

**BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO**

**HAITÍ**

**PROGRAMA DE TRANSPORTE Y CONECTIVIDAD DEPARTAMENTAL  
(HA-L1104)**

**RECONSTRUCCIÓN DE LA RUTA N°5 TRAMO 'CARREFOUR JOFFRE - PORT DE PAIX'**

**ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA**

**Octubre 2017**

Este documento fue elaborado por Roberto Suárez Nicolini (consultor)

## INDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. El Proyecto. La Oferta.....</b>	<b>2</b>
A. La Vía a Intervenir y el Proyecto.....	2
B. Previsiones para la Oferta en la Situación 'Sin Proyecto'.....	8
C. Previsiones para la Oferta en la Situación 'Con Proyecto'.....	8
<b>3. El Proyecto. La Demanda.....</b>	<b>10</b>
A. Tránsito 'Sin Proyecto'.....	10
B. Tránsito 'Con Proyecto'.....	13
<b>4. Metodología y Costos para el Análisis Económico.....</b>	<b>17</b>
A. Metodología General.....	17
B. Insumos para la Evaluación.....	18
C. Cuantificación de Costos de Inversión, Mantenimiento y Socio-Ambientales.....	19
D. Cuantificación de Costos de Usuarios.....	22
<b>5. Análisis de Viabilidad Económica.....</b>	<b>23</b>
A. Modelación con el HDM-4.....	23
B. Evolución de la Calidad del Pavimento.....	24
C. Análisis Económico del Proyecto.....	25
<b>6. Análisis de Sensibilidad.....</b>	<b>29</b>
<b>7. Resumen del Análisis de Viabilidad Económica y Conclusiones.....</b>	<b>34</b>
A. Resumen.....	34
B. Conclusiones.....	34
Apéndice I.....	35
Apéndice II.....	36
Apéndice III.....	37

## **PROGRAMA DE TRANSPORTE Y CONECTIVIDAD DEPARTAMENTAL (HA-L1104)**

### **Análisis Económico de la Reconstrucción de Ruta N°5 'C. Joffre - Port de Paix'**

#### **1. Introducción.**

- 1.1 El Gobierno de Haití (GdH), con apoyo financiero del Banco y otros organismos, está ejecutando obras de mejora en varios tramos de la red vial. En particular, el GdH y el Banco han asignado especial importancia a la reconstrucción y modernización de los principales corredores de transporte, con objeto de asegurar conexiones viales con un buen estándar de calidad entre los más importantes centros urbanos y productivos del país, creando condiciones para estimular el desarrollo económico del país.
- 1.2 El presente informe presenta el análisis de viabilidad económica de las obras viales para la reconstrucción y mejora de la Ruta Nacional N°5, entre Carrefour Joffre y Port de Paix (en adelante, 'C. Joffre-Port de Paix'); esta vía tiene una longitud de 68,4 km y se inicia en la intersección con la Ruta Nacional N°1 (Carrefour Joffre) finalizando en la ciudad costera de Port de Paix capital del Departamento Nord-Ouest. La Ruta N°5, entonces, conecta el Departamento de Artibonite con el Departamento Nord-Ouest; en particular posibilita el acceso a Port de Paix desde la ciudad de Gonaïves en el Sur, tercera ciudad del país por su población y capital del Departamento de Artibonite.
- 1.3 El análisis económico del proyecto de reconstrucción de la vía 'C. Joffre-Port de Paix', se efectúa asumiendo que el mismo se ejecuta integralmente en el corto plazo. La correspondiente evaluación económica se realiza aplicando la metodología tradicional normalmente utilizada en el caso de proyectos de carreteras, por la que se cuantifican beneficios por excedentes del consumidor (ahorros en costos de operación y tiempo de viaje) y la variación de los costos del Estado por gestión de la carretera (inversión y mantenimiento), entre los escenarios "Sin Proyecto" y "Con Proyecto"; todo ello, para un período total de análisis de 22 años (compuesto por 2 años de obras más 20 años de utilización). Este estudio se realiza con apoyo del modelo HDM-4,<sup>1</sup> tal como es de estilo en la actualidad para la evaluación de inversiones en carreteras.
- 1.4 El análisis fue elaborado tomando como insumo principal la información suministrada por el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Comunicaciones (MTPTC) de Haití, los informes técnicos preparados por la firma consultora 'EGTC sprl' contratada para elaborar los estudios de base y el anteproyecto avanzado de la reconstrucción de la Ruta N°5 'C. Joffre - Port de Paix', así como información respecto de antecedentes de proyectos en Haití disponible en el Banco. En el análisis de algunos aspectos técnicos (v.g. geometría de la carretera y extensión de zonas urbanas), la información obtenida fue completada con información adicional obtenida procesando datos disponibles en otras fuentes.<sup>2</sup> Con ello, se ha logrado disponer de información de suficiente calidad para posibilitar la modelación del comportamiento de la vía y el tránsito, lo que permite el análisis de factibilidad económica del proyecto y el cálculo de los indicadores típicos de rentabilidad con razonable confiabilidad.

---

<sup>1</sup> Highway Development and Management (HDM-4).

<sup>2</sup> Por ejemplo, fotografías de la vía, Google Earth y Google Map.

## 2. El Proyecto. La Oferta.

### A. LA VÍA A INTERVENIR Y EL PROYECTO.

- 2.1 **Caracterización general.** La Ruta Nacional N°5 es una ruta troncal geográficamente importante, pues conecta el Departamento de Artibonite con el Departamento Nord-Ouest, precisamente uniendo sus capitales, Gonaïves y Port de Paix respectivamente; en efecto, la Ruta N°1 une Gonaïves con Ennery y continúa hacia Cap-Haitien, pero el Carrefour Joffre nace la Ruta N°5 que conecta con Gros Morne, Bassin Bleu y Port de Paix.
- 2.2 La Ruta N°5 discurre en una zona montañosa y ondulada. En un primer trecho, entre Carrefour Joffre y Gros Morne (23,1 km), la traza muestra una elevación creciente (66, 148 y 254 m en cada tercio de su longitud), con curvatura y ondulación crecientes (24, 40 y 53 °/km de curvatura; 13, 26 y 36 m/km de subidas más bajadas). En un segundo trecho, entre Gros Morne y Port de Paix (45,3 km), el trazado presenta una elevación decreciente (198 y 96 m en cada mitad de su extensión), pero muestra una curvatura que continúa creciendo (75 y 155 °/km de curvatura) con ondulación muy alta (30 y 37 m/km de subidas más bajadas).
- 2.3 **Características de la Ruta N°5 'C. Joffre-Port de Paix' (68,362 km).** Con la finalidad de posibilitar el análisis económico considerando la modelación del comportamiento físico de la vía y el tránsito, es necesario enfocar el análisis técnico de la vía según sectores homogéneos.<sup>3</sup> En función de las características físicas de la infraestructura de esta ruta, el TPDA en la misma y el proyecto de reconstrucción previsto,<sup>4</sup> el tramo de Ruta N°5 se subdivide en cinco subtramos homogéneos; en ese sentido, se tienen los siguientes subtramos definidos según su progresiva inicial y final: (i) Subtramo I: 0+000 (Carrefour Joffre) a 4+975, con 4,975 km; (ii) Subtramo II: 4+975 a 15+375, longitud 10,400 km; (iii) Subtramo III: 15+375 a 23+100 (Gros Morne), extensión 7,725 km; (iv) Subtramo IV: 23+100 (Gros Morne) a 43+175 (Bassin Bleu), longitud 20,075 km; (v) Subtramo V: 43+175 (Bassin Bleu) a 68+362 (Port de Paix), extensión 25,187 km. Los citados subtramos se diferencian por la geometría de la carretera (§2.2), pero en la definición de los mismos cuenta con especial relevancia la solución de diseño prevista para la nueva traza del Subtramo II -la cual implica la construcción de una vía alternativa al trazado existente de dicho subtramo (§2.10)- y el TPDA diferencial que presenta el grupo de los Subtramos I a III, el Subtramo IV y el Subtramo V.
- 2.4 Sin perjuicio de la referida clasificación a los efectos de la evaluación económica, cabe mencionar que los estudios de 'EGTC sprl' plantean la clasificación en tres lotes en función de los contratos previstos para la ejecución de las obras de reconstrucción: (i) Lote 1: 'Carrefour Joffre - Gros Morne'; (ii) Lote 2: 'Gros Morne - Bassin Bleu'; y (iii) 'Bassin Bleu - Port de Paix'.
- 2.5 El perfil transversal de la carretera, en toda su extensión, presenta condiciones muy deficitarias en cuanto a capacidad, seguridad y estado del pavimento. Por una parte, la calzada es angosta (aproximadamente 5,0 m) y no existen hombros definidos como tales (en algunas secciones se observan algunos ensanches de tierra); la carencia de

<sup>3</sup> La metodología de evaluación económica requiere la definición de subtramos homogéneos, en cuanto al tipo de infraestructura existente, tipo de infraestructura prevista, el volumen de tránsito, etc.

<sup>4</sup> TPDA: Tránsito Promedio Diario Anual.

hombros es importante, pues reduce en forma importante la seguridad vial. Por otra parte, superficie de rodadura actual está constituida por una débil capa granular muy degradada (similar a una vía de "tierra") y padece un deficiente drenaje (esto último hace imposible cualquier intento de realizar un correcto mantenimiento de la ruta). La condición de tal superficie de rodadura suele expresarse mediante el respectivo IRI,<sup>5</sup> el que fue estimado en 20 mm/m, por parte de la Unité Centrale d'Exécution (UCE) del programa en 2016; no obstante, este indicador habitual no es suficiente para describir el estado real de esta carretera debido a las irregularidades producidas por baches, concavidades, depresiones y materiales sueltos, consecuencia de las carencias en el mantenimiento.

- 2.6 El mal estado de esta ruta, con su elevada rugosidad acompañada de deformaciones, baches, etc., se manifiesta en una muy reducida velocidad para la circulación (ello, sin perjuicio de los efectos sobre la velocidad que produce la geometría de tramo), lo cual es el primer efecto que es detectado por los usuarios.<sup>6</sup> En cuanto a este efecto, la firma 'EGTC sprl' -encargada de los estudios técnicos- ha informado que requiere más de tres horas recorrer todo el tramo entre Carrefour Joffre y Port de Paix (extensión de aproximadamente 70 km, incluyendo el acceso a esta última ciudad), por lo que, en consecuencia, la velocidad de circulación promedio en este tramo sería del orden de 20 km/h. Complementariamente, la citada firma ha informado al Equipo de Proyecto que en varios sectores de la vía la velocidad media se reduce a sólo 10 km/h, lo que se estima ocurre especialmente en los días posteriores a las lluvias cuando el estado de la ruta se torna pésimo.
- 2.7 Particularmente, el mal estado de la carretera se explica también por la geografía de la zona ya referida, pues la vía atraviesa abundantes cursos de agua permanentes o temporales; ello, en una región sujeta a huracanes que han contribuido al deterioro de la ruta (Jeanne, 2004; Hanna, 2008; e Ike, 2008). Estas condiciones de la geografía y el clima llevan a que, para lograr el tránsito permanente toda estación y hacer posible el adecuado mantenimiento acorde a las condiciones de diseño, es necesario resolver adecuadamente múltiples puentes y alcantarillas (aproximadamente una obra de arte cada 4 km de ruta)
- 2.8 Es evidente que las características físicas y el estado de esta carretera conllevan un obstáculo para el desarrollo económico en la zona de influencia de la ruta, así como para el acceso de la población a los servicios sociales básicos.
- 2.9 **El Proyecto.** El proyecto planteado consiste, esencialmente, en la reconstrucción total de la ruta, incluyendo la pavimentación en concreto asfáltico. Ello implica correcciones de diseño geométrico, incluyendo ajustes de trazado y mejoras de altimetría del perfil longitudinal, la construcción de una plataforma más ancha pavimentada y la solución adecuada a los drenajes, más la reconstrucción de puentes y alcantarillas mayores. El proyecto incluyó estudios hidrológicos que tuvieron en cuenta las severas condiciones de clima que se presentan en la región (zona de huracanes), para el correcto diseño de drenajes, obras de arte, etc., lo que resulta imprescindible para proteger el capital vial, incluyendo el posibilitar un eficaz y eficiente mantenimiento de la carretera.

---

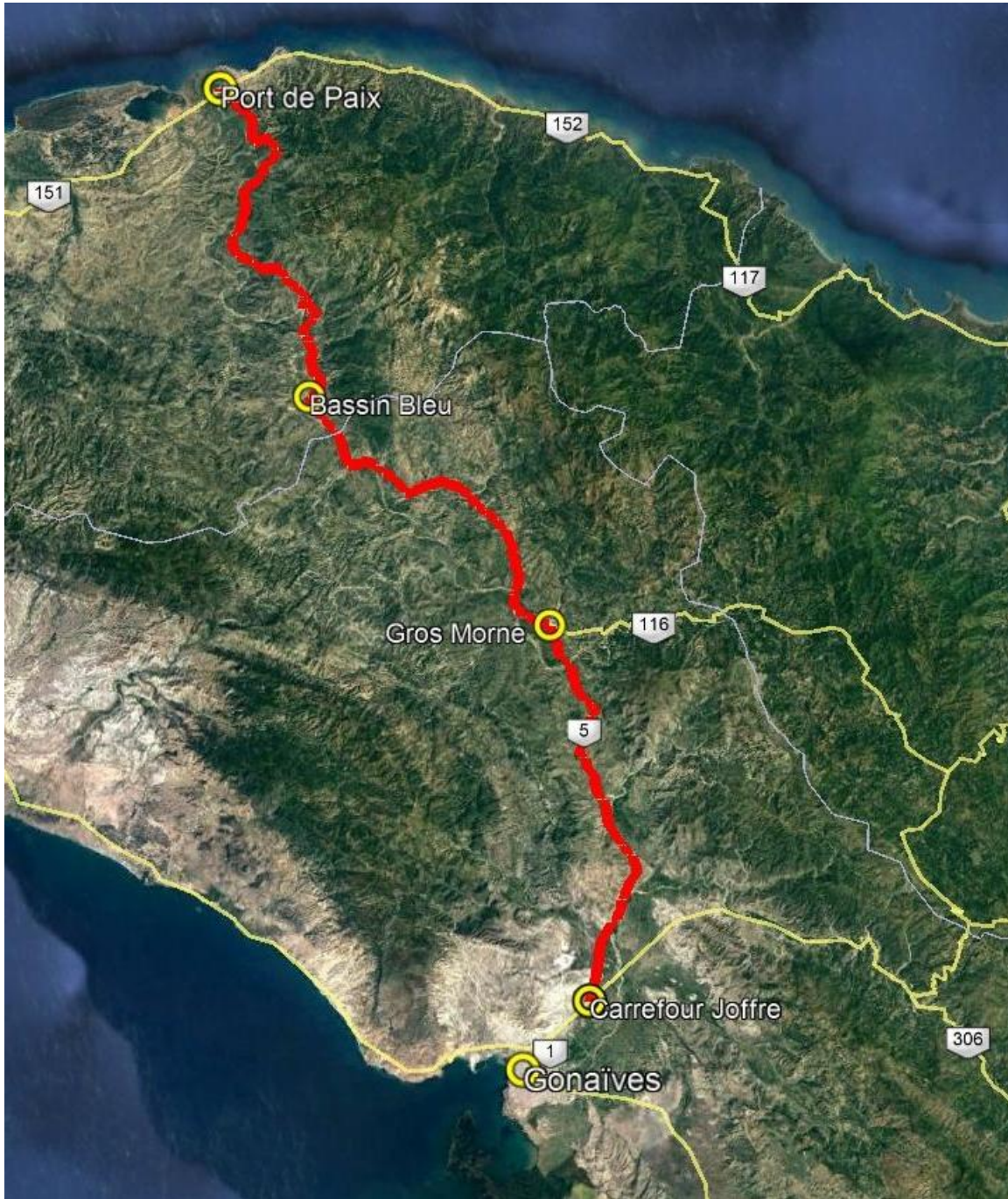
<sup>5</sup> IRI: International Roughness Index.

<sup>6</sup> Las superficies de grava en mal estado afectan fuertemente la velocidad de circulación, lo cual es el primer efecto negativo que es detectado por los usuarios de la vía; no obstante, en superficies selladas pavimentadas, el IRI alto incide relativamente menos sobre la velocidad, aunque provoca fuertes efectos sobre los costos de operación.

- 2.10 Respecto de la geometría del proyecto, el diseño prevé un cambio en el trazado de la ruta para el Subtramo II, entre las actuales progresivas 4+975 y 15+375, ajuste que cual implica la construcción de una nueva vía junto y al Oeste de la carretera actual, entre tales progresivas. Esta nueva traza reduce levemente la longitud del Subtramo II existente, de 10,400 km a 10,350 km, entre las nuevas progresivas 4+975 y 15+325.
- 2.11 En cuanto a la infraestructura de la calzada, el proyecto prevé: (i) la reconstrucción de la calzada existente uniformizando el ancho de la misma a 7,00 m con la construcción de hombros de 1,0 m de ancho a cada lado; (ii) una nueva estructura de pavimento, formada con 30 cm de subbase granular (150 Mpa), 25 a 30 cm de una primera base granular (300 Mpa), 15 a 20 cm de una segunda base granular (600 Mpa) y 5,0 cm de carpeta asfáltica (1.300 Mpa); (iii) señalización horizontal y vertical; etc. Se asume que el nuevo pavimento dispondrá de un IRI inicial de 2,0 mm/m, sin ningún tipo de fallas.
- 2.12 **Mapas de ubicación y detalle del proyecto.** En las Figuras II-1 y II-2, se muestran, respectivamente, la ubicación de la Ruta N°5 'C.Joffre-Port de Paix' en la región Norte del país (sobre mapa de Google Earth) y un mapa que indica el detalle del trazado alternativo previsto para el Subtramo II.
- 2.13 **Resumen de las características de la vía actual y proyectada.** Por otra parte, en el Cuadro II-1 que sigue, se presenta un resumen de características físicas de la vía, para los escenarios 'Sin Proyecto' y 'Con Proyecto'; el cuadro incluye, entre otros datos, las dimensiones básicas de la plataforma de la nueva ruta y la composición de la estructura del pavimento, en los mencionados escenarios.

Figura II-1

PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'  
Ubicación del Proyecto

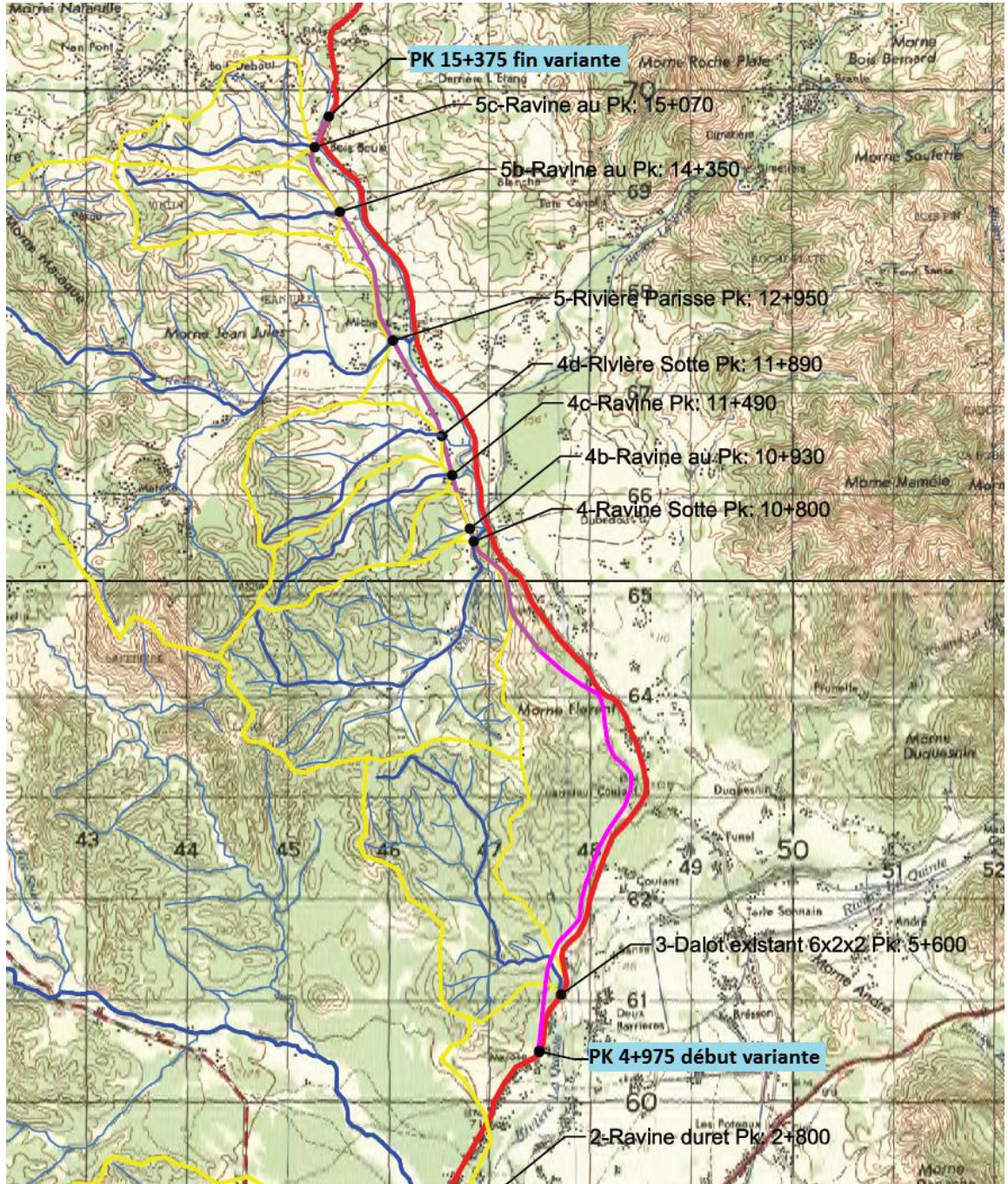


Fuente: Elaboración propia sobre Google Earth.



Figura II-2

**PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'**  
**Traza Propyectada para el Subtramo II al Oeste de la vía actual (4+975 km a 15+375 km)**



Fuente: Mapa de proyecto proporcionado por 'EGTC sprl', con modificaciones propias en las marcas de inicio/final del subtramo.



**Cuadro II-1**

**PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'  
Características Técnicas de las Vías y las Obras del Proyecto**

Condición	Sub Tramo		Traza	PK		Longitud km	Carriles N°	Calzada m	Hombros		IRI mm/m	Estructura de Pavimento					
				Inicio	Final				Izquierdo m	Derecho m		Subrasante (1) MPa	Sub Base Granular cm	Base Granular 1 cm	Base Granular 2 cm	Concreto Asfáltico cm	Número Estructural
SIN Proyecto	I	Carrefour Joffre - Variante (début)	Preexistente	0+000	4+975	4,975	2	5,00	-	-	20	GF	-		10	-	-
	II	Variante (début) - Variante (fin)	Preexistente	4+975	15+375	10,400	2	5,00	-	-	20	GF	-		10	-	-
	III	Variante (fin) - Gros Morne	Preexistente	15+375	23+100	7,725	2	5,00	-	-	20	GF	-		10	-	-
	IV	Gros Morne - Bassin Bleu	Preexistente	23+100	43+175	20,075	2	5,00	-	-	20	GF	-		10	-	-
	V	Bassin Bleu - Port de Paix	Preexistente	43-175	68+362	25,187	2	5,00	-	-	20	GF	-		10	-	-
	<b>TOTAL TRAMO</b>						<b>68,362</b>										
CON Proyecto	I	Carrefour Joffre - Variante (début)	Preexistente	0+000	4+975	4,975	2	7,00	1,00	1,00	2	30	30	30	20	5,0	4,04
	II	Variante (début) - Variante (fin)	Nueva	4+975	15+325	10,350	2	7,00	1,00	1,00	2	30	30	30	20	5,0	4,04
	III	Variante (fin) - Gros Morne	Preexistente	15+325	23+050	7,725	2	7,00	1,00	1,00	2	30	30	30	20	5,0	4,04
	IV	Gros Morne - Bassin Bleu	Preexistente	23+050	43+125	20,075	2	7,00	1,00	1,00	2	30	30	25	15	5,0	3,54
	V	Bassin Bleu - Port de Paix	Preexistente	43+125	68+312	25,187	2	7,00	1,00	1,00	2	30	30	30	20	5,0	4,04
	<b>TOTAL TRAMO</b>						<b>68,312</b>										

(1): GF: Gravel-Sand mixtures with excess fines.

Fuente: Elaboración propia con información del MTPTC y EGTC sprl.

B. PREVISIONES PARA LA OFERTA EN LA SITUACIÓN 'SIN PROYECTO'.

- 2.14 Para la situación 'Sin Proyecto', se adopta la hipótesis que se conserva el camino con características físicas similares a las actuales, pero con la introducción de tareas de mantenimiento regular básico. No resultaría admisible asumir el total abandono de la vía, pues pondría en riesgo la transitabilidad frenando la normal evolución de los flujos de tránsito en la ruta.
- 2.15 En tal sentido, se asume que se realizarían actividades periódicas para conformar la superficie de rodadura y, en su caso, acompañadas de obras de reposición de la capa de grava; podría argumentarse que esta hipótesis no se adecua a la capacidad real de la ejecución del mantenimiento vial en el país, pero, se trata de tareas básicas y con carácter conservador se adopta la misma. No se prevén obras de mantenimiento extraordinario en la ruta que impliquen elevar el estándar de calidad del pavimento de la vía (con la misma solución existente u otra para la superficie de rodadura), pues, en el presente caso, este criterio implicaría la realización de obras de rehabilitación en sí mismas y no obras de mantenimiento propiamente dichas.
- 2.16 En consecuencia, en la situación 'Sin Proyecto', se prevé que la carretera se conserve manteniendo una transitabilidad razonable más una mejora modesta (v.g. en cuanto a la velocidad del tránsito) en las condiciones de circulación actuales, durante el ciclo de análisis (22 años).<sup>7</sup>
- 2.17 **Política de mantenimiento y reinversión.** En función del criterio expuesto, para la situación 'Sin Proyecto' se define la siguiente política general de obras:<sup>8</sup>
- (a) Mantenimiento rutinario, incluyendo limpieza de la calzada y los drenajes (quita de obstáculos, etc.), más reparaciones de menor cuantía.
  - (b) Mantenimiento ordinario y extraordinario de la calzada de grava, mediante tareas de: (i) perfilado periódico de la plataforma; (ii) escarificación de la base, reposición de material granular y compactación mecanizada, con objeto que la capa granular de rodadura se conserve con el espesor mínimo actual.
- 2.18 Esta hipótesis implica una "alternativa razonable" para el proyecto y supone comparar el mismo contra una situación similar o levemente mejor que la actual, aunque tiene efectos modestos sobre costos de operación y tiempos de circulación (esta hipótesis para la situación 'Sin Proyecto', obviamente, no conlleva un estímulo al desarrollo).

C. PREVISIONES PARA LA OFERTA EN LA SITUACIÓN 'CON PROYECTO'.

- 2.19 El proyecto consiste en la reconstrucción total de la carretera, incluyendo construcción de drenajes, obras de arte, etc. Teniendo en cuenta los trámites de aprobación de la operación por parte del Banco, más los trámites de licitación pública para seleccionar al contratista y los procesos de reasentamiento de la población que fueran necesarios es posible que las obras del proyecto pudieran comenzar a mediados de 2018, a los efectos prácticos de esta evaluación, se adopta un resguardo asumiéndose que las

---

<sup>7</sup> El período de análisis será de 22 años, el cual comprende el lapso de construcción de obras del proyecto de 2 años (Años 1 y 2) y un lapso de utilización de las mismas de 20 años (Años 3 a 22).

<sup>8</sup> Los detalles para el mantenimiento y la política de reinversión se presentan en ocasión del análisis de los costos para este caso (¶4.12).

mismas comenzarán a principios de 2019 y culminarán a fines de 2020 (dos años es un plazo de obra razonable para este proyecto). Es decir, se prevé que las obras del proyecto se ejecuten en 2019-2020; con ello, la nueva carretera quedaría librada al uso público en 2021.

2.20 Si bien se dispondrá de una carretera con nueva calzada, según fue descrito (¶2.9 a ¶2.11), ello no obsta que sea necesario prever una política de mantenimiento y/o reinversión eficaz, pues debe asegurarse que la carretera se conserva con un nivel de calidad acorde con su diseño, durante toda su vida útil.

2.21 **Política de mantenimiento y reinversión.** Sin perjuicio de las obras de construcción propias del proyecto, se prevé la siguiente política de obras para la situación 'Con Proyecto' durante el período de operación bajo análisis (20 años):<sup>9</sup>

(a) Mantenimiento rutinario (limpieza de calzada, hombros y drenajes, más tareas de reparaciones menores).

(b) En la calzada de asfalto (carpeta asfáltica), se prevé el mantenimiento ordinario de la superficie (bacheo, sellado de fisuras, etc.), en caso necesario, para el nuevo pavimento.<sup>10</sup>

(c) Mantenimiento extraordinario (reinversión), mediante obras de rehabilitación de la calzada (sobrecapa asfáltica) en el subtramo respectivo, si se alcanzara un IRI de 5 mm/m.<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> Los detalles para el mantenimiento y la política de reinversión se presentan en ocasión del análisis de los costos para este caso (¶4.13).

<sup>10</sup> Razonablemente, en tanto el diseño del pavimento sea correcto, sólo debería presentarse la necesidad de efectuar estas tareas sobre el final del período de análisis (o no presentarse en absoluto).

<sup>11</sup> Idem Nota N°10.

### 3. El Proyecto. La Demanda.

#### A. TRÁNSITO 'SIN PROYECTO'.

- 3.1 **Tránsito Normal (TN).** La evaluación económica de un proyecto vial requiere contar con adecuada información respecto del volumen de tránsito existente en la carretera bajo estudio (llamado Tránsito Normal); en, particular, se necesita conocer el volumen de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) discriminado según los distintos tipos de vehículos que utilizan la vía, pues estos provocan diferentes efectos sobre la dicha infraestructura y sobre las condiciones de la circulación, así como diferentes costos de operación y tiempo para los pasajeros. La firma consultora 'EGTC sprl' proporcionó la información relevada para el diseño del proyecto,<sup>12</sup> lo que permite la determinación del volumen de tránsito en la carretera actual, clasificado según una amplia tipología vehicular; incluye motocicleta, automóvil, camioneta 4x4, pick-up, 'tap-tap',<sup>13</sup> autobús, minibús, camión-bus<sup>14</sup> y los vehículos de carga típicos en el país (camión de dos ejes 'C2', camión de tres ejes 'C3' y camión articulado de cinco o más ejes 'C5').
- 3.2 En virtud de lo expresado, se cuenta con el TPDA calculado por la referida consultora para 2016, clasificado por tipo de vehículo; en ese sentido, el promedio pondera del TPDA (2016) en la vía alcanza a 2.100 veh/día, con una participación de: motocicletas 83%, vehículos livianos (automóviles y camionetas) 11%, autobuses de vehículos de transporte colectivo de pasajeros (autobuses y otros) 1% y vehículos de carga 5%. Una gran parte de las motocicletas se utilizan en Haití como medio para transportar pasajeros o 'moto-taxi' (las mismas se adaptan a una vía en mal estado), por lo que su peso relativo en el TPDA adquiere una mayor significación desde el punto de vista económico.
- 3.3 El TPDA (2016) según los tres lotes de ejecución previstos por 'EGTC sprl', muestra algunas diferencias: (i) el Lote 1 'C. Joffre-Gros Morne' (Subtramos I a III) dispone de 2.177 veh/día (motocicletas 78%, vehículos livianos 15%, autobuses/otros 2% y los vehículos de carga 5%); (ii) el Lote 2 'Gros Morne-Bassin Bleu' (Subtramo IV) cuenta con el menor volumen de tránsito, con 1.857 veh/día (motocicletas 86%, vehículos livianos 9%, autobuses/otros 2% y vehículos de carga 3%); (iii) el Lote 3 'Bassin Bleu-Port de Paix' (Subtramo V) es el que presenta el mayor volumen tránsito y la más alta incidencia de vehículos pesados, con 2.224 veh/día (integrado por motocicletas 84%, vehículos livianos 9%, autobuses/otros 1% y vehículos de carga 6%).
- 3.4 **Proyección del Tránsito Normal.** No se dispone de series históricas con conteos de tránsito, tal como sería deseable para analizar la evolución de los flujos actuales de transporte o los orígenes/destinos del tráfico de interés. Cabe señalar que se dispone de conteos realizados en 2011 por la misma consultora,<sup>15</sup> pero no son útiles para la comparación, pues el TPDA medido en dicha ocasión fue "contaminado" con tránsito fortuito originado por las necesidades de la ejecución de obras de modernización de la Ruta N°1 en tramos cercanos a la Ruta N°5.

<sup>12</sup> 'Rapport sur le Trafic - Avril 2017'; 'EGTC sprl'.

<sup>13</sup> Vehículo tipo 'pick-up' adaptado para transportar pasajeros en su caja.

<sup>14</sup> Camión simple adaptado para transportar pasajeros,

<sup>15</sup> 'Rapport Preliminaire - Sept 2011' (Annexe IV Rapport Trafic); 'EGTC sprl'.



- 3.5 Para el diseño de la estructura del pavimento, la citada firma consultora plantea la adopción de una tasa de crecimiento anual de 4,0%; el consultor adopta esta misma tasa, con objeto de mantener coherencia con dicho diseño y en el entendido que la misma es compatible con las tasas utilizadas en otros análisis económicos realizados por el mismo en Haití.
- 3.6 **Resumen del TPDA actual.** En el Cuadro III-1 siguiente, se presenta el detalle del TPDA actual (2016), para la vía bajo estudio.

**Cuadro III-1**

**PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'  
Composición del TPDA<sup>(1)</sup> (veh/día) para 2016**

Condición	Sub Tramo		Año	Moto		Auto		Camioneta (2)		Tap-Tap (3)		Autobus (4)		Camión C2 (5)		Camión C3 (6)		Camión C5 (7)		TOTAL
				TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA
SIN Proyecto	I	Carrefour Joffre - Variante (début)	2016	1.697	78,0%	5	0,2%	191	8,8%	130	6,0%	37	1,7%	95	4,4%	20	0,9%	2	0,1%	2.177
	II	Variante (début) - Variante (fin)	2016	1.697	78,0%	5	0,2%	191	8,8%	130	6,0%	37	1,7%	95	4,4%	20	0,9%	2	0,1%	2.177
	III	Variante (fin) - Gros Morne	2016	1.697	78,0%	5	0,2%	191	8,8%	130	6,0%	37	1,7%	95	4,4%	20	0,9%	2	0,1%	2.177
	IV	Gros Morne - Bassin Bleu	2016	1.597	86,0%	-	-	93	5,0%	85	4,6%	30	1,6%	45	2,4%	6	0,3%	1	0,1%	1.857
	V	Bassin Bleu - Port de Paix	2016	1.869	84,0%	-	-	113	5,1%	81	3,6%	20	0,9%	116	5,2%	24	1,1%	1	0,0%	2.224

(1): TPDA: Tránsito Promedio Diario Anual

(2): Camionetas 4x4 (ST I-IV: 63%; ST V: 58%) y Pick-up (ST I-IV: 37%; ST V: 42%) .

(3): Tap-Tap: Pick-up adaptada para transportar pasajeros.

(4): Autobus (ST I-III: 76%; ST IV: 64%; ST V: 75%), Minibus (ST I-III: 13%; ST IV: 13%; ST V: 10%) y Camión-Bus (ST I-III: 11%; ST IV: 23%; ST V: 15%).

(5): Camión simple de dos ejes.

(6): Camión simple de tres ejes.

(7): Camión articulado de cinco ejes (o más).

Fuente: Elaboración propia con información del estudio 'Rapport sur le Trafic; EGTC sprl, Avril 2016'.

B. TRÁNSITO 'CON PROYECTO'.

- 3.7 **Tránsito Normal (TN).** En el marco de la metodología clásica aplicable para la evaluación económica de los proyectos viales, el volumen de tránsito normal sobre la red vial involucrada es el mismo en la situación 'Sin Proyecto' y en la situación 'Con Proyecto' para cada año del período de análisis (§3.4).
- 3.8 **Tránsito Generado (TG).** El proyecto involucra la pavimentación de la carretera, pues la misma actualmente dispone de una superficie de rodadura en grava cuya capa de base es pobre. Esta obra tiene una incidencia muy fuerte en la reducción de costos de los usuarios (operación y tiempos de viaje), pues posibilita sensibles incrementos de la velocidad de circulación a partir de velocidades muy bajas que resultan totalmente antieconómicas (tanto por los costos de operación de los vehículos, como a causa de los costos de tiempo de los pasajeros).
- 3.9 La teoría señala que los efectos de estas mejoras son advertidos por los potenciales usuarios y, frente al cambio de las condiciones de circulación, parte de éstos toman la decisión de transitar por la vía integrando así el contingente de nuevos usuarios que es denominado "Tránsito Generado"; la cantidad de estos nuevos usuarios depende de la elasticidad de la demanda ante los ahorros producidos y la confiabilidad ganada. Este efecto es notorio, particularmente, en los casos de incremento de capacidad de las vías o en casos de pavimentación como el que se da en el presente proyecto.
- 3.10 La estimación de este TG no suele ser sencilla. La firma 'EGTC sprl' ha calculado el volumen de TG a partir de los índices de elasticidad de la demanda respecto al ahorro de costos de operación/tiempo, según fueron establecidos en el *Étude Nationale des Transports*; estos índices son de 1,0 para vehículos de pasajeros y 0,2 para vehículos de carga. A partir de tales guarismos, tomando ahorros relativos típicos para obras de pavimentación de rutas de grava en Haití calculados por la firma BCEOM en estudios realizados en 1990 para Haití,<sup>16</sup> la referida firma 'EGTC sprl' estimó un TG entre 46%-57% para los vehículos de pasajeros y 9% para los vehículos de carga.<sup>17</sup>
- 3.11 Para la evaluación económica del proyecto, se adopta un criterio similar, en el sentido de utilizar las elasticidades "demanda/ahorro" establecidas en citado *Étude Nationale des Transports*; sin perjuicio de ello, se buscará coherencia con las estimaciones de tránsito utilizadas por 'EGTC sprl' para el diseño de la estructura de pavimento. Según la más recomendable práctica, los ahorros a aplicar deberían surgir de los cálculos de costos de la modelación que se realiza para la propia evaluación económica; pero, en forma conservadora, se aplicará el criterio de utilizar -para calcular del TG- los ahorros de costos por vehículo menores, entre los determinados por el estudio de BCEOM de 1990 y los que surgen de esta misma evaluación (para el cálculo de estos últimos se realiza un cálculo iterativo, hasta que convergen los resultados).
- 3.12 La variación de costos de los usuarios (operación y tiempo), entre los escenarios 'Sin Proyecto' y 'Con Proyecto', calculados en el marco de esta evaluación, determinan los

---

<sup>16</sup> Estudio '*Rentabilité des améliorations du réseau non revêtu et niveaux de trafic*'; BCEOM 1990.

<sup>17</sup> El TG adoptado por la firma 'EGTC sprl' para los vehículos de pasajeros, es: automóvil 54%, camioneta 57%, pick-up 46%, 'tap-tap' 57%, minibús 48%, camión-bus 46% y autobús 52% (no se indica TG para la categoría moto).

siguientes guarismos de ahorros por vehículo: moto 48%, automóvil 52%, camioneta (incluye pick-up) 55%, 'tap-tap' 63%, autobús (incluye minibús y camión-bus) 62%, camión C2 51%, camión C3 52% y camión C5 53% (en camiones el guarismo de TG, se ubicaría entre 10% y 11%, para una elasticidad de 0,2). Salvo en cuanto al caso de las motos (el estudio de BCEOM no incluye este tipo de vehículos) y el caso de los automóviles, los ahorros expuestos son más altos que los establecidos en el referido estudio de BCEOM.

- 3.13 Cabe aclarar que, en este análisis, la modelación de los flujos de tránsito se practica adoptando una tipología de vehículos que incluye las motocicletas pero consolida otros subtipos que son similares entre sí (tal como se indica en Cuadro III-1);<sup>18</sup> en consecuencia, para estos tipos de vehículos consolidados, se adoptan tasas de TG que se calculan como el promedio ponderado de las tasas correspondientes a cada tipo de vehículo involucrado.
- 3.14 Por lo expuesto, según el criterio antes indicado (§3.11), el TG que se adopta en esta evaluación para cada tipo de vehículo, es: moto 48%, automóvil 52%, camioneta 53% (incluye pick-up), 'tap-tap' 57%, autobús 51% (incluye minibús y camión-bus) y para los vehículos de carga 9%. Estos guarismos se aplican para incluir el TG en los flujos del escenario 'Con Proyecto', por única vez, en el primer año de habilitación de las obras del proyecto (2021).
- 3.15 **Modificación de la estructura del TPDA.** La citada firma consultora prevé asimismo que la pavimentación de la ruta acarreará una modificación en el comportamiento de la demanda; en ese sentido, predice que el 70% de las motos que efectúan recorridos superiores a 20 km dejarán lugar a vehículos 'tap-tap' para el transporte de pasajeros; esto es porque la mayoría de las motos son utilizadas para transportar pasajeros (2 pasajeros, más el conductor). En ese sentido, considerando que las unidades 'tap-tap' transportan 14 pasajeros, la reducción de 7 motos da lugar a 1 nuevo vehículo 'tap-tap' a los efectos del TPDA).
- 3.16 Con esta modificación, en el escenario 'Con Proyecto' la participación relativa de las motocicletas se reduce, incrementándose la participación de los vehículos 'tap-tap'; el consultor asume que ello ocurriría tanto para el TN como para el TG, en la misma proporción, con lo que se estima se mantendría coherencia en la forma de cuantificar este particular comportamiento de los usuarios frente al fuerte cambio en la calidad de la infraestructura vial.
- 3.17 **Resumen del TPDA total para 2019 y 2021.** En el Cuadro III-2 siguiente, se presenta la composición adoptada para el TPDA en 2019 (primer año del período de análisis, para los escenarios "Sin Proyecto" y "Con Proyecto") y 2021 (primer año del período de 20 años establecido para la utilización de las nuevas obras), según las previsiones asociadas a la ejecución de las obras del proyecto (§2.19). En el referido cuadro se indica la 'Tasa de Crecimiento Anual' del TN adoptada, así como las correspondientes 'Tasas de Incremento' por concepto de TG -para cada tipo de vehículo- que se aplican por única vez en el año de habilitación de las obras (2021); complementariamente, en este primer año, se corrige el TN y también el TG, en cuanto refiere a los volúmenes

---

<sup>18</sup> Ello, porque no se dispone de información de detalle de los vehículos de la flota que permita caracterizar diferenciadamente los mismos, en tanto el error previsible de esta consolidación se estima mínimo (v.g. entre camioneta y 'tap-tap').



de tránsito de motocicletas y unidades 'tap-tap', atendiendo a la modificación que ha sido prevista en el comportamiento de la demanda (¶3.15).

Cuadro III-2

**PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'**  
**Composición del TPDA<sup>(01)</sup> (veh/día) "SIN Proyecto" y "CON Proyecto" (2019-2021)**

Condición	Sub Tramo		Año	TPDA (1)	Tasa Anual	Tasa TG1 (8)	Tasa TG2 (9)	Moto		Auto		Camioneta (2)		Tap-Tap (3)		Autobús (4)		Camión C2 (5)		Camión C3 (6)		Camión C5 (7)		TOTAL
								TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA
SIN Proyecto	I	Carrefour Joffre - Variante (début)	2019	TN	4,0%	-	-	1.909	78,0%	6	0,2%	215	8,8%	146	6,0%	42	1,7%	107	4,4%	22	0,9%	2	0,1%	2.449
			2021	TN		-	-	2.065	78,0%	6	0,2%	232	8,8%	158	6,0%	45	1,7%	116	4,4%	24	0,9%	2	0,1%	2.649
	II	Variante (début) - Variante (fin)	2019	TN	4,0%	-	-	1.909	78,0%	6	0,2%	215	8,8%	146	6,0%	42	1,7%	107	4,4%	22	0,9%	2	0,1%	2.449
			2021	TN		-	-	2.065	78,0%	6	0,2%	232	8,8%	158	6,0%	45	1,7%	116	4,4%	24	0,9%	2	0,1%	2.649
	III	Variante (fin) - Gros Morne	2019	TN	4,0%	-	-	1.909	78,0%	6	0,2%	215	8,8%	146	6,0%	42	1,7%	107	4,4%	22	0,9%	2	0,1%	2.449
			2021	TN		-	-	2.065	78,0%	6	0,2%	232	8,8%	158	6,0%	45	1,7%	116	4,4%	24	0,9%	2	0,1%	2.649
	IV	Gros Morne - Bassin Bleu	2019	TN	4,0%	-	-	1.796	86,0%	-	0,0%	105	5,0%	96	4,6%	34	1,6%	51	2,4%	7	0,3%	1	0,1%	2.089
			2021	TN		-	-	1.943	86,0%	-	0,0%	113	5,0%	103	4,6%	36	1,6%	55	2,4%	7	0,3%	1	0,1%	2.259
	V	Bassin Bleu - Port de Paix	2019	TN	4,0%	-	-	2.102	84,0%	-	0,0%	127	5,1%	91	3,6%	22	0,9%	130	5,2%	27	1,1%	1	0,0%	2.502
			2021	TN		-	-	2.274	84,0%	-	0,0%	137	5,1%	99	3,6%	24	0,9%	141	5,2%	29	1,1%	1	0,0%	2.706
CON Proyecto	I	Carrefour Joffre - Variante (début)	2019	TN	4,0%	-	-	1.909	78,0%	6	0,2%	215	8,8%	146	6,0%	42	1,7%	107	4,4%	22	0,9%	2	0,1%	2.449
			2021	TN		4,0%	-	-	1.059	59,3%	6	0,3%	232	13,0%	302	16,9%	45	2,5%	116	6,5%	24	1,4%	2	0,1%
	II	Variante (début) - Variante (fin)	2021	TG	4,0%	50% - 57%	9%	530	62,0%	3	0,4%	123	14,4%	162	19,0%	23	2,7%	10	1,2%	2	0,3%	0	0,0%	854
				TN+TG		-	-	1.589	60,2%	9	0,4%	356	13,5%	464	17,6%	68	2,6%	126	4,8%	27	1,0%	3	0,1%	2.641
	IV	Gros Morne - Bassin Bleu	2019	TN	4,0%	-	-	1.796	86,0%	-	0,0%	105	5,0%	96	4,6%	34	1,6%	51	2,4%	7	0,3%	1	0,1%	2.089
				TG		50% - 57%	9%	823	83,3%	-	0,0%	60	6,1%	80	8,1%	19	1,9%	5	0,5%	1	0,1%	0	0,0%	987
			2021	TN	4,0%	-	-	1.646	82,1%	-	0,0%	113	5,6%	146	7,3%	36	1,8%	55	2,7%	7	0,4%	1	0,1%	2.005
				TN+TG		-	-	2.469	82,4%	1	0,0%	174	5,8%	227	7,6%	56	1,9%	60	2,0%	8	0,3%	1	0,0%	2.995
	V	Bassin Bleu - Port de Paix	2019	TN	4,0%	-	-	2.102	84,0%	-	0,0%	127	5,1%	91	3,6%	22	0,9%	130	5,2%	27	1,1%	1	0,0%	2.502
				TG		50% - 57%	9%	919	83,0%	-	0,0%	73	6,6%	87	7,9%	12	1,1%	13	1,1%	3	0,2%	0	0,0%	1.107
2021			TN	4,0%	-	-	1.837	78,8%	-	0,0%	137	5,9%	161	6,9%	24	1,0%	141	6,1%	29	1,3%	1	0,1%	2.332	
			TN+TG		-	-	2.756	80,1%	1	0,0%	211	6,1%	249	7,2%	37	1,1%	154	4,5%	32	0,9%	1	0,0%	3.441	

(1): TPDA: Tránsito Promedio Diario Anual. TN: Tránsito Normal; TG: Tránsito Generado.

(2): Camionetas 4x4 (ST IV: 63%; ST V: 58%) y Pick-up (ST HV: 37%; ST V: 42%) .

(3): Pick-up adaptada para transportar pasajeros.

(4): Autobus (ST III: 76%; ST IV: 64%; ST V: 75%), Minibus (ST III: 13%; ST IV: 13%; ST V: 10%) y Camión-Bus (ST III: 11%; ST IV: 23%; ST V: 15%).

(5): Camión simple de dos ejes.

Fuente: Elaboración propia con información del estudio 'Rapport sur le Trafic; EGTC sprl, Avril 2016'.

(6): Camión simple de tres ejes.

(7): Camión articulado de cinco ejes (o más).

(8): TG1: Tránsito Generado: Motos 50%; Autos 54%; Camionetas 53%, Tap-Tap: 57%; Autobuses 51%.

(9): TG2: Tránsito Generado: Vehículos de carga 9%.

#### 4. Metodología y Costos para el Análisis Económico.

##### A. METODOLOGÍA GENERAL.

- 4.1 Para la evaluación económica del proyecto, se adopta la hipótesis que las obras se ejecutarán durante 2019-2020, considerando que ello sería posible teniendo presente la gestión del financiamiento, trámites de licitación de ejecución de las obras, etc.; en consecuencia, se asume que las obras se habilitarán en 2021. En virtud de ello, tal como fue mencionado, el período para el análisis económico será 2019-2040.<sup>19</sup>
- 4.2 **Metodología tradicional.** El análisis de viabilidad económica del proyecto se realiza según la metodología tradicional aplicable a los proyectos de inversión vial, basada en la comparación de los costos económicos totales, entre el escenario 'Sin Proyecto' y el escenario 'Con Proyecto', durante el período de análisis de 22 años (el lapso de ejecución de obras, más el lapso de utilización de las mismas). Obtenido el flujo neto de costos económicos para dicho período, se calcula el Valor Actual Neto Económico (VANE) adoptando una tasa de descuento de 12,0%, la respectiva Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE), más los ratios Beneficio/Costo<sup>20</sup> y VANE/Inversión<sup>21</sup>, en la medida que se trata de los indicadores de rentabilidad habituales; asimismo, como es usual, se realiza un análisis de sensibilidad frente a la variación de los factores de mayor incidencia en la rentabilidad.
- 4.3 Puesto que se trata de una evaluación económica, se utilizan precios económicos que son estimados con la mejor aproximación disponible, para todos los factores de costo que componen el cálculo (¶4.6).
- 4.4 **Modelación para el análisis económico.** El cálculo de los costos económicos totales en cada año del período de análisis (en escenarios 'Sin Proyecto' y 'Con Proyecto'), así como el cálculo de los referidos indicadores de rentabilidad, se realiza utilizando el aludido modelo HDM-4; este modelo fue alimentado con: (i) los parámetros de diseño aplicables a los subtramos de la carretera actual y los subtramos de la vía proyectada (altimetría, geometría del trazado, perfil transversal, estructura del pavimento, estado de la superficie de rodadura u otras); (ii) las condiciones propias del entorno local que afectan a la carretera o a los usuarios (clima, cruces, centros poblados, etc.); (iii) las características de la flota de vehículos (tipos, pesos, etc.) y los usuarios (cantidad de pasajeros para cada tipo de vehículo, uso de los vehículos, etc.); (iv) los costos de obra unitarios (inversión y mantenimiento), los costos de los insumos de los vehículos, los costos de tiempo de los pasajeros (valor del tiempo de trabajo y ocio), etc. que son aplicables al país. En los apartados siguientes, se hace referencia a los parámetros técnicos y los costos unitarios que se utilizan para la modelación.

---

<sup>19</sup> El período de análisis será de 22 años, con un lapso de construcción de 2 años (Años 1 y 2) y un lapso de utilización de 20 años (años 3 a 22).

<sup>20</sup> Se adopta la definición más reconocida para la relación Beneficio/Costo, consistente en el cociente del Valor Actual de Beneficios (operación y tiempo) y el Valor Actual de Costos (inversión y conservación), es decir VA(Beneficios)/VA(Costos).

<sup>21</sup> Si bien la relación Beneficio/Costo es de uso tradicional, el ratio VANE/Inversión es un indicador más útil para comparar y priorizar inversiones, puesto que incluye directamente el monto de la inversión (el objeto del financiamiento en los proyectos del Banco).

- 4.5 **Calibración.** Es importante destacar que el HDM-4 fue calibrado para que modele en forma correcta la situación actual, lo que es esencial para asegurar que modelará con razonable aproximación el comportamiento del tránsito y la vía en los escenarios 'Sin Proyecto' y 'Con Proyecto' en estudio, para todo el período de análisis. Los detalles de la calibración del HDM-4 se presentan más adelante (§5.1).
- B. INSUMOS PARA LA EVALUACIÓN.
- 4.6 **Precios económicos.** No se dispone de estudios detallados de los costos sociales para todos los factores de costo;<sup>22</sup> no obstante, se estimaron los costos económicos de tales factores (costos de obras, insumos de operación de vehículos, tiempo de pasajeros, etc.) con información suministrada oportunamente por el MTPTC y utilizada en estudios previos de consultoría para Haití elaborados por el consultor.
- 4.7 **Costo de las obras.** No se cuenta con fundamentos para la utilización de un factor de ajuste que permita determinar el costo económico de las obras de construcción vial a partir del precio de mercado de las mismas; se tienen antecedentes de la utilización de coeficientes de ajuste de 0,90 y 0,80.<sup>23</sup> Un mínimo ejercicio de análisis, lleva a considerar que sólo incluir el costo económico de la mano de obra lleva el coeficiente a 0,96;<sup>24</sup> pero, este factor sería excesivamente conservador, pues no contempla la necesaria reducción por evitación de las normales transferencias que incluyen los costos de obra a precios de mercado. El consultor estima que el coeficiente de ajuste necesariamente debe ser inferior a 0,90; en todo caso, con criterio conservador se adopta un coeficiente de ajuste de 0,90.
- 4.8 **Parámetros técnicos.** Los parámetros técnicos de los vehículos son necesarios para el cálculo de los costos de operación y tiempo, tales como aquellos aplicables a la flota para cada tipo de vehículo (vida útil, kilometraje anual, cuota parte de utilización privada o profesional, número de tripulantes, número de pasajeros, tipo de viajes de los pasajeros (trabajo u ocio), pesos brutos de operación, ejes equivalentes a 18 Kips, etc.). Estos parámetros fueron proporcionados inicialmente por el MTPTC en ocasión de la realización de estudios anteriores (2012), pero fueron posteriormente ajustados por el consultor a partir de datos obtenidos de los últimos relevamientos disponibles (2013-2015) y la experiencia local de los Equipos de Proyecto actuantes en Haití.
- 4.9 **Costos de insumos y tiempo.** Los costos económicos unitarios de los insumos que intervienen en el cálculo del costo de operación de los vehículos y los costos unitarios de tiempo de los pasajeros, fueron suministrados o validados por el MTPTC durante la realización de estudios previos que estuvieron a cargo del consultor.
- 4.10 Los parámetros técnicos de los vehículos y los costos económicos unitarios para los usuarios (características técnicas y costo de vehículos, costos insumos de operación, tiempo de los pasajeros, etc.), se presentan en el Apéndice I.

---

<sup>22</sup> Factor Estándar de Conversión (FEC) o Razón de Precio de Cuenta (RPC).

<sup>23</sup> Otros estudios de consultoría han adoptado factores de ajuste de 0,80 y 0,90, pero no se ha encontrado documentación de respaldo que fundamenten estos coeficientes.

<sup>24</sup> Teniendo en cuenta la tasa de desocupación que existe en Haití, puede estimarse una reducción del 50% sobre el componente de costo de la mano de obra; en obras viales, este componente suele ser del 8% del costo de inversión sin impuestos, por lo que se obtendría una reducción de 4% (coeficiente de 0,96).



C. CUANTIFICACIÓN DE COSTOS DE INVERSIÓN, MANTENIMIENTO Y SOCIO-AMBIENTALES.

4.11 El cálculo del flujo de costos del Estado (agencia), implica determinar, para cada año del período de análisis, los costos de inversión (durante el período de ejecución de las obras previsto en 2 años), los costos de reinversión<sup>25</sup> y mantenimiento vial (durante el lapso de 20 años de uso de la infraestructura); en su caso, se incluyen los costos de mitigación/compensación por efectos sociales y ambientales atribuibles al proyecto.

4.12 **Costos viales en la Situación ‘Sin Proyecto’.** Tal como fue señalado respecto de la política de aplicable (¶2.17), en esta situación se consideran los costos asociados a la ejecución de las obras de reinversión o mantenimiento, necesarias para mantener las vías en razonables condiciones de transitabilidad:

- (a) Mantenimiento rutinario (limpieza de calzada, bordes y drenajes, más otras tareas de reparaciones menores).
- (b) En la calzada de grava, se prevé mantenimiento ordinario y extraordinario, con las siguientes tareas: (i) perfilado de la plataforma cada 6 meses; (ii) escarificación y recargo de material granular con compactación mecanizada, reponiendo la capa de base granular (10 cm) cuando la misma se hubiera perdido.<sup>26</sup>
- (c) No se considera recupero parcial de capital (valor residual de las reinversiones) al final del período de análisis, en función del escaso lapso de vida útil remanente para los recargos de material granular.

4.13 **Costos viales en la Situación ‘Con Proyecto’.** Tal como fue señalado respecto de la política aplicable (¶2.21), en esta situación se consideran los costos asociados a la ejecución de obras, las tareas de reinversión y el mantenimiento durante la vida útil del proyecto, con la finalidad de conservar un nivel de calidad acorde al diseño de la nueva infraestructura:

- (a) Inversión en las obras de reconstrucción vial previstas en el proyecto, ejecutables en 24 meses, incluyendo elaboración de pavimento asfáltico de calidad controlada (superficie de rodadura con IRI de 2,0 mm/m).<sup>27</sup>
- (b) Mantenimiento rutinario (limpieza de calzada, hombros y drenajes, más tareas de reparaciones menores).
- (c) Mantenimiento ordinario (bacheo y sellado de fisuras), en caso necesario, para el nuevo pavimento en toda la extensión de cada subtramo.<sup>28</sup>

---

<sup>25</sup> Las obras de “reinversión” frecuentemente se denominan como obras de “mantenimiento extraordinario” (como forma de diferenciarlo del mantenimiento ordinario o rutinario).

<sup>26</sup> Las tareas se asignan por el HDM-4 en el momento (año) en que se alcanzan condiciones prefijadas para el estado de deterioro del pavimento (espesor de la capa de rodadura), por lo que esta condición actúa como “disparador” de las tareas (en función del algoritmo que modela el deterioro del pavimento con el uso y las condiciones de circulación en la vía).

<sup>27</sup> Incluye el costo de inversión en las obras del proyecto, los costos de expropiaciones, más los costos de mitigación/compensación ambiental y social.

<sup>28</sup> Razonablemente, si el diseño de la estructura de pavimento es correcto, sólo debería presentarse la necesidad de efectuar estas tareas sobre el final del período de análisis (o no presentarse en absoluto).

- (d) Mantenimiento extraordinario (reversiones), mediante la ejecución de una obra de rehabilitación de la calzada (colocación de una sobrecapa asfáltica de 5,0 cm de espesor), en el subtramo donde el IRI alcance el límite de 5,0 mm/m.<sup>29</sup>
- (e) Recupero parcial del capital o valor residual de la inversión, al final del período de evaluación, en función del lapso de vida útil remanente para cada componente de las obras involucradas. El valor residual comprensivo calculado para el conjunto de las obras iniciales es de 42% de la inversión total prevista (incluyendo costo de expropiaciones, costos socio-ambientales, costo del diseño y costo de supervisión de las obras);<sup>30</sup> por otra parte, el valor residual de obras de rehabilitación -caso del literal (d) precedente-, se calcula como la relación entre la vida útil remanente de tal obra al final del período respecto de la vida útil máxima (10 años).
- 4.14 **Costos de Compensación Socio-Ambiental.** En asociación con los costos previstos para la ejecución de las obras de reconstrucción de la ruta, la firma diseñadora ha incluido en el presupuesto de las obras los costos de compensación y/o remediación ambiental. Separadamente, en los documentos 'Plan d'Action de Réinstallation (PAR)' para cada lote, dicha firma ha calculado los costos de las compensatorias sociales y expropiaciones que se prevén para viabilizar la ejecución de las obras.
- 4.15 **Resumen del Costo de inversión del Proyecto.** El presupuesto de la inversión para las obras del proyecto (incluyendo los costos de expropiaciones, compensación socio-ambiental, etc.), según los cálculos de la firma 'EGTC sprl' encargada de elaborar el anteproyecto avanzado de las obras, alcanza a US\$ 90,1 millones. Agregando a este presupuesto el costo de los servicios de diseño del proyecto y la supervisión de su ejecución (los que deben ser considerados parte de la inversión en el proyecto),<sup>31</sup> se alcanza un presupuesto total de US\$ 100,5 millones (costo de mercado) o US\$ 90,5 millones (costo económico).
- 4.16 En el Cuadro IV-1 siguiente, se presenta el detalle del presupuesto del proyecto, con la discriminación de costos disponible.
- 4.17 **Costos de reinversión y mantenimiento.** Los costos económicos unitarios de tareas u obras del mantenimiento rutinario, mantenimiento/repares y reversiones, se presentan en el Apéndice II.

---

<sup>29</sup> Idem Nota N°28. El IRI de 5 mm/m se considera un máximo admisible para rutas de la red vial principal (si se adoptaran estándares internacionales, debería incluso contemplarse un IRI menor).

<sup>30</sup> Este valor residual comprensivo se obtiene de los siguientes valores de recuperos a 20 años: 100% para expropiaciones, desmontes y rellenos; 25% para el paquete de pavimento; 60% para las obras de arte y alcantarillas, 25% para otras obras.

<sup>31</sup> Se adopta, conservadoramente, un costo de los servicios de supervisión del 10% sobre el costo total de las obras.

**Cuadro IV-1**

**RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'  
Costos Totales de Inversión (Precios de Mercado)**

Ítem	Lote 1 ST: I, II y III	Lote 2 ST: IV	Lote 3 ST: V	TOTAL US\$	%
<b>1.0 Obras</b>	<b>31.049.352</b>	<b>23.739.264</b>	<b>35.313.322</b>	<b>90.101.937</b>	<b>89,6%</b>
1.1 Instalaciones de Obra (1)	2.155.730	1.651.914	2.441.151	6.248.795	6,2%
1.2 Preparación de los Trabajos	1.084.383	908.945	1.064.529	3.057.857	3,0%
1.3 Movimiento de Tierras	8.314.127	6.033.232	7.277.390	21.624.749	21,5%
1.4 Pavimentos	9.715.365	7.139.310	10.020.850	26.875.525	26,7%
1.5 Drenaje y Saneamiento	2.270.425	2.888.030	3.741.023	8.899.478	8,9%
1.6 Obras de Arte	3.847.434	2.566.934	4.793.181	11.207.549	11,1%
1.7 Señalización	531.388	642.294	1.294.567	2.468.249	2,5%
1.8 Compensaciones (2)	253.206	140.497	439.742	833.444	0,8%
1.9 Varios (1)	2.877.294	1.768.108	4.240.889	8.886.291	8,8%
<b>2.0 Diseño y Supervisión</b>	<b>3.582.280</b>	<b>2.789.662</b>	<b>4.052.932</b>	<b>10.424.874</b>	<b>10,4%</b>
2.1 Estudios	131.595	114.610	143.795	390.000	0,4%
2.2 Diseño Ejecutivo (3)	345.750	301.125	377.805	1.024.680	1,0%
2.3 Supervisión Obras (4) 10%	3.104.935	2.373.926	3.531.332	9.010.194	9,0%
<b>TOTAL</b>				<b>100.526.811</b>	<b>100,0%</b>

(1) Incluye costos de compensación y remediación ambiental.

(2): Compensaciones sociales y expropiaciones (1 US\$ = 65 HTG).

(3): Se estima un costo de 15.000 US\$/km.

(4): 10% sobre Ítem 1.0

Fuente: Elaboración propia con datos de EGTC Engineering y estimaciones propias.

D. CUANTIFICACIÓN DE COSTOS DE USUARIOS.

- 4.18 **Cuantificación de beneficios económicos para el Tránsito Normal.** El cálculo de los beneficios económicos de operación y tiempo (según la metodología tradicional de la cuantificación de los “excedentes del consumidor”); se realiza considerando: (i) los ahorros en los costos de operación vehicular para los diferentes usuarios de la ruta, en función de cambios en las características y estado de la infraestructura vial; (ii) los ahorros en los tiempos de viaje para los usuarios (tiempo de los pasajeros), acorde a las velocidades admitidas por la carretera y el tránsito, en función de los cambios en la condición física de la vía. Los factores de costo involucrados fueron analizados en un apartado anterior (§4.8 a §4.10).
- 4.19 Los cálculos de los costos de operación y los costos de tiempo para los usuarios son realizados por el modelo HDM-4, para los escenarios ‘Sin Proyecto’ y ‘Con Proyecto’, utilizando algoritmos que incluyen: (i) para los costos de operación: la velocidad, las condiciones geométricas de la ruta y físicas del pavimento (modelando su deterioro), etc., según cada tipo de vehículo y sus costos unitarios; (ii) para los costos de tiempo: la velocidad para cada tipo de vehículo, el número de pasajeros o carga media de cada uno, partiendo de los costos de tiempo de trabajo y ocio (caso pasajeros) y los costos de tiempo de la mercadería (caso carga).
- 4.20 **Cuantificación de beneficios económicos para el Tránsito Generado.** El modelo HDM-4 calcula los beneficios anuales por TG según la aproximación normalmente aceptada (la mitad de los ahorros en los costos generalizados de viaje aplicados al volumen de tránsito generado); el diferencial de costos de operación es calculado por el modelo en tanto el volumen de tránsito generado es impuesto al modelo.
- 4.21 **Beneficios no cuantificados.** Existen beneficios del proyecto de reconstrucción de la carretera que no fueron cuantificados o incluidos en el análisis, como consecuencia de la dificultad de obtener información adecuada para ello.
- 4.22 En primer lugar, no se han considerado beneficios que es posible prever surgirán en otros mercados fuera del sector transporte, como efecto del proyecto; en ese sentido, puede adelantarse la existencia de beneficios originados en el incremento del valor de la producción de mangos, típica de la región. Este proyecto, en la medida que mejora sustancialmente la calidad de la superficie de rodadura, reduce o elimina el deterioro que se produce durante el transporte de los mangos desde las plantaciones hasta el puerto de exportación en el presente; se prevé que este beneficio sea muy importante para la economía regional y que se manifieste en un incremento del precio de venta de esta fruta. En la medida que se evitara la duplicación de beneficios, sería válida la inclusión de este tipo de beneficios en la evaluación económica del proyecto.
- 4.23 En segundo lugar, no se han considerado previsible beneficios socio-ambientales; por ejemplo, facilitación del acceso de la población a los servicios públicos, beneficios en la salud por la supresión del polvo que produce la circulación vehicular sobre los caminos de grava y los beneficios globales que produce el incremento de la eficiencia de los motores con la consecuente reducción de las emisiones.



## 5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA.

### A. MODELACIÓN CON EL HDM-4.

- 5.1 **Calibración.** Normalmente, la modelación con el HDM-4 debe ser calibrada de forma que reproduzca adecuadamente las condiciones en que se desarrolla el tránsito en la actualidad. Ello es importante para que la modelación sea confiable, posibilitando que represente con razonable aproximación el comportamiento del tránsito y la vía en los escenarios 'Sin Proyecto' y 'Con Proyecto', para todo el período de análisis.
- 5.2 En ese sentido, el principal insumo que se utiliza para calibrar la modelación prevista con el HDM-4, es el valor de la velocidad con que circulan actualmente los vehículos en la ruta; ello, puesto que la velocidad está asociada a los costos de operación y los costos de tiempo de cada vehículo que circula sobre la infraestructura actual. En tanto el HDM-4 se alimenta con los parámetros técnico-económicos de los vehículos, así como con las condiciones físicas de la infraestructura actual, la calibración utilizando la velocidad promedio en la ruta permite una modelación confiable.
- 5.3 No obstante, en este caso concreto, no es posible calibrar la modelación utilizando la velocidad actual que surge de la información proporcionada por 'EGTC sprl' (§2.6).<sup>32</sup> Asimismo, para la calibración normalmente se utiliza -además de considerar el valor de IRI por parte del modelo-, el parámetro XFRI o "fricción lateral", el que refleja los efectos sobre la velocidad de obras conexas a la calzada que afectan la capacidad (v.g. existencia o no de hombros), la presencia de obstáculos cercanos a la calzada (edificaciones u otros) o cruces a nivel, riesgos de sufrir accidentes, etc.<sup>33</sup> Pero, como suele ocurrir en casos análogos, el HDM-4 no permite calibrar una modelación con velocidades tan bajas que podrían presentarse a causa de fuertes irregularidades en la superficie de rodadura.
- 5.4 Alternativamente, sin perjuicio de utilizar un valor de XFRI acorde con las condiciones físicas reales de la ruta, el consultor estima razonable asumir, para la situación 'Sin Proyecto', una velocidad promedio estimada y consistente con el estado esperado de la vía, la que se impone al modelo. En efecto, considerando el mantenimiento básico que se prevé en la situación 'Sin Proyecto', este produce una reducción del IRI, la que aún siendo modesta permite un pequeño aumento de la velocidad de circulación; en consecuencia, se corre el HDM-4 para determinar el IRI futuro aplicando un proceso iterativo en la modelación, con lo que se obtiene un IRI promedio entre 16 y 18 mm/m. Para este valor de IRI, se estima la velocidad en la situación 'Sin Proyecto' resultante de las hipótesis de mantenimiento adoptadas; para ello, se efectúa una extrapolación en el gráfico de la correlación "velocidad-IRI" obtenido de la experiencia internacional para este tipo de carreteras;<sup>34</sup> obteniéndose una velocidad promedio de 25 km/h. Esta velocidad se corresponde con una vía de grava de mala calidad, pero resulta un poco mayor que la velocidad media de circulación actual en la ruta que presenta una peor

<sup>32</sup> Según la experiencia del consultor, con el HDM-4 no es posible modelar velocidades debajo de 30 km/h considerando sólo las condiciones físicas de la vía.

<sup>33</sup> Eventualmente, puede utilizarse asimismo los parámetros "XNMT" o factor de incidencia del tránsito no motorizado sobre el tránsito motorizado (v.g. bicicletas sobre el resto de los vehículos) y "XMT" o factor de incidencia del tránsito motorizado sobre el tránsito no motorizado (v.g. vehículos sobre las bicicletas); en este caso, ello no es posible, pues no se han aforado los vehículos no motorizados.

<sup>34</sup> "Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements". Sayers M, Gillespies T, Paterson W. World Bank Technical Paper N° 46; 1986.

condición general (20 km/h; ¶2.6), por lo que se trata de una hipótesis razonable para el análisis económico.

- 5.5 Además, para la modelación (especialmente en la situación 'Con Proyecto', en la cual se desarrollarán velocidades propias de una ruta nacional), el HDM-4 debe correr con un patrón para el flujo de tránsito similar al real. Para este proyecto se ha adoptado un patrón de flujo estándar; en ese sentido, se utilizó el tipo "vía interurbana", pues no se cuenta con estudios que determinen los patrones de flujo de tránsito para este tipo de rutas en Haití.
- 5.6 **Velocidad máxima para el proyecto.** Una vez cargado el HDM-4 con los parámetros técnico-económicos (infraestructura y vehículos) y ajustado para modelar la situación 'Sin Proyecto' tal como fue expuesta, resta establecer las hipótesis en cuanto a las restricciones reglamentarias sobre la velocidad máxima que condicionan la circulación vehicular en las diferentes secciones del proyecto una vez habilitadas las obras.
- 5.7 En ese sentido, sin perjuicio de la topografía y geometría de la ruta, se asume que el MTPTC establecerá una velocidad máxima de 80 km/h para la carretera, puesto que se trata de la velocidad de diseño adoptada por 'EGTC sprl' y ésta coincide con la velocidad máxima reglamentaria que normalmente se fija para las rutas nacionales de Haití, por parte del MTPTC. Para la modelación, se prevé un 10% de tolerancia por incumplimiento de este límite; con ello, el HDM-4 puede modelar incumplimientos de esta velocidad máxima por una parte de los usuarios (donde es físicamente posible).

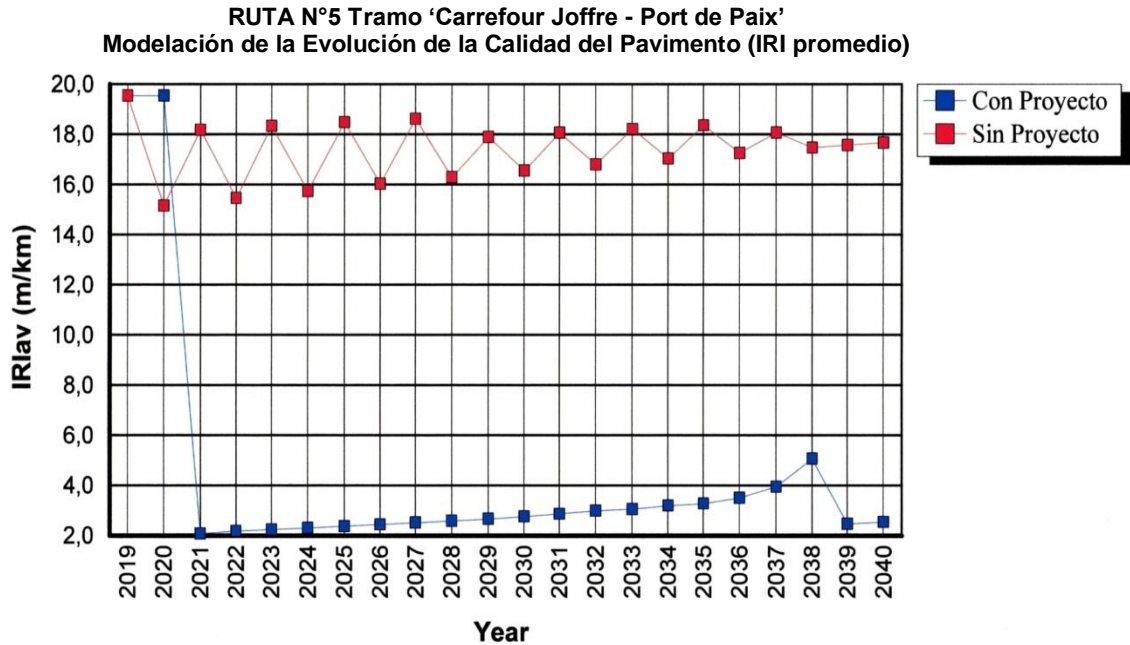
#### B. EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL PAVIMENTO.

- 5.8 Atendiendo a las condiciones de inversión, reinversión y mantenimiento previstas para los escenarios 'Sin Proyecto' y 'Con Proyecto', la modelación con el HDM-4 posibilita prever la evolución de la calidad del pavimento (IRI promedio) a lo largo del período de análisis, tal como se muestra en los gráficos de la Figura V-1 siguiente.<sup>35</sup>
- 5.9 En el escenario 'Sin Proyecto' se observa que la superficie de rodadura de material granular se conserva en condiciones similares (levemente superiores) a las actuales, en virtud de la política de mantenimiento básico que fue adoptada (¶2.15 a ¶2.17, más ¶4.12). En el respectivo gráfico, se identifican los efectos en la rugosidad del proceso de recarga de material granular y conformación de la plataforma.
- 5.10 En el escenario 'Con Proyecto' se observa que la calidad de la superficie de rodadura de carpeta asfáltica evoluciona muy bien desde su construcción, como consecuencia de la nueva estructura del pavimento y la política de mantenimiento adoptada (¶2.20 a ¶2.21, más ¶4.13). La modelación señala que en fecha cercana al final del período de diseño de 20 años (aproximadamente 2038) el deterioro de la calidad del pavimento se tornará verificable, alcanzándose un IRI de 5 mm/m; en el entendido que este valor de IRI es excesivo para una carretera troncal, se ha previsto la colocación de una sobrecapa de asfáltica, reinversión de menor cuantía que permitirá extender la vida útil del pavimento más allá del período de diseño original.

---

<sup>35</sup> Los gráficos corresponden al IRI promedio de la vía, considerando los diferentes subtramos definidos para su análisis.

Figura V-1



C. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO.

- 5.11 **Resultados de la evaluación.** El resumen de los resultados de la evaluación (se obtiene por combinación de diversos reportes del modelo HDM-4), incluyendo flujos de costos económicos 'Sin Proyecto' y 'Con Proyecto' por cada tipo de costo, el flujo económico neto, los indicadores Valor Actual Neto Económico (VANE), Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE), etc., se presentan en el Cuadro V-1 siguiente.
- 5.12 En la situación base, los indicadores de rentabilidad muestran un Valor Actual Neto Económico (VANE) de US\$ 31,4 millones (para la tasa de descuento de 12,0%) y una Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) de 16,3%, en tanto la relación Beneficio/Costo es de 1,42 y el ratio VANE/Inversión es de 0,35. El valor de la TIRE es superior a la tasa de corte del 12,0% y es satisfactorio; mientras el VANE, la relación Beneficio/Costo y el ratio VANE/Inversión son aceptables. Por lo expuesto, se considera que el proyecto es económicamente rentable.
- 5.13 En el Cuadro V-2, por su parte, se presenta con el formato de estilo, el resumen del Costo Incremental del Estado y los Beneficios de los Usuarios.
- 5.14 El Flujo de Beneficios de los Usuarios discriminados por tipo de vehículo, se presenta en el Apéndice III (el respectivo cuadro surge de la combinación de varios reportes del modelo HDM-4).

**Cuadro V-1**

**PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'  
Flujo de Costos (Millones U\$S) e Indicadores de Rentabilidad. Situación Base.**

PERIODO	FLUJO DE COSTOS ECONOMICOS SIN PROYECTO								FLUJO DE COSTOS ECONOMICOS CON PROYECTO								BTG		FLUJOS NETOS		
	AÑO	Obra	Inversión	Mantenimiento	ESTADO	Operación TM	Tiempo TM	USUARIOS	TOTAL	Obra	Inversión	Mantenimiento	ESTADO	Operación TM	Tiempo TM	USUARIOS	TOTAL	Operación TG	Tiempo TG	ESTADO	USUARIOS
2019	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	10,788	7,513	18,302	19,686	OBRA	45,237	0,291	45,528	10,788	7,513	18,302	63,829	0,000	0,000	-44,144	0,000	-44,144
2020		-	0,291	0,291	10,067	7,588	17,655	17,946	OBRA	45,237	0,027	45,264	11,221	7,817	19,037	64,302	0,000	0,000	-44,974	-1,382	-46,356
2021	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	11,340	8,027	19,367	20,751		-	0,027	0,027	6,277	2,520	8,797	8,824	0,860	1,429	1,357	12,859	14,216
2022		-	0,291	0,291	10,962	8,221	19,182	19,473		-	0,027	0,027	6,530	2,621	9,151	9,178	0,744	1,453	0,263	12,229	12,492
2023	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	12,311	8,699	21,010	22,394		-	0,027	0,027	6,793	2,726	9,519	9,546	0,938	1,550	1,357	13,979	15,335
2024		-	0,291	0,291	11,933	8,907	20,840	21,131		-	0,027	0,027	7,066	2,835	9,901	9,928	0,819	1,576	0,263	13,333	13,597
2025	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	13,360	9,428	22,788	24,172		-	0,027	0,027	7,350	2,949	10,299	10,326	1,022	1,681	1,357	15,191	16,548
2026		-	0,291	0,291	12,988	9,652	22,640	22,931		-	0,027	0,027	7,647	3,067	10,713	10,741	0,900	1,709	0,263	14,535	14,798
2027	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	14,495	10,218	24,713	26,097		-	0,027	0,027	7,955	3,190	11,144	11,172	1,112	1,823	1,357	16,504	17,861
2028	RELASTR.	0,378	0,319	0,697	14,206	10,460	24,666	25,362		-	0,027	0,027	8,275	3,318	11,593	11,620	1,000	1,853	0,669	15,926	16,595
2029	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	15,414	10,999	26,413	27,797		-	0,027	0,027	8,610	3,451	12,061	12,088	1,159	1,958	1,357	17,469	18,826
2030	RELASTR.	0,378	0,319	0,697	15,458	11,338	26,796	27,493		-	0,027	0,027	8,959	3,589	12,548	12,576	1,097	2,011	0,669	17,355	18,024
2031	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	16,740	11,922	28,662	30,046		-	0,027	0,027	9,325	3,733	13,058	13,086	1,263	2,125	1,357	18,991	20,348
2032	RELASTR.	0,378	0,319	0,697	16,817	12,290	29,107	29,804		-	0,497	0,497	9,710	3,883	13,594	14,090	1,200	2,181	0,200	18,895	19,095
2033	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	18,177	12,923	31,100	32,484		-	0,027	0,027	10,107	4,039	14,146	14,173	1,374	2,305	1,357	20,633	21,990
2034	RELASTR.	0,378	0,319	0,697	18,291	13,324	31,616	32,312		-	0,496	0,496	10,538	4,202	14,740	15,236	1,310	2,367	0,201	20,552	20,752
2035	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	19,733	14,009	33,742	35,126		-	0,027	0,027	10,981	4,371	15,352	15,380	1,489	2,501	1,357	22,380	23,736
2036	RELASTR.	0,650	0,331	0,980	19,964	14,448	34,412	35,392		-	0,496	0,496	11,489	4,549	16,038	16,534	1,429	2,568	0,485	22,371	22,856
2037	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	21,174	15,129	36,303	37,687		-	0,027	0,027	12,091	4,738	16,829	16,856	1,539	2,696	1,357	23,708	25,065
2038	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	21,793	15,668	37,461	38,845	REHABIL.	11,955	0,086	12,041	12,971	4,973	17,944	29,985	1,481	2,775	-10,657	23,772	13,116
2039	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	22,720	16,316	39,037	40,421		-	0,027	0,027	12,733	5,111	17,843	17,871	1,693	2,907	1,357	25,794	27,151
2040	RELASTR.	1,025	0,359	1,384	23,686	16,992	40,678	42,062	V.RESIDUAL	-47,563	0,027	-47,536	13,245	5,317	18,562	-28,973	1,771	3,029	48,920	26,916	75,835

TM: Tránsito Motorizado; TG: Tránsito Generado; BTG: Beneficios Tránsito Generado.

Fuente: Elaboración propia.

VANE	12%	<b>31,38</b>
TIRE (%)		<b>16,3</b>
B/C		<b>1,42</b>
VANE/Inv		<b>0,35</b>

**Cuadro V-2**

**PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'**  
**Resumen de Costo Incremental del Estado y Beneficios de los Usuarios (Millones U\$S). Situación Base.**

PERIODO	COSTO INCREMENTAL DEL ESTADO			BENEFICIOS DE LOS USUARIOS					FLUJO NETO
	AÑO	INVERSION	MANTENIMIENTO	SUBTOTAL	OPERACIÓN TM	TIEMPO TM	OPERACIÓN TG	TIEMPO TG	SUBTOTAL
2019	44,212	-0,068	44,144	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-44,144
2020	45,237	-0,263	44,974	-1,154	-0,228	0,000	0,000	-1,382	-46,356
2021	-1,025	-0,331	-1,357	5,063	5,507	0,860	1,429	12,859	14,216
2022	0,000	-0,263	-0,263	4,432	5,600	0,744	1,453	12,229	12,492
2023	-1,025	-0,331	-1,357	5,518	5,973	0,938	1,550	13,979	15,335
2024	0,000	-0,263	-0,263	4,867	6,072	0,819	1,576	13,333	13,597
2025	-1,025	-0,331	-1,357	6,010	6,479	1,022	1,681	15,191	16,548
2026	0,000	-0,263	-0,263	5,342	6,585	0,900	1,709	14,535	14,798
2027	-1,025	-0,331	-1,357	6,541	7,028	1,112	1,823	16,504	17,861
2028	-0,378	-0,292	-0,669	5,930	7,143	1,000	1,853	15,926	16,595
2029	-1,025	-0,331	-1,357	6,804	7,548	1,159	1,958	17,469	18,826
2030	-0,378	-0,292	-0,669	6,499	7,749	1,097	2,011	17,355	18,024
2031	-1,025	-0,331	-1,357	7,415	8,189	1,263	2,125	18,991	20,348
2032	-0,378	0,178	-0,200	7,107	8,407	1,200	2,181	18,895	19,095
2033	-1,025	-0,331	-1,357	8,070	8,884	1,374	2,305	20,633	21,990
2034	-0,378	0,177	-0,201	7,753	9,122	1,310	2,367	20,552	20,752
2035	-1,025	-0,331	-1,357	8,751	9,638	1,489	2,501	22,380	23,736
2036	-0,650	0,165	-0,485	8,475	9,899	1,429	2,568	22,371	22,856
2037	-1,025	-0,331	-1,357	9,083	10,391	1,539	2,696	23,708	25,065
2038	10,929	-0,272	10,657	8,822	10,695	1,481	2,775	23,772	13,116
2039	-1,025	-0,331	-1,357	9,988	11,206	1,693	2,907	25,794	27,151
2040	-48,588	-0,331	-48,920	10,440	11,675	1,771	3,029	26,916	75,835
<b>VANE (12%)</b>	<b>77,266</b>	<b>-2,080</b>	<b>75,185</b>	<b>40,198</b>	<b>47,109</b>	<b>6,980</b>	<b>12,276</b>	<b>106,563</b>	<b>31,378</b>

TM: Tránsito Motorizado; TG: Tránsito Generado.

Fuente: Elaboración propia.

- 5.15 **Variación de Costos Unitarios para los usuarios.** En este escenario, en el primer año de utilización de las obras del proyecto (2021), se espera la aparición de ahorros en los costos de operación y tiempos de viaje, respecto de la situación al inicio de las referidas obras (2019).
- 5.16 La variación de costos económicos totales de los usuarios (operación y tiempo) en el tramo en estudio, entre 2019-2021, para los diferentes tipos de vehículos, se presenta en el siguiente Cuadro V-3.1.

**Cuadro V-3.1**

**RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'  
Costos Promedio de Operación y Tiempo Unitarios (US\$/veh.km)**

Condición	Moto	Auto	Camioneta	Tap-Tap	Autobús	Camión C2	Camión C3	Camión C5
Sin obras (2019)	0,159	0,512	0,677	1,050	2,011	0,959	2,073	2,359
Con obras (2021)	0,081	0,238	0,305	0,389	0,764	0,470	0,998	1,118
Variación	-49%	-53%	-55%	-63%	-62%	-51%	-52%	-53%

Fuente: Elaboración propia.

- 5.17 La variación de costos económicos de operación en el tramo, entre 2019-2021, para los diferentes tipos de vehículos, se presenta en el siguiente Cuadro V-3.2.

**Cuadro V-3.2**

**RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'  
Costos Promedio de Operación Unitarios (US\$/veh.km)**

Condición	Moto	Auto	Camioneta	Tap-Tap	Autobús	Camión C2	Camión C3	Camión C5
Sin obras (2019)	0,080	0,329	0,432	0,448	0,687	0,957	2,071	2,355
Con obras (2021)	0,057	0,184	0,232	0,209	0,319	0,469	0,997	1,116
Variación	-29%	-44%	-46%	-53%	-54%	-51%	-52%	-53%

Fuente: Elaboración propia.

- 5.18 La variación de los tiempos de viaje en el tramo, entre 2019-2021, para los diferentes tipos de vehículos, se presenta en el siguiente Cuadro V-3.3.

**Cuadro V-3.3**

**RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'  
Tiempos Promedio de Viaje (Horas:Minutos/veh.viaje)**

Condición	Moto (1)	Auto	Camioneta	Tap-Tap (1)	Autobús (1)	Camión C2	Camión C3	Camión C5
Sin obras (2019)	2:46	2:45	2:46	2:46	2:50	2:48	2:47	2:55
Con obras (2021)	0:51	0:49	0:50	0:50	0:57	1:00	0:54	1:01
Variación	-69%	-70%	-70%	-70%	-66%	-64%	-68%	-65%

(1): No incluye tiempo de paradas.

Fuente: Elaboración propia.

## **6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.**

- 6.1 Tradicionalmente, se realiza el análisis de sensibilidad considerando la eventualidad de variaciones en los factores clave que afectan la rentabilidad; en particular, costos de obra (vinculado a la oferta de infraestructura) y volumen de tránsito (asociado a la demanda sobre la infraestructura vial). Para ello, se buscaron referencias respecto a casos verificados de variación de costos de obra y variación de volúmenes de tránsito, entre la fase de diseño y la fase siguiente a la ejecución de las obras de los proyectos realizados en Haití.
- 6.2 Respecto de variación de costos de obras, se cuenta con antecedentes en proyectos del Banco, pero en cuanto a la variación de volúmenes de tránsito no se encontraron registros del tipo necesario para este análisis.
- 6.3 En ese sentido, en varios proyectos del Banco se verificaron sensibles incrementos de costos de obra (usualmente "sobrecostos"), pero a consecuencia de este problema, el Banco propició la realización de estudios de preinversión con la inclusión de estudios geotécnicos más precisos (la carencia de adecuada información de las características y propiedades de los suelos suele ser causa de sobrecostos en la etapa de obra). Los resultados de esta estrategia fueron muy positivos; precisamente, en los proyectos de rehabilitación de los tramos viales 'Croix des Bouquets-Fond Parisien' (Ruta N°8; 25 km) y 'Gonaïves-Ennery' (Ruta N°1; 26,3 km), la variación de los costos de obra fue, respectivamente, de -13% y +3%. Esta estrategia se ha aplicado en el proyecto bajo estudio, razón por la cual es de presumir que no se presenten sobrecostos durante la ejecución de las obras; no obstante, en forma conservadora, se realizará un análisis de sensibilidad exigente que permitiría tener en cuenta eventuales contingencias.
- 6.4 Por lo expuesto, se efectúa un análisis de sensibilidad para condiciones de eventual alto riesgo para las variables más críticas: (i) un incremento de un 20% en el costo de ejecución de obras (inversiones y tareas de mantenimiento); (ii) una reducción de 20% en el TPDA (indirectamente, los beneficios asociados al tránsito o los ahorros de los usuarios); (iii) un incremento del 10% en el costo de ejecución de obras y la reducción concurrente del 10% en el TPDA.
- 6.5 En todo caso, se estima que el incremento de costos de obra tiene una probabilidad baja de ocurrencia, en tanto la reducción del TPDA tiene una muy baja probabilidad de ocurrencia; ello, pues:
- (a) En cuanto a los costos de obra, tal como fue señalado (§6.3) el presupuesto de las obras del proyecto fue realizado habiendo considerado estudios geotécnicos de buena calidad, lo que reduce la probabilidad de sobrecostos.
  - (b) En cuanto a volumen de tránsito, nada hace prever una reducción del volumen de tránsito: (i) se trata de una vía troncal nacional que es importante para el vínculo entre capitales departamentales; (ii) no existen carreteras o vías alternativas más eficientes, ni proyectos de infraestructura vial que lleven a modificar esta situación; (iii) el volumen de tránsito ha mostrado un crecimiento en el pasado, previéndose que el mismo continúe (más aún cuando el proyecto mejora la capacidad de esta vía troncal); (iv) una reducción del volumen de tránsito de cierta magnitud, sólo podría presentarse bajo condiciones de una contracción económica en el futuro de orden similar, lo cual no se prevé.

6.6 **Resultados del análisis de sensibilidad.** Los resultados del análisis de sensibilidad realizado se presentan en los Cuadros VI-1 a VI-3 siguientes. Tales resultados indican que: (i) un aumento en los costos de obra del 20% determina un VANE (12%) de US\$ 16,3 millones y una TIRE de 13,9%; (ii) una disminución del TPDA del 20% conlleva un VANE (12%) de US\$ 8,3 millones y una TIRE de 13,2%; (iii) un aumento de costos de obra del 10% más una disminución del TPDA del 10%, conlleva un VANE (12%) de US\$ 12,2 millones y una TIRE de 13,6%. En consecuencia, se desprende de tales resultados que el proyecto soporta aceptablemente las hipótesis previstas.



**Cuadro VI-1**

**PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'**  
**Flujo de Costos (Millones U\$S) e Indicadores de Rentabilidad. Incremento 20% en Costos de Obras.**

PERIODO	FLUJO DE COSTOS ECONOMICOS SIN PROYECTO								FLUJO DE COSTOS ECONOMICOS CON PROYECTO								BTG		FLUJOS NETOS		
AÑO	Obra	Inversión	Mantenimiento	ESTADO	Operación TM	Tiempo TM	USUARIOS	TOTAL	Obra	Inversión	Mantenimiento	ESTADO	Operación TM	Tiempo TM	USUARIOS	TOTAL	Operación TG	Tiempo TG	ESTADO	USUARIOS	TOTAL
2019	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	10,788	7,513	18,302	19,963	OBRA	54,284	0,349	54,633	10,788	7,513	18,302	72,935	0,000	0,000	-52,973	0,000	-52,973
2020		-	0,349	0,349	10,067	7,588	17,655	18,004	OBRA	54,284	0,033	54,317	11,221	7,817	19,037	73,355	0,000	0,000	-53,968	-1,382	-55,351
2021	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	11,340	8,027	19,367	21,028		-	0,033	0,033	6,277	2,520	8,797	8,829	0,860	1,429	1,628	12,859	14,487
2022		-	0,349	0,349	10,962	8,221	19,182	19,531		-	0,033	0,033	6,530	2,621	9,151	9,184	0,744	1,453	0,316	12,229	12,545
2023	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	12,311	8,699	21,010	22,671		-	0,033	0,033	6,793	2,726	9,519	9,551	0,938	1,550	1,628	13,979	15,607
2024		-	0,349	0,349	11,933	8,907	20,840	21,189		-	0,033	0,033	7,066	2,835	9,901	9,934	0,819	1,576	0,316	13,333	13,649
2025	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	13,360	9,428	22,788	24,449		-	0,033	0,033	7,350	2,949	10,299	10,332	1,022	1,681	1,628	15,191	16,819
2026		-	0,349	0,349	12,988	9,652	22,640	22,989		-	0,033	0,033	7,647	3,067	10,713	10,746	0,900	1,709	0,316	14,535	14,851
2027	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	14,495	10,218	24,713	26,374		-	0,033	0,033	7,955	3,190	11,144	11,177	1,112	1,823	1,628	16,504	18,132
2028	RELASTR.	0,453	0,383	0,836	14,206	10,460	24,666	25,502		-	0,033	0,033	8,275	3,318	11,593	11,626	1,000	1,853	0,803	15,926	16,729
2029	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	15,414	10,999	26,413	28,073		-	0,033	0,033	8,610	3,451	12,061	12,093	1,159	1,958	1,628	17,469	19,097
2030	RELASTR.	0,453	0,383	0,836	15,458	11,338	26,796	27,632		-	0,033	0,033	8,959	3,589	12,548	12,581	1,097	2,011	0,803	17,355	18,158
2031	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	16,740	11,922	28,662	30,323		-	0,033	0,033	9,325	3,733	13,058	13,091	1,263	2,125	1,628	18,991	20,619
2032	RELASTR.	0,453	0,383	0,836	16,817	12,290	29,107	29,943		-	0,596	0,596	9,710	3,883	13,594	14,190	1,200	2,181	0,240	18,895	19,135
2033	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	18,177	12,923	31,100	32,761		-	0,033	0,033	10,107	4,039	14,146	14,179	1,374	2,305	1,628	20,633	22,261
2034	RELASTR.	0,453	0,383	0,836	18,291	13,324	31,616	32,452		-	0,595	0,595	10,538	4,202	14,740	15,336	1,310	2,367	0,241	20,552	20,792
2035	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	19,733	14,009	33,742	35,403		-	0,033	0,033	10,981	4,371	15,352	15,385	1,489	2,501	1,628	22,380	24,008
2036	RELASTR.	0,780	0,397	1,176	19,964	14,448	34,412	35,588		-	0,595	0,595	11,489	4,549	16,038	16,633	1,429	2,568	0,581	22,371	22,953
2037	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	21,174	15,129	36,303	37,964		-	0,033	0,033	12,091	4,738	16,829	16,862	1,539	2,696	1,628	23,708	25,336
2038	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	21,793	15,668	37,461	39,121	REHABIL.	14,346	0,104	14,449	12,971	4,973	17,944	32,393	1,481	2,775	-12,788	23,772	10,984
2039	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	22,720	16,316	39,037	40,697		-	0,033	0,033	12,733	5,111	17,843	17,876	1,693	2,907	1,628	25,794	27,422
2040	RELASTR.	1,231	0,430	1,661	23,686	16,992	40,678	42,339	V.RESIDUAL	-57,075	0,033	-57,043	13,245	5,317	18,562	-38,480	1,771	3,029	58,703	26,916	85,619

TM: Tránsito Motorizado; TG: Tránsito Generado; BTG: Beneficios Tránsito Generado.

Fuente: Elaboración propia.

VANE	12%	16,34
TIRE (%)		13,9
B/C		1,18
VANE/Inv		0,15

**Cuadro VI-2**

**PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'**  
**Flujo de Costos (Millones U\$S) e Indicadores de Rentabilidad. Disminución 20% en TPDA.**

PERIODO	FLUJO DE COSTOS ECONOMICOS SIN PROYECTO								FLUJO DE COSTOS ECONOMICOS CON PROYECTO								BTG		FLUJOS NETOS		
AÑO	Obra	Inversión	Mantenimiento	ESTADO	Operación TM	Tiempo TM	USUARIOS	TOTAL	Obra	Inversión	Mantenimiento	ESTADO	Operación TM	Tiempo TM	USUARIOS	TOTAL	Operación TG	Tiempo TG	ESTADO	USUARIOS	TOTAL
2019	RELASTR.	0,650	0,331	0,980	8,553	5,990	14,543	15,523	OBRA	45,237	0,291	45,528	8,553	5,990	14,543	60,071	0,000	0,000	-44,548	0,000	-44,548
2020	RELASTR.	0,376	0,319	0,695	8,182	6,094	14,276	14,970	OBRA	45,237	0,027	45,264	8,896	6,231	15,127	60,391	0,000	0,000	-44,570	-0,851	-45,421
2021	RELASTR.	0,650	0,319	0,969	8,735	6,355	15,091	16,059	-	-	0,027	0,027	5,021	2,016	7,037	7,065	0,623	1,126	0,941	9,802	10,744
2022	RELASTR.	0,376	0,319	0,695	8,834	6,581	15,415	16,110	-	-	0,027	0,027	5,224	2,097	7,321	7,348	0,610	1,164	0,667	9,869	10,536
2023	RELASTR.	0,650	0,331	0,980	9,497	6,886	16,383	17,363	-	-	0,027	0,027	5,434	2,181	7,615	7,642	0,682	1,221	0,953	10,671	11,624
2024	RELASTR.	0,376	0,319	0,695	9,615	7,130	16,745	17,439	-	-	0,027	0,027	5,653	2,268	7,921	7,948	0,670	1,262	0,667	10,756	11,423
2025	RELASTR.	0,650	0,331	0,980	10,323	7,461	17,784	18,764	-	-	0,027	0,027	5,880	2,359	8,239	8,267	0,747	1,324	0,953	11,615	12,568
2026	RELASTR.	0,376	0,319	0,695	10,463	7,725	18,187	18,882	-	-	0,027	0,027	6,117	2,453	8,571	8,598	0,736	1,368	0,667	11,721	12,388
2027	RELASTR.	0,650	0,331	0,980	11,218	8,084	19,302	20,282	-	-	0,027	0,027	6,364	2,552	8,915	8,943	0,817	1,435	0,953	12,639	13,592
2028	RELASTR.	0,376	0,319	0,695	11,382	8,370	19,752	20,446	-	-	0,027	0,027	6,620	2,654	9,274	9,302	0,807	1,483	0,667	12,768	13,435
2029	RELASTR.	0,650	0,331	0,980	12,188	8,760	20,947	21,928	-	-	0,027	0,027	6,888	2,760	9,648	9,675	0,893	1,557	0,953	13,748	14,701
2030	RELASTR.	0,376	0,319	0,695	12,379	9,070	21,448	22,143	-	-	0,027	0,027	7,167	2,871	10,038	10,066	0,884	1,608	0,667	13,903	14,570
2031	RELASTR.	0,650	0,331	0,980	13,238	9,493	22,730	23,710	-	-	0,027	0,027	7,459	2,987	10,446	10,473	0,974	1,688	0,953	14,946	15,899
2032	RELASTR.	0,754	0,347	1,101	13,523	9,829	23,352	24,453	-	-	0,166	0,166	7,767	3,107	10,874	11,039	0,977	1,744	0,935	15,200	16,135
2033	RELASTR.	0,650	0,331	0,980	14,068	10,217	24,285	25,265	-	-	0,359	0,359	8,093	3,231	11,324	11,683	1,008	1,813	0,621	15,782	16,403
2034	RELASTR.	0,754	0,347	1,101	14,704	10,653	25,357	26,457	-	-	0,165	0,165	8,432	3,361	11,794	11,959	1,064	1,892	0,935	16,520	17,455
2035	RELASTR.	0,650	0,331	0,980	15,297	11,073	26,370	27,350	-	-	0,359	0,359	8,804	3,497	12,300	12,659	1,095	1,966	0,621	17,131	17,752
2036	RELASTR.	0,754	0,347	1,101	15,984	11,547	27,531	28,631	-	-	0,165	0,165	9,196	3,638	12,834	12,999	1,151	2,052	0,935	17,900	18,835
2037	RELASTR.	0,650	0,331	0,980	16,629	12,003	28,632	29,612	-	-	0,359	0,359	9,663	3,789	13,452	13,811	1,173	2,131	0,621	18,484	19,105
2038	RELASTR.	0,754	0,347	1,101	17,371	12,517	29,888	30,989	REHABIL.	4,408	0,182	4,590	10,225	3,954	14,179	18,769	1,207	2,222	-3,489	19,137	15,648
2039	RELASTR.	0,650	0,331	0,980	18,072	13,012	31,084	32,064	REHABIL.	7,547	0,064	7,611	10,589	4,132	14,721	22,332	1,255	2,304	-6,631	19,922	13,291
2040	RELASTR.	0,869	0,347	1,216	18,901	13,570	32,471	33,687	V.RESIDUAL	-48,318	0,027	-48,290	10,592	4,249	14,841	-33,449	1,415	2,418	49,507	21,463	70,969

TM: Tránsito Motorizado; TG: Tránsito Generado; BTG: Beneficios Tránsito Generado.

Fuente: Elaboración propia.

VANE	12%	8,27
TIRE (%)		13,2
B/C		1,11
VANE/Inv		0,09

**Cuadro VI-3**

**PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'**  
**Flujo de Costos (Millones U\$S) e Indicadores de Rentabilidad. Incremento 10% en Costos de Obras y Disminución 10% en TPDA.**

PERIODO	FLUJO DE COSTOS ECONOMICOS SIN PROYECTO								FLUJO DE COSTOS ECONOMICOS CON PROYECTO								BTG		FLUJOS NETOS		
	AÑO	Obra	Inversión	Mantenimiento	ESTADO	Operación TM	Tiempo TM	USUARIOS	TOTAL	Obra	Inversión	Mantenimiento	ESTADO	Operación TM	Tiempo TM	USUARIOS	TOTAL	Operación TG	Tiempo TG	ESTADO	USUARIOS
2019	RELASTR.	1,128	0,394	1,522	9,692	6,751	16,442	17,965	OBRA	49,761	0,320	50,081	9,692	6,751	16,442	66,523	0,000	0,000	-48,558	0,000	-48,558
2020		-	0,320	0,320	8,976	6,816	15,792	16,111	OBRA	49,761	0,030	49,791	10,080	7,023	17,103	66,894	0,000	0,000	-49,471	-1,311	-50,782
2021	RELASTR.	1,128	0,394	1,522	10,152	7,205	17,357	18,879		-	0,030	0,030	5,649	2,268	7,917	7,947	0,764	1,281	1,492	11,485	12,977
2022		-	0,320	0,320	9,777	7,383	17,159	17,479		-	0,030	0,030	5,877	2,359	8,236	8,266	0,653	1,304	0,290	10,880	11,170
2023	RELASTR.	1,128	0,394	1,522	11,024	7,809	18,833	20,355		-	0,030	0,030	6,113	2,453	8,567	8,597	0,834	1,389	1,492	12,489	13,982
2024		-	0,320	0,320	10,646	7,998	18,644	18,964		-	0,030	0,030	6,359	2,552	8,911	8,941	0,719	1,413	0,290	11,866	12,155
2025	RELASTR.	1,128	0,394	1,522	11,969	8,462	20,431	21,954		-	0,030	0,030	6,615	2,654	9,269	9,299	0,909	1,507	1,492	13,579	15,071
2026		-	0,320	0,320	11,591	8,665	20,256	20,576		-	0,030	0,030	6,882	2,760	9,642	9,672	0,791	1,532	0,290	12,938	13,227
2027	RELASTR.	1,128	0,394	1,522	12,991	9,171	22,162	23,684		-	0,030	0,030	7,159	2,871	10,030	10,060	0,991	1,635	1,492	14,758	16,250
2028		-	0,320	0,320	12,616	9,389	22,006	22,325		-	0,030	0,030	7,448	2,986	10,434	10,464	0,870	1,662	0,290	14,103	14,393
2029	RELASTR.	1,128	0,394	1,522	14,096	9,939	24,035	25,557		-	0,030	0,030	7,749	3,106	10,854	10,884	1,079	1,773	1,492	16,032	17,525
2030	RELASTR.	0,416	0,351	0,766	13,799	10,175	23,974	24,740		-	0,030	0,030	8,063	3,230	11,293	11,323	0,966	1,802	0,736	15,449	16,185
2031	RELASTR.	1,128	0,394	1,522	14,982	10,699	25,681	27,204		-	0,030	0,030	8,392	3,360	11,752	11,782	1,122	1,904	1,492	16,955	18,448
2032	RELASTR.	0,416	0,351	0,766	15,017	11,028	26,045	26,812		-	0,546	0,546	8,739	3,495	12,234	12,780	1,058	1,955	0,221	16,825	17,045
2033	RELASTR.	1,128	0,394	1,522	16,273	11,597	27,870	29,392		-	0,030	0,030	9,096	3,635	12,731	12,761	1,222	2,066	1,492	18,426	19,919
2034	RELASTR.	0,416	0,351	0,766	16,338	11,954	28,293	29,059		-	0,546	0,546	9,483	3,781	13,265	13,811	1,156	2,121	0,220	18,305	18,525
2035	RELASTR.	1,128	0,394	1,522	17,671	12,570	30,241	31,764		-	0,030	0,030	9,881	3,933	13,815	13,845	1,325	2,241	1,492	19,993	21,485
2036	RELASTR.	0,416	0,351	0,766	17,772	12,960	30,732	31,498		-	0,546	0,546	10,335	4,093	14,428	14,974	1,253	2,301	0,220	19,857	20,078
2037	RELASTR.	1,128	0,394	1,522	19,185	13,627	32,811	34,334		-	0,030	0,030	10,859	4,262	15,121	15,152	1,413	2,430	1,492	21,532	23,025
2038	RELASTR.	0,543	0,351	0,894	19,354	14,052	33,406	34,300	REHABIL.	13,150	0,087	13,237	11,592	4,461	16,052	29,289	1,302	2,489	-12,343	21,144	8,801
2039	RELASTR.	1,128	0,394	1,522	20,724	14,750	35,474	36,997		-	0,030	0,030	11,454	4,597	16,050	16,081	1,580	2,634	1,492	23,638	25,130
2040	RELASTR.	1,128	0,394	1,522	21,178	15,238	36,415	37,938	V.RESIDUAL	-52,319	0,030	-52,289	11,914	4,781	16,695	-35,594	1,570	2,713	53,811	24,002	77,814

TM: Tránsito Motorizado; TG: Tránsito Generado; BTG: Beneficios Tránsito Generado.

Fuente: Elaboración propia.

VANE	12%	12,20
TIRE (%)		13,6
B/C		1,15
VANE/Inv		0,12

## 7. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA Y CONCLUSIONES.

### A. RESUMEN.

- 7.1 El comportamiento de los indicadores en la situación base es buena, mientras que en las hipótesis del análisis de sensibilidad los indicadores se comportan aceptablemente bien en todas las hipótesis; en todo caso, se debe tener presente que se ha realizado la evaluación del proyecto comparando el mismo con una alternativa viable (¶2.14 a ¶2.18), por lo que el análisis se considera confiable. En el siguiente Cuadro VII-1, se resumen los cálculos de la TIRE, el VANE (tasa de 12%), la relación Beneficio/Costo y el ratio VANE/Inversión, para los casos estudiados.

**Cuadro VII-1**  
**RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'**  
**Resumen del Análisis de Viabilidad Económica**  
**(VANE en Millones US\$, TIRE en %)**

Indicador	Base	+20% Costo de Obras	-20% TPDA	+10% Costo de Obras -10% TPDA
VANE (12%)	31,38	16,34	8,27	12,20
TIRE	16,3%	13,9%	13,2%	13,6%
BENEFICIO / COSTO	1,42	1,18	1,11	1,15
VANE / INVERSION	0,35	0,15	0,09	0,12

Fuente: Elaboración propia.

- 7.2 Teniendo presente lo expuesto en un apartado precedente (¶6.5), la probabilidad de ocurrencia del incremento de costos de obra y el decremento del volumen de tránsito, se estima baja y muy baja respectivamente; por ello, el análisis de sensibilidad que se ha realizado puede entenderse conservador.

### B. CONCLUSIONES.

- 7.3 A partir de los resultados de los análisis de viabilidad económica, se concluye que el proyecto es económicamente rentable.
- 7.4 El proyecto se conserva rentable en las condiciones del análisis de sensibilidad, para un incremento del costo de las obras de 20%, un decremento del TPDA de 20% y para la superposición de un incremento de costos de obras de 10% y una disminución del volumen de tránsito de 10%.

Apéndice I

PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'  
Parámetros HDM-4 y Costos Económicos de Usuarios

Item	Concepto	Unidad	Moto	Auto	Camioneta (1)	Tap-Tap (2)	Autobús (3)	Camión C2	Camión C3	Camión C5
<b>PARAMETROS BASICOS</b>										
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	Espacios equivalentes al auto (PCSE)	Nº	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,4	1,6	1,8
	Nº de ruedas	Nº/veh	2	4	4	4	6	6	10	18
	Nº de ejes	Nº/veh	2	2	2	2	2	2	3	5
NEUMÁTICOS	Tipo de neumático	Diagonal/Radial	Diagonal	Radial	Radial	Radial	Diagonal	Diagonal	Diagonal	Diagonal
	Nº de renovaciones	Nº	1,3	1,3	1,3	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3
	Costo de renovación	%	15	15	15	15	15	15	15	15
USO PROMEDIO	Kilometraje anual	km/año	10.000	15.000	23.000	50.000	70.000	28.000	18.000	25.000
	Horas trabajadas por año para tripulantes (4)	horas/año	400	300	550	1.500	1.750	560	360	500
	Vida útil promedio	años	10	13	10	10	7	10	10	10
	Uso privado	%	100	100	100	--	--	--	--	--
	Nº de tripulantes (4)	Nº/veh	1,0	--	--	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Nº de pasajeros (5)	Nº/veh	2,0	3,0	4,0	14,0	30,0	--	--	--
	Viajes de pasajeros relacionados con trabajo	%	75	75	75	90	90	--	--	--
PESO PROMEDIO	Ejes equivalentes a 8,16 ton ESALF (6)	Nº/veh	--	--	0,01	0,01	0,80	1,01	1,94	4,00
	Peso bruto de operación (6)	ton	0,20	1,20	1,50	1,50	6,00	11,66	23,61	30,17
<b>COSTOS ECONOMICOS DE OPERACION</b>										
VEHÍCULOS	Costo Vehículo nuevo	US\$/veh	1.500	11.546	23.092	23.092	40.000	35.188	70.375	87.969
	Costo Neumático nuevo	US\$/neumático	15	37	75	75	269	269	269	269
	Costo de combustible gasolina	US\$/litro	0,89	0,89	--	--	--	--	--	--
	Costo de combustible diesel	US\$/litro	--	--	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
	Costo de aceite lubricante	US\$/litro	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
	Costo de mano de obra de mantenimiento	US\$/hora	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86	3,86
	Costo de salario de la tripulación (6)	US\$/hora.tripulante	1,60	--	--	1,60	3,19	3,19	3,19	3,19
	Costos generales (6)	US\$/año	50	100	100	100	500	500	500	500
TIEMPO	Costo de capital (interés anual)	%	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	Costo de tiempo del pasajero trabajando	US\$/hora	1,12	1,73	1,73	1,12	1,12	--	--	--
	Costo de tiempo del pasajero no trabajando	US\$/hora	0,56	0,86	0,86	0,56	0,56	--	--	--
	Costo de tiempo de la carga (6)	US\$/hora	--	--	--	--	--	0,05	0,07	0,09

(1): Camioneta 4x4 y Pick-up.

(2): Pick-up adaptada para pasajeros; parámetros estimados por el consultor.

(3): Incluye Autobús, Minibús y Camión-Bus.

(4): Tripulante refiere a una persona que trabaja en un vehículo de transporte (conductor/es y ayudante/s).

(5): Pasajero refiere a una persona que viaja en un vehículo particular o en un vehículo de transporte sin formar parte de su tripulación.

(6): Estimaciones del consultor.

Fuente: Elaboración propia con información del MTPTC más estimaciones propias.

## Apéndice II

### PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix' Parámetros HDM-4 y Costos Económicos de Intervenciones Viales

#### OBRAS DE MANTENIMIENTO E INTERVENCIONES EN PAVIMENTOS DE ASFALTO

Obra	Unidad	US\$/Unidad	Momento de ejecución	Condiciones
Mantenimiento rutinario en carretera de 2 carriles (manual)	km	400	Anual	
Bacheo	m2	29	Más de 10 baches por km	Reparación del 100% de los baches en 2 semanas
Sellado de fisuras	m2	9	Más de 10% del área con fisuras anchas	Reparación del 100% de las fisuras anchas y termales
Sobrecapa Concreto Asfáltico 5,0 cm	m2	25	IRI > 5 mm/m	Coefficiente de capa de recapado asfáltico: 0,40. Efectos calculados por HDM

Fuente: Elaboración propia con estimaciones del consultor.

#### OBRAS DE MANTENIMIENTO E INTERVENCIONES EN SUPERFICIES DE GRAVA

Obra	Unidad	US\$/Unidad	Momento de ejecución	Condiciones
Mantenimiento rutinario en carretera de 2 carriles (manual)	km	400	Anual	
Reacondicionamiento de la rasante (Grading)	km	1.900	Cada 6 meses	IRI asignado por HDM-4
Bacheo	m3	20	Previo al relastrado	
Relastrado (Resurfacing)	m3	30	Espesor Base nulo	Reposición base de 10 cm.

Fuente: Elaboración propia con estimaciones del consultor.

Apéndice III

PROYECTO: RUTA N°5 Tramo 'Carrefour Joffre - Port de Paix'  
Flujo de Beneficios de Usuarios (Millones de US\$) por Tipo de Vehículo

AÑO	BENEFICIOS DE LOS USUARIOS (Millones de US\$)																				TOTAL	
	Operación										Tiempo											
	Motos	Autos	Camionetas	Tap Tap	Autobuses	Camiones C2	Camiones C3	Camiones C5	Tránsito Generado	SubTotal	Motos	Autos	Camionetas	Tap Tap	Autobuses	Camiones C2	Camiones C3	Camiones C5	Tránsito Generado	SubTotal		
2019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2020	-0,429	-0,001	-0,156	-0,132	-0,064	-0,254	-0,106	-0,012	0,000	-1,154	-0,111	0,000	-0,025	-0,047	-0,045	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,228	-1,382	
2021	1,944	0,007	0,765	0,236	0,300	1,228	0,537	0,046	0,860	5,923	3,193	0,007	0,684	0,870	0,750	0,003	0,001	0,000	1,429	6,936	12,859	
2022	1,700	0,006	0,685	0,154	0,267	1,099	0,482	0,040	0,744	5,176	3,259	0,007	0,697	0,879	0,754	0,003	0,001	0,000	1,453	7,053	12,229	
2023	2,116	0,008	0,833	0,260	0,327	1,338	0,585	0,051	0,938	6,455	3,462	0,007	0,741	0,944	0,814	0,004	0,001	0,000	1,550	7,523	13,978	
2024	1,866	0,007	0,752	0,175	0,293	1,203	0,528	0,043	0,819	5,686	3,533	0,007	0,755	0,953	0,818	0,004	0,001	0,000	1,576	7,647	13,333	
2025	2,303	0,008	0,907	0,286	0,356	1,457	0,637	0,055	1,022	7,031	3,753	0,008	0,804	1,025	0,884	0,004	0,001	0,000	1,681	8,160	15,191	
2026	2,048	0,008	0,825	0,198	0,321	1,318	0,578	0,047	0,900	6,242	3,829	0,008	0,819	1,035	0,888	0,004	0,001	0,000	1,709	8,294	14,536	
2027	2,503	0,009	0,988	0,315	0,388	1,586	0,693	0,060	1,112	7,653	4,070	0,008	0,872	1,113	0,959	0,004	0,001	0,000	1,823	8,851	16,504	
2028	2,280	0,008	0,910	0,228	0,353	1,457	0,641	0,053	1,000	6,930	4,152	0,009	0,888	1,124	0,964	0,004	0,001	0,000	1,853	8,996	15,926	
2029	2,612	0,010	1,039	0,316	0,410	1,639	0,714	0,063	1,159	7,962	4,371	0,009	0,938	1,195	1,030	0,005	0,001	0,000	1,958	9,506	17,469	
2030	2,497	0,009	0,996	0,256	0,387	1,595	0,701	0,058	1,097	7,595	4,502	0,009	0,964	1,220	1,047	0,005	0,001	0,000	2,011	9,759	17,354	
2031	2,845	0,011	1,132	0,347	0,446	1,787	0,779	0,068	1,263	8,678	4,740	0,010	1,017	1,297	1,117	0,005	0,001	0,000	2,125	10,313	18,992	
2032	2,730	0,010	1,088	0,284	0,422	1,742	0,767	0,063	1,200	8,307	4,883	0,010	1,045	1,325	1,137	0,005	0,002	0,000	2,181	10,589	18,895	
2033	3,094	0,012	1,230	0,379	0,485	1,946	0,849	0,075	1,374	9,444	5,141	0,011	1,104	1,409	1,213	0,005	0,002	0,000	2,305	11,189	20,633	
2034	2,980	0,011	1,186	0,312	0,460	1,900	0,836	0,069	1,310	9,063	5,297	0,011	1,134	1,439	1,235	0,006	0,002	0,000	2,367	11,490	20,551	
2035	3,358	0,013	1,333	0,406	0,525	2,113	0,922	0,081	1,489	10,240	5,576	0,011	1,197	1,530	1,316	0,006	0,002	0,000	2,501	12,139	22,379	
2036	3,266	0,012	1,293	0,335	0,502	2,075	0,915	0,076	1,429	9,904	5,745	0,012	1,230	1,563	1,340	0,006	0,002	0,000	2,568	12,467	22,371	
2037	3,527	0,013	1,378	0,367	0,543	2,205	0,967	0,083	1,539	10,622	6,022	0,012	1,290	1,645	1,414	0,006	0,002	0,000	2,696	13,086	23,708	
2038	3,474	0,013	1,348	0,267	0,522	2,161	0,956	0,081	1,481	10,303	6,216	0,013	1,330	1,682	1,447	0,007	0,002	0,000	2,775	13,470	23,772	
2039	3,839	0,014	1,515	0,446	0,593	2,427	1,064	0,090	1,693	11,681	6,497	0,013	1,392	1,774	1,521	0,007	0,002	0,000	2,907	14,113	25,794	
2040	4,012	0,015	1,582	0,471	0,620	2,536	1,112	0,094	1,771	12,211	6,767	0,014	1,450	1,849	1,585	0,007	0,002	0,000	3,029	14,704	26,915	
<b>VANE (12%)</b>	<b>15,454</b>	<b>0,057</b>	<b>6,148</b>	<b>1,635</b>	<b>2,403</b>	<b>9,830</b>	<b>4,310</b>	<b>0,363</b>	<b>6,980</b>	<b>47,179</b>	<b>27,352</b>	<b>0,056</b>	<b>5,857</b>	<b>7,425</b>	<b>6,380</b>	<b>0,029</b>	<b>0,008</b>	<b>0,001</b>	<b>12,276</b>	<b>59,384</b>	<b>106,563</b>	

Fuente: Elaboración propia.