación del IRI al recorrer el corredor para cada escenario considerado, incluyendo el escenario base (obtenido del inventario vial). Las líneas horizontales correspondientes a los IRI: 2, 4, 6 y 8 indican las categorías de condición que asigna el VOC-HDM4 para las rutas primarias, siendo hasta 2 el estado bueno (línea verde) y más de 8 el estado malo (línea roja).

Gráfico 35: Valores de IRI del corredor Fray Bentos-Algorta, por escenario



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 110: Costos de operación vehicular para cada escenario de aumento de IRI en el corredor Fray Bentos-Algorta

ESCENARIO	IRI MEDIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	AUMENTO COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	2,05	1,757	0
Aumento 30%	2,67	1,779	1,20
Aumento 50%	3,08	1,796	2,19
Aumento 100%	4,10	1,841	4,73
Aumento 200%	6,15	1,939	10,32

Fuente: Elaboración propia

Para cada escenario se determina la composición del costo de operación de igual forma que se realizó para el escenario base, es decir, determinando las características medias del corredor para ingresarlas al modelo VOC-HDM4.

Tabla 111: Composición del costo de operación vehicular en cada escenario de aumento del IRI para el corredor Fray Bentos-Algorta

RUBRO	COSTO BASE	AUMENTO 30%	AUMENTO 50%	AUMENTO 100%	AUMENTO 200%
Combustible	51,3%	51,4%	51,36%	49,9%	46,0%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,3%	8,21%	8,0%	8,5%
Reparaciones	27,8%	27,6%	27,80%	29,7%	33,1%
Cubiertas	4,8%	4,9%	4,89%	4,8%	4,8%
Lubricante	2,5%	2,5%	2,46%	2,4%	2,2%
Salario chofer	5,3%	5,3%	5,29%	5,1%	5,3%
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Se observa un aumento en la participación del rubro reparaciones, lo que es esperable si se tiene en cuenta que se está transitando por vías en peor estado. El combustible disminuye en su participación hacia el costo total en términos relativos, pero se mantiene constante en términos absolutos.

5.11.3 Análisis de sensibilidad a la carga del camión

Para este corredor los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla 112: Costo de operación vehicular (USD/km) por escenario de carga del camión, en el corredor Fray Bentos-Algorta

ESTADO	CARGA CAMIÓN	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Totalmente cagado	45 toneladas	1,757	0
Parcialmente cagado	30 toneladas	1,658	-5,67
Camión vacío	15 toneladas	1,575	-10,37

Fuente: Elaboración propia

Evaluando los distintos componentes del costo se observa una disminución en los rubros de combustible y salarios, manteniéndose los otros costos, esto genera que en la participación estos dos rubros bajen su incidencia y aumenten el resto.

Tabla 113: Composición del costo de operación vehicular por escenario de carga del camión, en el corredor Fray Bentos-Algorta

RUBRO	45 T (CASO BASE)	30 T	15 T
Combustible	51,3%	49,5%	47,0%
Depreciación, Interés y Gastos Fijos	8,3%	8,4%	8,6%
Reparaciones	27,8%	29,4%	30,9%
Cubiertas	4,8%	5,1%	5,9%
Lubricante	2,5%	2,6%	2,6%
Salario chofer	5,3%	5,1%	4,9%
Total	**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

5.11.4 Análisis de sensibilidad a la distribución del tránsito

Los resultados al correr el modelo VOC-HDM4 para los distintos escenarios de distribución de tránsito planteados en la metodología son los siguientes.

Tabla 114: Costos de operación vehicular por escenario de distribución de tránsito, para el corredor Fray Bentos-Algorta

ESCENARIO	COSTO DE OPERACIÓN (USD/KM)	VARIACIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN (%)
Escenario base	1,757	0
Inter urbano	1,757	0,00
Commuter	1,757	-0,02
Estacional	1,757	-0,05

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados indican que todas las distribuciones propuestas por el VOC-HDM4 arrojan costos por debajo del caso base realizado para una distribución uniforme en el tiempo. Esto se debe a que la distribución uniforme tiene más cantidad de horas al año con porcentajes altos del TPDA, mientras que los otros escenarios planteados tienen más de la mitad de sus horas con tránsitos bajos.

5.11.5 Resumen de los resultados

Se presenta a continuación un resumen de los resultados obtenidos al realizar los análisis de sensibilidad para el corredor Fray Bentos-Algorta. La tabla siguiente presenta, para cada una de las cuatro variables analizadas (jornal del chofer, IRI, carga del camión y distribución del tránsito), la incidencia en el costo de operación vehicular al modificar su valor, manteniendo los demás parámetros constantes.

Tabla 115: Incidencia en el costo de operación vehicular en cada escenario del corredor Fray Bentos-Algorta

Variable modificada	Costo base (USD/km)	Escenario			
Jornal del chofer	1,757	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	
		+1,55%	+2,59%	+5,18%	
IRI	1,757	Aumento 30%	Aumento 50%	Aumento 100%	Aumento 200%
		+1,20%	+2,19%	+4,73%	+10,32%
Carga del camión	1,757	Camión semi cargado	Camión vacío		
		-5,67%	-10,37%		
Distribución del tránsito	1,757	Inter urbano	Commuter	Estacional	
		0,00%	-0,02%	-0,05%	

Fuente: Elaboración propia

5.12 Conclusiones de los análisis de sensibilidad

5.12.1 Sensibilidad al salario del chofer

Este análisis se fundamenta en que, si bien no se cuenta con el dato real del jornal del chofer, sí se sabe que es mayor al indicado en el convenio colectivo, que es el valor utilizado en el caso base, y por esto se plantean escenarios en los que se aumenta dicho valor.

Este análisis, en su situación más “crítica” planteada (aumento del 100%) genera un impacto en el costo de operación de un +5% aproximadamente.

5.12.2 Sensibilidad al IRI

En cuanto al análisis de sensibilidad al IRI, como las rutas consideradas en este estudio son casi todas clasificadas como corredores internacionales o rutas primarias (según la DNV), y por lo tanto tienen ciertos requisitos de calidad, se entiende que los escenarios de aumento de IRI de 100% y 200% planteados no son ajustados a la realidad. Por otra parte, los escenarios de aumento de IRI de 30% y 50% se plantean con el fin de confirmar la premisa de que, al partir de valores buenos de IRI, estos aumentos no generan un cambio significativo en el costo de operación. Esta afirmación pudo ser validada en la medida de que, en general, un aumento en el 30% del IRI, genera apenas un aumento en el costo de operación por kilómetro de un 0,82%, mientras que un aumento del 50% del IRI aumenta el costo en apenas un 1,55% (ambos aumentos son valores promedio para todos los corredores).

5.12.3 Sensibilidad a la carga del camión

Este análisis se basa en que el camión no necesariamente opera cargado con su peso máximo autorizado, e incluso en muchos casos hace retornos vacío. De ahí que se planteen escenarios de viajes con menos carga que en el caso base o incluso sin carga.

El análisis de sensibilidad a la carga del camión representa una reducción de hasta un 10,5% en el costo de operación por kilómetro, cuando el mismo se encuentra vacío.

5.12.4 Sensibilidad a la distribución del tránsito

Por último, se sabe que la distribución del tránsito en las horas del día no es uniforme (como se supone en el caso base), por lo que se plantean escenarios con distintas distribuciones propuestas por el modelo VOC-HDM4.

Este análisis no muestra cambios significativos en el costo de operación.

6 CONCLUSIONES

La relevancia de los corredores viales en la logística de importación, exportación y tránsito de mercancías con Brasil y Argentina hace necesaria la evaluación periódica de la evolución de esos corredores en forma individual y relativa entre ellos. Por este motivo el trabajo pretende, en base al indicador "costo de operación vehicular", establecer una metodología para el seguimiento y la comparación en el tiempo de los principales corredores logísticos.

El costo de operación vehicular se estima en base al modelo VOC-HDM4 del Banco Mundial.

Dado que los objetivos son de seguimiento y comparación periódica de la evolución de los corredores viales, en este trabajo no se ha realizado una calibración del modelo VOC-HDM4, por lo que los valores resultantes de los costos de operación pueden no tener un ajuste total a los valores reales de mercado (de difícil disponibilidad), aunque sin hacer perder la validez del método propuesto para el objetivo de evaluación perseguido.

Al comparar entre sí los principales corredores logísticos del país se obtuvieron similares costos de operación vehicular (costo por kilómetro).

La similitud de los resultados se debe a que los corredores definidos corresponden en su mayoría a los principales corredores del país, que hoy presentan similares condiciones de estado. En particular, los corredores entre Montevideo y los Pasos de Frontera, están definidos por DNV como "Corredores Internacionales" y los otros corredores analizados están definidos en su mayoría como "Ruta Primaria".

En base al modelo VOC-HDM4, y considerando los supuestos mencionados en la metodología, el resultado del costo de operación de los camiones pesados (con su carga máxima) resulta entre 1,750 USD/km y 1,761 USD/km para los distintos corredores de estudio. Estos valores no incluyen los peajes existentes en cada corredor.

Al comparar los resultados del 2023 con los de 2021, se obtiene que el costo de operación por kilómetro aumentó aproximadamente un 9% para todos los corredores. En los supuestos utilizados, todos los valores aumentan en 2023 (salvo el valor de las cubiertas que se reduce por el cambio de tipo de neumático). Esto, sumado a la incidencia del tipo de cambio (la baja del dólar de 2021 a 2023), explican el comportamiento al alza del costo de operación vehicular en 2023.

Los corredores considerados en este estudio son de pavimento de carpeta asfáltica (82,3%), hormigón (13,8%), y solamente un 3,8% de la longitud de los tramos seleccionados corresponden a tratamiento bituminoso.

El IRI se utiliza en el modelo como referencia del estado de la red vial. El tipo de pavimento y el valor del IRI resultan en una clasificación de estado de confort, que se divide en "Muy Bueno", "Bueno", "Regular" o "Malo".

El 86,1% de la longitud de los tramos de estudio corresponde al estado de confort "Muy Bueno", 5,9% al estado de confort "Bueno" y 1,6% "Regular, 5,1% se definen en obra y 0,2% de la red seleccionada están sin evaluar.

Tomando en cuenta los supuestos mencionados en los puntos anteriores y la metodología utilizada para correr el modelo VOC-HDM4, se obtiene la participación de los componentes del costo de operación para cada corredor, siendo similar para los corredores estudiados.

En primer lugar, el precio del Gasoil[42] representa aproximadamente el 51%, seguido por las reparaciones mecánicas (taller más repuestos) que alcanzan aproximadamente el 28%. Sumados, estos dos rubros representan casi el 80% del costo de operación vehicular. En tercer lugar se encuentra la depreciación junto con el interés y los gastos fijos (aproximadamente el 8%) y en cuarto lugar está el salario del chofer[43] (5%).

Por otra parte, se calculó el costo total de recorrer cada corredor a partir del resultado del costo por kilómetro estimado según el modelo VOC-HDM4 y la longitud de cada corredor, incluyendo en este punto los peajes existentes.

Con respecto a los análisis de sensibilidad realizados, se destacan los siguientes puntos.

Los análisis de sensibilidad planteados en este informe determinan el impacto en el costo de operación vehicular frente a los cambios de los siguientes factores de entrada al modelo: jornal del chofer, IRI, carga del camión y distribución del tránsito.

Al considerar el análisis de sensibilidad para la mano de obra del chofer, se obtiene que el costo de operación por kilómetro aumenta un 1,6% (considerando un aumento del 30% en el jornal del chofer) y un 5,2% (considerando 100% de aumento en la mano de obra del chofer). La participación del componente "salario del chofer" en el costo de operación por kilómetro pasa de aproximadamente un 5% (considerando el valor mínimo) a aproximadamente un 10% (con 100% de aumento en la mano de obra del chofer).

El estudio de sensibilidad considerando la variable "IRI" se plantea como forma de obtener el impacto en el costo de operación ante aumentos en el valor de dicha variable, lo cual representa un peor estado de la red vial. Al realizar el análisis se obtiene que, al aumentar un 30% el IRI, el costo de operación por kilómetro aumenta entre 0,6% y 1,2%. Este resultado confirma la premisa planteada anteriormente, que sostiene que al partir de valores buenos de IRI, un aumento del 30% de los mismos no debería generar un impacto significativo en el costo de operación. También se verifica para incrementos mayores de IRI.

[42] Es importante tener en cuenta que se supone el precio del Gasoil sin IVA. Esto es debido a que las empresas transportistas facturan con IVA (IVA Ventas) y por lo tanto el IVA del Gasoil (IVA Compras) no es un costo para ellas.
[43] Para el cálculo de la mano de obra del chofer se estima el valor hora a partir del "Convenio Colectivo Grupo 13-Transporte y Almacenamiento Subgrupo 07 - Transporte Terrestre de Carga Nacional"; dicho valor resulta en un valor mínimo a pagar, el cual no incluye partidas adicionales que pueden corresponder según sea la operativa.

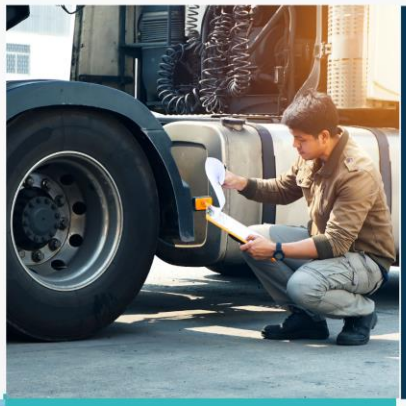
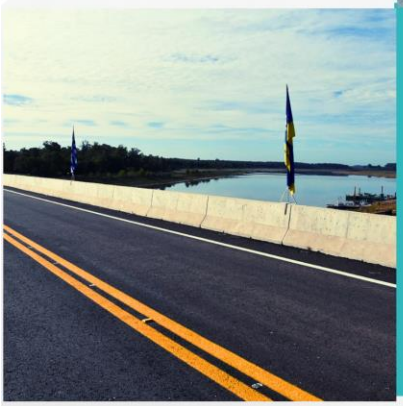
Al aumentar el valor del IRI se observa un aumento en la participación del rubro reparaciones. El combustible disminuye en su participación hacia el costo total en términos relativos, pero se mantiene constante en términos absolutos.

El estudio de sensibilidad considerando la variable “carga del camión” se plantea de forma de medir el impacto en el costo de operación de variar la carga, considerando el caso base del camión totalmente cargado (45 toneladas) y dos alternativas: camión semicargado (30 toneladas) y camión vacío (15 toneladas). Este análisis es de interés dado que los escenarios representan situaciones cotidianas en el transporte. Al realizar el análisis de sensibilidad considerando la variable “carga del camión”, se obtiene que el costo de operación por kilómetro disminuye entre un 10,3% y un 10,5% al considerar el camión vacío. Por lo tanto, esto genera que en la participación de los rubros combustible y salario del chofer, bajen su incidencia y aumente la del resto.

Por último, el estudio de sensibilidad considerando la variable “distribución del tránsito” se plantea de forma de distribuir el tránsito variando la participación del mismo en el correr del año. Al realizar el análisis de sensibilidad considerando las distintas distribuciones de tránsito planteadas según el modelo VOC-HDM4, se obtiene una mínima disminución en el costo de operación por kilómetro. La disminución del costo de operación respecto al caso base se debe a que la distribución uniforme del mismo tiene más cantidad de horas al año con mayores porcentajes de TPDA, mientras que los otros escenarios planteados tienen más de la mitad de sus horas con menores tránsitos.

INALOG

INSTITUTO NACIONAL DE LOGÍSTICA

Instituto Nacional de Logística

www.inalog.org.uy