



Grupo de Análisis para el Desarrollo

***Análisis económico del impacto de la interconexión vial
Boca Manu – Boca Colorado***

Informe final

**Resultados del análisis costo beneficio con externalidades y análisis de la
alternativa de conexión fluvial**

Equipo:

Manuel Glave

Alvaro Hopkins

Marcela Cavassa

Karla Vergara

Lima, 22 de agosto de 2021

Contenido

1. Resumen ejecutivo	1
2. Objetivo del estudio	2
3. Descripción del área de estudio	4
4. Modelo RED	11
4.1. Teoría del cambio	12
4.2. Estimación de parámetros	17
4.2.1. Parámetros generales del modelo	17
4.2.2. Externalidades	20
5. Resultados del modelo RED	22
5.1. Resultados sin externalidades	22
5.2. Incorporación de externalidades	23
5.2.1. Deforestación y reducción de captación y fijación de carbono	23
5.2.2. Ingresos agrícolas	30
5.2.3. Resultados del modelo RED con externalidades	33
6. Alternativas de conectividad en la Amazonía	33
6.1. Retos del transporte fluvial	33
6.2. Balance de desafíos y deficiencias del transporte fluvial	40
6.3. Política pública y transporte fluvial	41
7. Conclusiones y recomendaciones	44
8. Bibliografía	46
9. Anexo – Diseño de estudio de alternativa fluvial	50

1. Resumen ejecutivo

El presente estudio tiene como objetivo realizar un análisis costo beneficio del proyecto vial Boca Manu – Boca Colorado en Madre de Dios, tanto con como sin externalidades. Para ello, se utilizó el Road Economic Decision Model (modelo RED) del Banco Mundial, modelo utilizado comúnmente en proyectos de bajo tráfico.

Entre los supuestos del modelo, se asume que el proyecto consiste en una vía afirmada de 96km entre Boca Manu y Boca Colorado, paralelo al río Alto Madre de Dios. Se asumió un horizonte temporal de 10 años, supuesto común para este tipo de inversiones. Cabe señalar que periodos más extensos son penalizados más severamente por la tasa de descuento social por lo que ampliar el horizonte no tendría efectos significativos en los resultados del estudio. Se ha estimado un costo por kilómetro entre S/394 mil (tomando como referencia el proyecto de inversión 2356400 cercano al área de estudio) y S/490 mil (línea de corte del MTC para la selva). Así, el costo de inversión oscilaría entre S/37.8 y S/47 millones. El costo de mantenimiento se asumió de 10% del costo de inversión. De la misma manera, se estimó dos tipos de tráfico, uno de 190 vehículos día (IMD) en función al análisis de varios proyectos de inversión de área de estudio y de 50 vehículos día tomando como referencia al proyecto 2356400, mencionado previamente. La estructura vehicular se modeló según la información de tráfico promedio de Madre de Dios al año 2016.

Como resultado del modelo sin externalidades se estimó que en el mejor de los escenarios (alto tráfico IMD=190 y bajo costo=S/394 mil/km) el Valor Actual Neto al año 2020 sería de -S/13.06 millones y en el escenario pesimista (bajo tráfico IMD=50 y alto costo de S/490 mil/km) de -S/28.54 millones. Asimismo, se realizó un análisis de sensibilidad de los parámetros clave del modelo: tráfico y costo por kilómetro. Los resultados muestran que en el mejor de los escenarios el tráfico debería aumentar 105% o que el costo se reduzca en 51%. Es decir, el tráfico requerido equivale a una quinta parte del tráfico entre Puente Inambari y Mazuko o Mazuko y Santa Rosa, y la mitad del tráfico entre Puerto Maldonado y Alegría.

El estudio propone una identificación de potenciales externalidades, tanto positivas y negativas, así como posibles métodos de valorización según la literatura. En este estudio se calculó el valor de dos de las externalidades identificadas: ingreso agrícola por mayor acceso al mercado (externalidad positiva) y costo de la deforestación por pérdida de captura de carbono (externalidad negativa). Ambas externalidades se consideraron debido a su relevancia en términos de magnitud así como la disponibilidad de información secundaria y de calidad para su cuantificación.

Los resultados del modelo con externalidades se aplicaron solo sobre el mejor escenario del modelo sin externalidades, es decir, asumiendo un alto tráfico y bajo costo. Se halló dos posibles valores para la deforestación, uno bajo con un valor actual de S/1.053 millones y uno alto de S/5.528 millones. El escenario de baja deforestación se construyó en base a la dinámica del tramo Shintuya-Diamante, mientras que el de alta deforestación considerando toda la red vial de Madre de Dios. Por otro lado, los ingresos agrícolas se estimaron bajo el supuesto de que el 100% de la producción agrícola se lograría vender al mercado al final del horizonte del proyecto. Para ello se estimó la cartera de cultivo promedio del área de estudio según datos del IV Censo Agropecuario del 2012 y se valorizó la producción a precios de mercado. Asimismo, se calculó el porcentaje de la cartera cuyo destino es la venta y la brecha de acceso a mercado (complemento). De esta manera, el valor actual al 2020 del ingreso agrícola es de S/6.2 millones.

Como resultado, el modelo con externalidades se encuentra en un rango de -S/7.91 millones (baja deforestación) o -S/12.39 millones (alta deforestación). Es decir, las externalidades positivas y los beneficios directos del proyecto no compensan las externalidades negativas ni el monto de inversión del proyecto.

El incremento de la accesibilidad a través del tramo Boca Manu – Boca Colorado podría transformar la dinámica económica y social, sobre todo la migración y aparición de nuevos asentamientos humanos y de la frontera agrícola en detrimento del bosque, como ha sucedido con el tramo Atalaya – Diamante. También podría fomentar prácticas ilegales como la caza furtiva, la tala ilegal, producción ilícita de coca y minería ilegal. Con respecto a esta última, la parte del tramo en Boca Colorado se conectaría a un área de intensa actividad minera aluvial causante de la mayor deforestación a lo largo de la red fluvial y vial nacional en esta área.

No obstante, la conectividad implica ganancias en bienestar importantes si se mitigan o evitan sus impactos, así como si se integran dentro de una visión de desarrollo territorial, tomando en consideración las distintas visiones de desarrollo de los agentes involucrados. De esta manera, se realizó un análisis de la literatura sobre conectividad fluvial, sus retos y alternativas de solución. Se recomienda evaluar la alternativa de interconexión fluvial considerando el fortalecimiento de la capacidad institucional pública a fin de crear y/o mejorar el servicio de desarrollo de información para una navegación segura. Asimismo, se requiere considerar en la formulación y evaluación de esta alternativa, el desarrollo de capacidades de pilotos y tripulantes, la creación de un servicio de limpieza y mantenimiento de las vías fluviales, y el mejoramiento o creación de la infraestructura portuaria y logística necesaria. A nivel estratégico, es necesario el diseño, formulación e implementación de una Política Nacional de Navegación Fluvial.

2. Objetivo del estudio

El objetivo del estudio es realizar un análisis costo beneficio del proyecto vial Boca Manu - Boca Colorado en Madre de Dios, con y sin externalidades. Las actividades específicas del estudio son las siguientes:

1. Recopilar información secundaria socio económica en el ámbito de influencia del tramo Boca Manu – Boca Colorado.
2. Recopilar información existente (trazo, estudios previos) sobre la interconexión vial Boca Manu - Boca Colorado.
3. Recopilar información secundaria respecto al análisis de la viabilidad económica de proyectos similares (en especial en la Región Madre de Dios y sus interconexiones con las Regiones de Cusco y Puno).
4. Identificación de externalidades y diseño metodológico para su valorización como parte del modelo de análisis económico.
5. Incorporar parámetros sectoriales de índole nacional.
6. Incorporar el análisis de sensibilidad de los parámetros en el modelo económico.
7. Socializar y validar los productos a nivel regional y nacional, según se requiera.
8. Presentación de los resultados preliminares y resultado final en dos talleres de trabajo, donde se considera la participación de los miembros del Observatorio de Infraestructura Sostenible Andino Amazónica, entre otros.
9. Elaboración de un Informe con los resultados del análisis costo beneficio sin externalidades.
10. Preparación de un *policy brief* (informe de política) sobre la interconexión vial Boca Manu – Boca Colorado – versión sin externalidades.

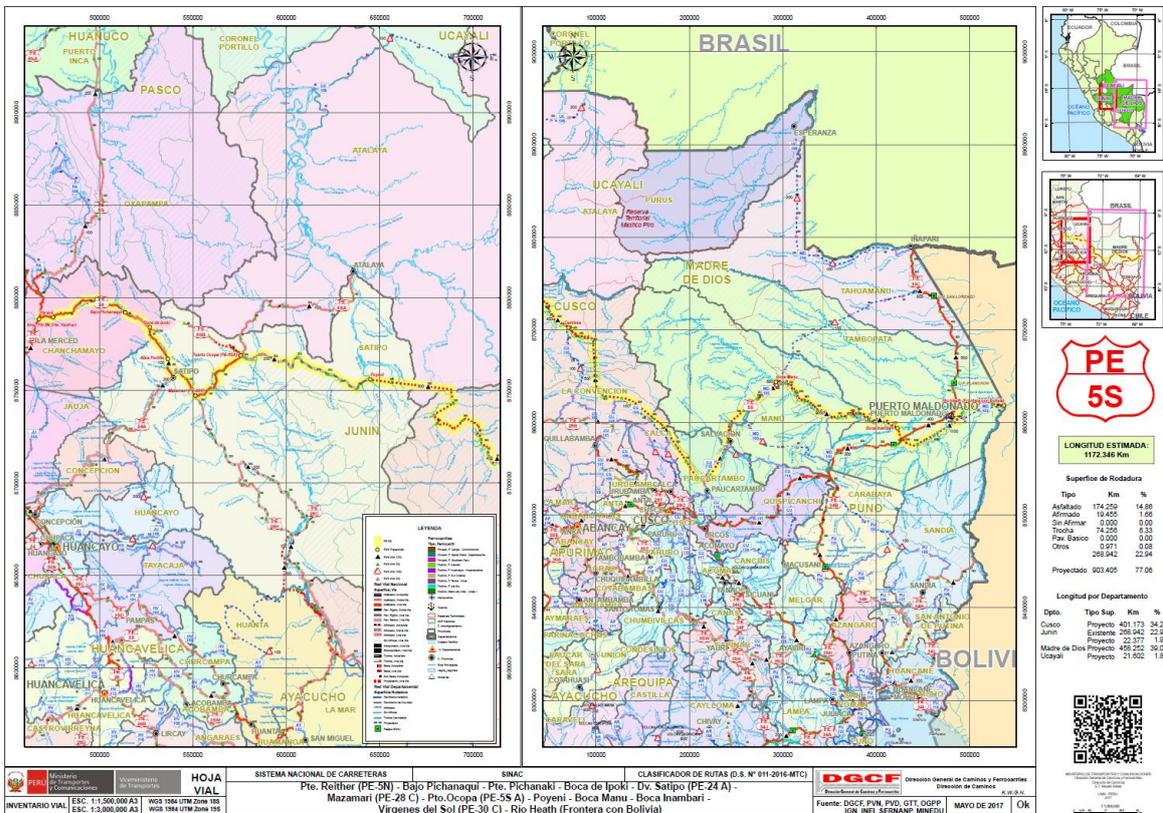
11. Elaboración de la estrategia de medición de externalidades: trabajo de campo, entrevistas con expertos y actores locales, y recolección de información secundaria como imágenes satelitales.
12. Implementación de la estrategia de medición de externalidades.
13. Incorporación de externalidades al análisis costo beneficio.
14. Elaboración de un Informe con los resultados del análisis costo beneficio con externalidades.
15. Preparación de un *policy brief* (informe de política) sobre la interconexión vial Boca Manu – Boca Colorado – versión con externalidades.

El estudio considera la entrega de seis productos. El presente informe corresponde al producto 5 “Implementación de la estrategia de medición de externalidades”, y 6 “Informe con los resultados del análisis costo beneficio con externalidades”. Para ello se ha trabajado la información de los censos de población y vivienda 2007 y 2017 a nivel de centro poblado, se ha recopilado información de los caminos nacionales y departamentales alrededor del área de estudio, así como de proyectos de transporte que puedan servir de referentes. De la misma manera, se ha recopilado los parámetros clave para la calibración del modelo de análisis costo beneficio. El informe incluye la identificación de externalidades, el diseño metodológico para su valoración e incorporación al ACB y la aplicación del modelo. Los resultados del modelo RED evidencian que las alternativas consideradas requieren altos costos de inversión que superan los beneficios en términos de reducción de costos de transporte y beneficios agrícolas. Ello se explica por el bajo nivel de tráfico proyectado en el trazo de la carretera. La adición de externalidades negativas y positivas no cambian la conclusión del modelo en tanto los ingresos agrícolas (externalidad positiva) no compensan los costos del proyecto ni de la deforestación (externalidad negativa). Esto representa un reto y una oportunidad para el diseño de políticas públicas dirigidas al desarrollo territorial. Por ello, se incluye un análisis de alternativas de conexión mediante transporte fluvial y recomendaciones para su implementación.

3. Descripción del área de estudio

El proyecto vial propone conectar dos centros poblados (CCPP), Boca Manu y Boca Colorado, ambos en el departamento de Madre de Dios, a una distancia lineal de 70 km. De acuerdo con la información de la red vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones al año 2019, existe una vía proyectada nacional de la ruta PE-5S denominada "Marginal de la Selva Sur", registrada también en MTC (2017) y presentada en el Mapa 1. Esta ruta, con una longitud estimada de 1172 km, busca conectar Bajo Pichanaqui (Pichanaqui, Chanchamayo, Junín) hasta el Río Heath (Madre de Dios) en la frontera con Bolivia. Este trazo conectaría varios CCPP, entre ellos Boca de Ipoki, Mazamari, Poyeni, Boca Manu, Boca Inambari y Vírgenes del Sol.

Mapa 1 Vía Nacional proyectada nacional de la ruta PE-5S denominada "Marginal de la Selva Sur"

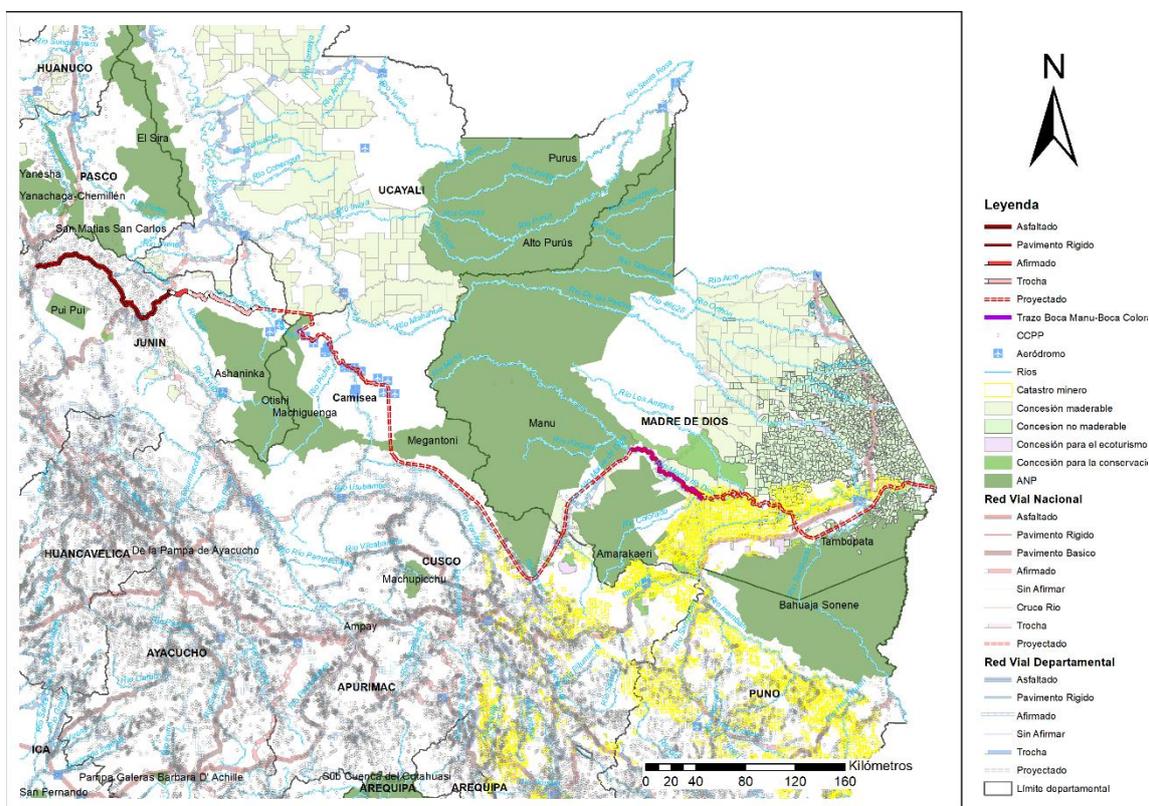


Fuente: MTC (2019a).

La carretera PE-5S empalma a la altura del Puente Righter con la carretera PE-5N denominada Corredor Vial Interoceánico Norte "Fernando Belaúnde Terry" o "Longitudinal de la Selva Norte", la cual conecta con la frontera con Ecuador. Según los datos del MTC, existe un tramo asfaltado hasta Puerto Chata (Río Tambo-Satipo-Junín). A partir de este punto inicia un camino afirmado hasta Santaro en el mismo distrito para luego pasar a una trocha carrozable hasta Poyeni. Desde Poyeni hasta el sur del Parque Nacional del Manu, en el río Yavero, a la altura de Challabamba, existe una vía proyectada que conecta con una vía departamental afirmada de código CU-113, pasando por Pillcopata hasta conectar con Salvación y, luego, por medio de una trocha correspondiente a la vía MD-103, con Nuevo Edén. El trazo proyectado de la PE-5S es paralela a la CU-113 y a la MD-103 hasta el trazo entre Boca Manu y Boca Colorado. De esta manera, existe un gran tramo sin construir: Poyeni (Junín) – Challabamba (Cusco). Actualmente se está ejecutando el proyecto de inversión 2356400 que uniría

Nuevo Edén con Boca Manu, quedando pendiente el tramo Boca Manu – Boca Colorado.

Mapa 2 Ruta PE-5S "Marginal de la Selva Sur" y trazo Boca Manu-Boca Colorado



Fuente: MTC (2019c), CPV 2017, ANA (2018), SERFOR (2017), INGEMMET (2019), SERNANP (2020), RAISG (2020).

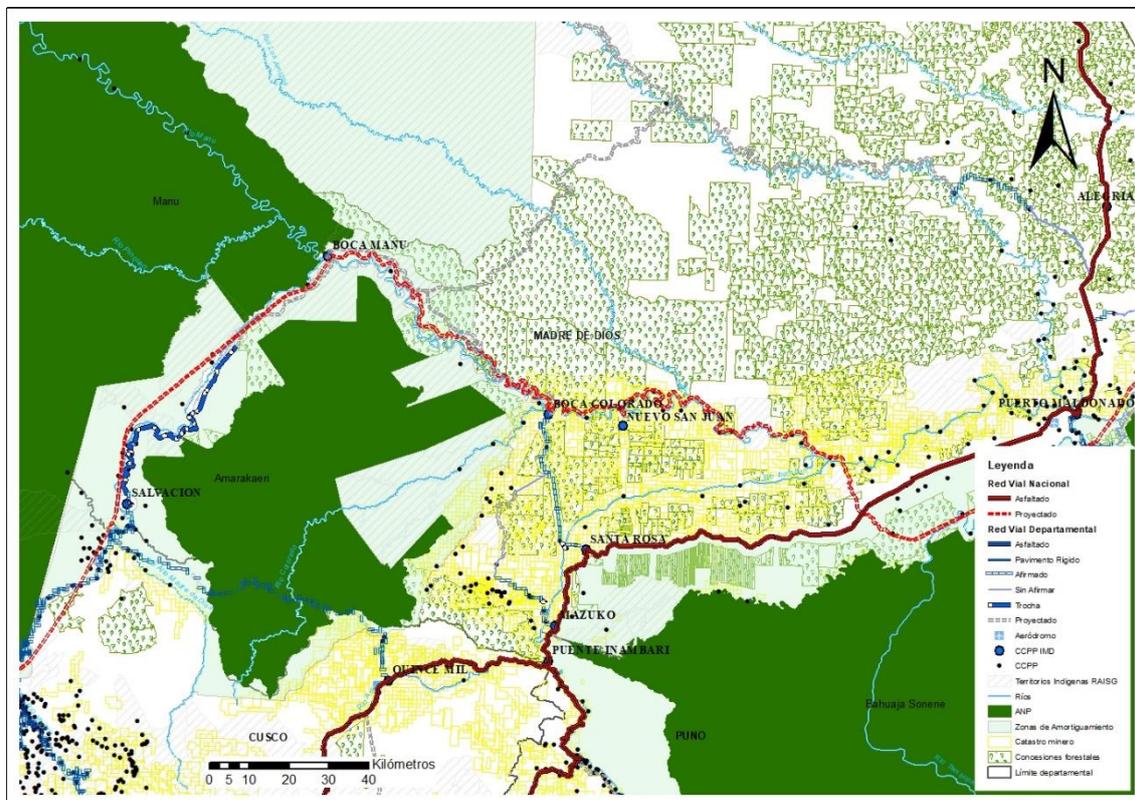
En Madre de Dios se identificó dos trazos proyectados, uno de la ruta MD-103, previamente citado, y otro de la MD-101. Según la información al 2021, se está construyendo una vía afirmada correspondiente al trazo de la MD-103 entre el CCPP Salvación y el CCPP Boca Manu. Este trazo proyectado de la MD-103 continúa su recorrido pasando por Boca Manu y luego hasta Puerto Nuevo a la altura del río de las Piedras con dirección a Iberia. Este proyecto de vía departamental atravesaría Concesión para la Conservación Río Los Amigos (CICRA), afectando el corredor existente entre diversas áreas protegidas y la zona de amortiguamiento de la Reserva Territorial de Madre de Dios, donde se encuentran pueblos indígenas en situación de aislamiento. Del mismo modo, la MD-101 conecta la ruta MD-103 con Boca Colorado y luego sigue con dirección hacia el Puerto San Carlos, en el límite entre los distritos de Huetupe y Inambari, para finalmente culminar en Santa Rosa, en la ruta PE-30C, Carretera San Juan de Marcona-Iñapari que forma parte de la interoceánica sur (IOS).

Cabe señalar que se ha identificado el proyecto de inversión 2391609 "Creación del Puente Carlos y accesos, distrito de Inambari, provincia de Tambopata, Región de Madre de Dios". Este proyecto consiste en un puente atirantado de 1250 m de longitud y, según información del Banco de Inversiones a marzo del 2021, se encuentra viable desde el año 2019, con un monto de inversión de S/358,500,916, y un monto ejecutado acumulado por S/3.6 millones. Según la ficha de este proyecto de inversión, beneficiaría a 49,555 personas de los distritos de Inambari, Huetupe y Madre de Dios.

El proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado se enmarca en las rutas departamentales MD-103, MD-101 y la ruta nacional PE-5S. El trazo se encuentra en la Intercuenca del

río Alto Madre de Dios, al sureste del Parque Nacional del Manu, al norte de la Reserva Comunal Amarakaeri y al sur de la Reserva Territorial Madre de Dios, donde habitan pueblos indígenas que viven en situación de aislamiento.

Mapa 3 Visión general del área de estudio del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado



Fuente: MTC (2019c), CPV 2017, ANA (2018), SERFOR (2017), INGEMMET (2019), SERNANP (2020), RAISG (2020).

Sobre la base del trazo de la ruta PE-5S (MTC, 2019c) se delimitó el segmento entre Boca Manu y Boca Colorado, el cual cuenta con una longitud de 96 km. Dentro de un área de 10 km alrededor de la vía (buffer de 10 km) se hallan concesiones forestales maderables, así como concesiones para la conservación y para el ecoturismo.

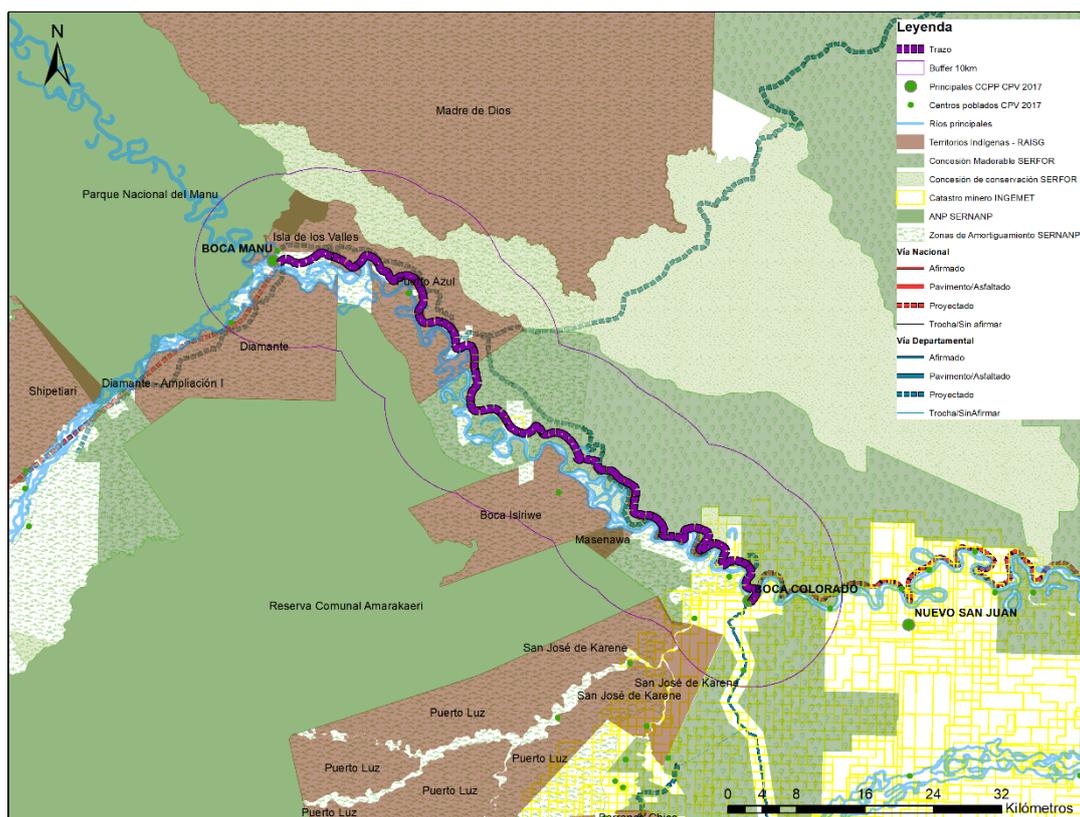
Según la información censal, dentro del área de 10km se encuentran los Centros Poblados: Diamante, Boca Manu, Isla de los Valles, Puerto Azul, Boca Ishiriwe, Boca Colorado Playa Oculta, Boca Colorado y Villa Unión. Fuera del buffer pero próximos se encuentran los centros poblados: San José de Karene, Nuevo San Juan, Guacamayo, San Juan Grande y Pacal Guacamayo.

Según los datos del Instituto del Bien Común (IBC) y de la Red Amazónica de Información Socioambiental (RAISG), se identificaron las siguientes comunidades nativas dentro del radio de 10km: Diamante, Isla de los Valles, Puerto Azul, Boca Ishiriwe, Masenawa, San José Karene en la Madre de Dios; y fuera del buffer pero cerca se encuentra la comunidad nativa Puerto Luz.

Alrededor del trazo carretero se ha identificado la presencia de 8 centros poblados con una población de 3161 personas al año 2017. Esta cifra implica una variación de 37% más que la registrada en el censo del 2007 (2301), lo que equivale a una tasa de crecimiento anual de 3%. Los datos muestran un proceso de concentración de la población hacia el centro poblado de Boca Colorado, cuya población se duplicó en el

periodo intercensal con una tasa de crecimiento anual de 7%. Así, Boca Colorado pasó de representar el 51% de la población del área de estudio en 2007 a representar el 76% en 2017. Por otro lado, Boca Ishiriwe y Boca Manu son los centros poblados que experimentaron una mayor reducción de su población, -63% y -54%, respectivamente. Al 2017, Boca Manu tiene una población de 170 personas, y se encuentra rodeado por los CCPP Diamante e Isla de los Valles, que cuentan con 263 y 61 habitantes, respectivamente.

Mapa 4 Trazo del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado – CCPP según CPV 2017



Fuente: MTC (2019c), CPV 2017, ANA (2018), SERFOR (2017), INGEMMET (2019), SERNANP (2020), RAISG (2020)

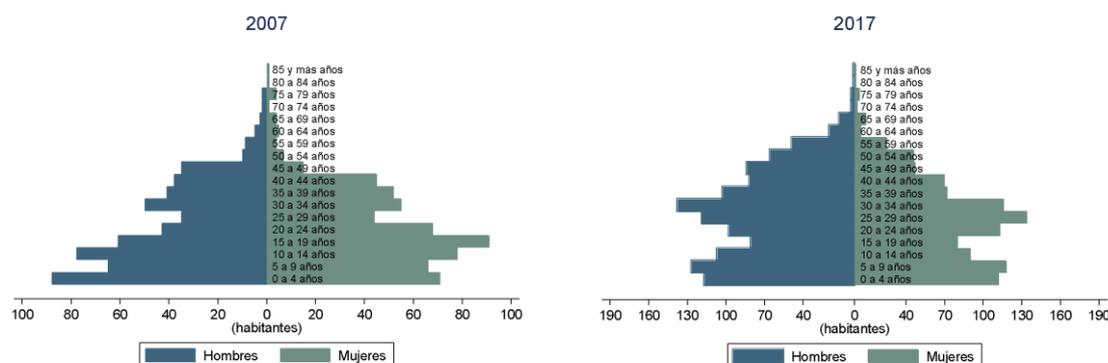
Cuadro 1 Distribución poblacional de los centros poblados en el ámbito del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado

Nombre del CCPP	2007		2017		Variación %	Tasa de crecimiento anual %
	Población	Distribución %	Población	Distribución %		
Boca Colorado	1,177	51%	2,389	76%	103%	7%
CN Diamante	248	11%	263	8%	6%	1%
Boca Manu	369	16%	170	5%	-54%	-7%
Bajo Colorado - Playa Oculta	223	10%	150	5%	-33%	-4%
CN Puerto Azul - Barraca	100	4%	71	2%	-29%	-3%
CN Isla de los Valles	69	3%	61	2%	-12%	-1%
CN Boca Ishiriwe	115	5%	42	1%	-63%	-10%
Villa Unión	-	-	15	0%	-	-
Total Ámbito	2301	100%	3161	100%	37%	3.2%
Madre de Dios	113,240		141,070		25%	2.2%

Fuente: CPV 2007 y 2017.

Con respecto a las características de la población, en el **Gráfico 1** se presenta la estructura etaria de todo el ámbito de intervención. Se aprecia un ensanchamiento de la población adulta mayor de 30 años de edad y una reducción de la base de la pirámide, compuesta por población de menos de 18 años. El CCPP con mayor edad promedio es Villa Unión con 34.7 años, un nuevo CCPP que no existía en el CPV 2007. El CCPP con menor edad promedio es la comunidad nativa de Boca Ishiriwe con 19.6 años. En promedio, la edad del ámbito del proyecto es de 26.3, menor a los 27.5 años de la región Madre de Dios. Boca Colorado es el que presenta el mayor incremento en la edad promedio, con 4.5 años más respecto al CPV de 2007, mientras que Bajo Colorado-Playa Oculta y Boca Manu presentan solo una reducción de 2 años, la menor del ámbito.

Gráfico 1 Estructura etaria de la población del ámbito del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado, 2007 y 2017



Fuente: CPV 2007 y 2017.

En general, los CCPP presentan una proporción equitativa entre hombres y mujeres, a excepción de Puerto Azul-Barraca y Villa Unión, donde menos del 36% de sus habitantes son mujeres. Con respecto al nivel educativo, el 72.7% de la población de entre 18 y 65 años del ámbito cuenta con secundaria completa, 7.5 puntos porcentuales (pp) por debajo de la cifra que corresponde a Madre de Dios. Boca Manu cuenta con un 31% de la población de entre 25 y 65 años con educación superior, una cifra que se encuentra por encima del 11.2% del ámbito de intervención y del 20.9% del departamento de Madre de Dios. Con respecto a la variación intercensal, destacan Boca Colorado, Diamante y Boca Manu por el incremento de más de 17 y más de 12 pp. en lo que respecta a la población que cuenta con secundaria completa y educación superior. En relación al acceso a seguros de salud, resaltan los casos de Isla de los Valles y Diamante, por contar con alrededor del 90% de su población asegurada. Esta cifra alcanza al 66% de la población a nivel de ámbito de intervención y al 68% de la población a nivel regional.

Cuadro 2 Características sociodemográficas de la población del ámbito del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado

Nombre del CCPP	2017					2017-2007				
	% Mujeres	Edad	% 18-65 con secundaria completa	% 25-65 con educación superior	% con seguro	% Mujeres	Edad	% 18-65 con secundaria completa	% 25-65 con educación superior	% con seguro
Bajo Colorado - Playa Oculta	51.7%	23.2	67.1%	12.7%	63.4%	17.2%	-2.2	-0.1%	9.1%	53.6%
Boca Colorado	46.3%	26.6	75.6%	19.7%	62.1%	-5.7%	4.5	23.4%	12.7%	31.2%
Boca Manu	41.9%	24.0	81.6%	31.0%	83.8%	-0.5%	-1.9	17.1%	13.8%	38.9%

Nombre del CCPP	2017					2017-2007				
	% Mujeres	Edad	% 18-65 con secundaria completa	% 25-65 con educación superior	% con seguro	% Mujeres	Edad	% 18-65 con secundaria completa	% 25-65 con educación superior	% con seguro
CN Diamante	50.0%	26.3	61.8%	14.7%	89.5%	0.6%	3.4	19.8%	12.2%	12.3%
CN Boca Ishiriwe	58.1%	19.6	35.7%	18.2%	64.5%	17.2%	-3.3	-18.2%	13.8%	27.1%
CN Isla de los Valles	44.6%	25.4	34.5%	0.0%	92.9%	-4.6%	3.6	-6.8%	0.0%	38.9%
CN Puerto Azul - Barraca	35.9%	30.1	53.2%	15.8%	65.6%	-5.1%	3.5	-14.8%	-1.2%	4.6%
Villa Unión	33.3%	34.7	0.0%	0.0%	33.3%	-	-	-	-	-
Total Ámbito	46.5%	26.3	72.7%	19.1%	66.3%	-0.9%	2.9	17.7%	11.2%	28.0%
Madre de Dios	47.7%	27.5	80.2%	31.0%	68.0%	2.0%	2.2	20.9%	18.5%	31.7%

Fuente: CPV 2007 y 2017.

Se ha analizado el nivel de acceso a servicios públicos, lo cual se configura como una aproximación a centros poblados que potencialmente atraerán a la población. Así, Boca Manu y Boca Colorado presentan los mayores niveles de acceso a agua de red pública, 100% y 73.3%, respectivamente, por encima de las cifras a nivel del ámbito del proyecto (62%) y Madre de Dios (70%). En tercer lugar, se encuentra Bajo Colorado con 15.2% de acceso a agua de red pública. En contraste, Diamante, Boca Ishiriwe, Isla de los Valles, Puerto Azul y Villa Unión presentan un nivel de acceso a agua, saneamiento y/o electricidad del 0%. Solo el 6% de la población del ámbito de estudio cuenta con acceso a agua, saneamiento y electricidad, 66% con teléfono fijo o celular y 1.4% con acceso a internet.

Cuadro 3 Acceso a servicios de la población del ámbito del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado

Nombre del CPP	2017						2017-2007					
	Agua	Saneamiento	Electricidad	Agua + Saneamiento + Electricidad	Teléfono fijo o celular	Internet	Agua	Saneamiento	Electricidad	Agua + Saneamiento + Electricidad	Teléfono fijo o celular	Internet
Bajo Colorado - Playa Oculta	15.2%	0.0%	89.0%	0.0%	97.2%	0.0%	15.2%	0.0%	78.2%	0.0%	97.2%	0.0%
Boca Colorado	73.3%	9.5%	72.8%	8.3%	73.9%	1.9%	-14.6%	4.0%	-12.3%	2.8%	73.3%	0.1%
Boca Manu	100.0%	3.1%	93.8%	3.1%	78.8%	0.0%	95.7%	2.9%	34.7%	3.1%	77.7%	-1.4%
CN Diamante	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.1%	0.0%	-0.8%	0.0%	-70.2%	0.0%	3.1%	0.0%
CN Boca Ishiriwe	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	29.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	29.0%	0.0%
CN Isla de los Valles	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.7%	0.0%	0.0%	0.0%	-8.7%	0.0%	10.7%	0.0%
CN Puerto Azul - Barraca	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-18.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Villa Unión	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	-	-	-	-	-	-
Ámbito	62%	7%	65%	6%	66%	1.4%	16%	5%	2%	4%	66%	0.3%
Madre de Dios	70%	42%	80%	39%	84%	15.9%	16%	13%	20%	12%	74%	15.1%

Fuente: CPV 2007 y 2017.

La principal actividad económica del ámbito de estudio es la actividad agropecuaria, la cual involucra al 27.3% del total de la población económicamente activa (PEA) ocupada, y al 18.9% a nivel de Madre de Dios. En segundo lugar, se encuentra el comercio minorista (17.7%), seguido de hospedaje (12.4%), otros servicios (9.5%) y, en quinto lugar, minería (8.4%). Los centros poblados con mayor peso relativo agrario son Isla de los Valles (73.3%), Puerto Azul (67.7%), Diamante (70.3%), Boca Ishiriwe (77.8%) y Villa Unión (100%). La categoría servicios, incluido el comercio, abarca el 49% de la PEA del ámbito de estudio, principalmente en los centros poblados de Boca Manu (46.8%), Boca Colorado (52%), y Playa Oculta (55.8%). Finalmente, la actividad minera es de particular relevancia en dos centros poblados: Boca Colorado (9.1%) y Playa Oculta (27.9%).

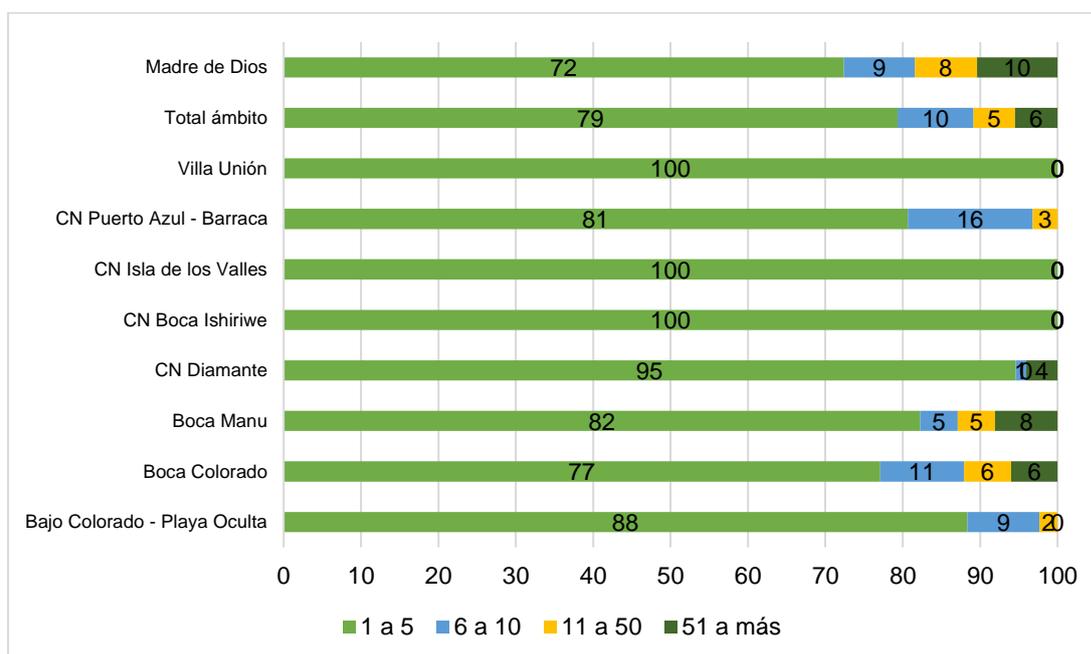
Cuadro 4 Actividades Económicas de la población del ámbito del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado - 2017

Rama de Actividad Económica	Boca Manu	CN Isla de los Valles	CN Puerto Azul - Barraca	CN Diamante	Boca Colorado	Bajo Colorado - Playa Oculta	CN Boca Ishiriwe	Villa Unión	Total ámbito	Madre de Dios
Agropecuario	35.5	73.3	67.7	70.3	21.6	14.0	77.8	100.0	27.3	18.9
Pesca	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
Minería	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	27.9	0.0	0.0	8.4	2.9
Manufactura	4.8	0.0	6.5	5.4	2.9	0.0	0.0	0.0	3.0	5.5
Electricidad, gas y agua	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3
Construcción	4.8	0.0	0.0	0.0	9.9	2.3	0.0	0.0	8.4	8.4
Comercio mayorista	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	2.5	3.2
Comercio minorista	17.7	6.7	0.0	6.8	19.6	14.0	0.0	0.0	17.7	17.8
Transporte	3.2	6.7	3.2	0.0	7.2	9.3	0.0	0.0	6.5	9.5
Hospedaje	4.8	0.0	9.7	1.4	13.5	25.6	0.0	0.0	12.4	9.7
Comunicaciones	1.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5
Finanzas y Seguros	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7
Otros servicios	19.4	13.3	12.9	16.2	8.4	7.0	22.2	0.0	9.5	17.7
Sector público	8.1	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	3.7	4.9
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: CPV 2017.

Según el tamaño de las empresas o unidades productivas en las que labora la población, se aprecia que el trabajo se concentra en unidades productivas micro (79%) de menos de 5 personas. A nivel regional, el 72% trabaja en unidades micro y 28% en unidades de más de 5 personas. Con respecto a los dos principales centros poblados, Boca Colorado cuenta con una mayor presencia de unidades productivas pequeñas, medianas y grandes (23%), mientras que Boca Manu, de unidades grandes (10%).

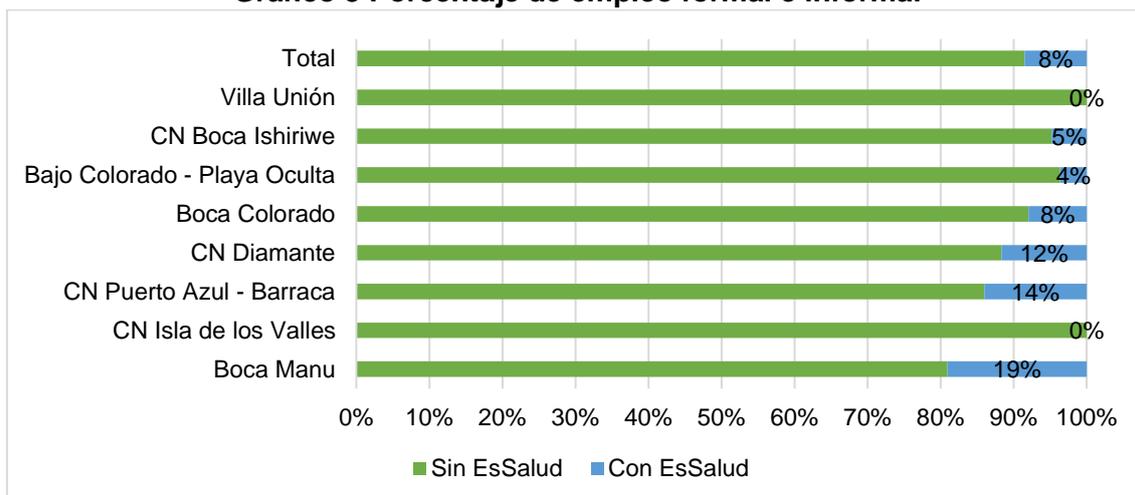
Gráfico 2 Población económicamente activa ocupada según tamaño de empresa- 2017



Fuente: CPV 2017.

Una aproximación a la formalidad laboral es mediante la estimación del porcentaje de la población con Seguro Social de Salud – EsSalud. Se ha estimado una formalidad laboral de 8%, siendo los centros poblados de Villa Unión e Isla de los Valles los de mayor nivel de informalidad laboral (100%). De la misma manera, Boca Manu presenta el mayor nivel de formalidad laboral (19%).

Gráfico 3 Porcentaje de empleo formal e informal



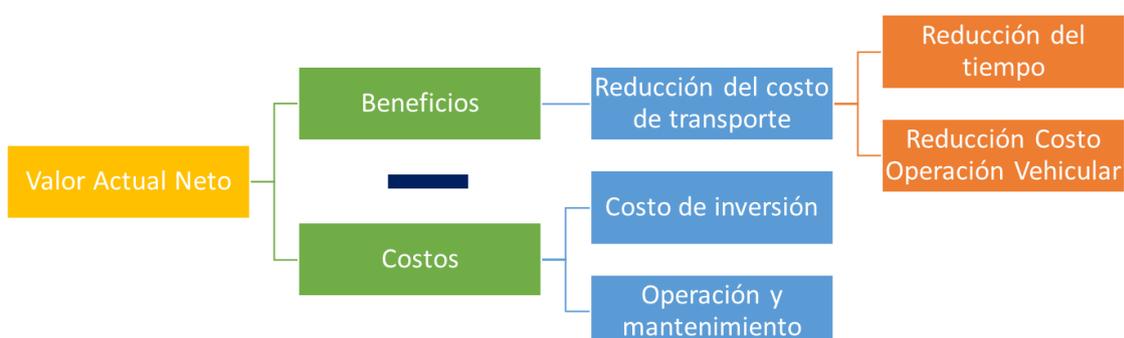
Fuente: CPV 2017.

4. Modelo RED

Se propone aplicar un análisis Costo Beneficio utilizando la metodología del Modelo de Decisiones Viables (RED por sus siglas en inglés), propuesto por Archondo-Callao (1999), y parte del conjunto de herramientas del Banco Mundial para el estudio de carreteras de bajo volumen de tránsito (índice medio diario menor a 300 vehículos). La metodología busca aproximarse a las ganancias en términos del excedente del consumidor, es decir, los usuarios de la vía, en términos de una reducción del costo de transporte (Glave, et al, 2012). Como resultado se obtendrá el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). La TIR es la tasa necesaria para obtener un VAN igual a cero cuando el VAN inicial es mayor a 0.

El modelo permite estimar las variaciones en el costo de operación vehicular, tiempo de traslado, y seguridad vial, además de permitir la inclusión de impactos adicionales (ambientales y sociales, negativos o positivos). El cálculo de los parámetros se realiza en función a proyectos similares, metodología oficial del MEF y MTC, información censal y opinión de expertos. Otros parámetros clave son el valor social del tiempo y la tasa social de descuento. El valor de este último es de 8% (MEF, 2019).

Ilustración 1 Modelo RED – Efectos Directos



La calibración del modelo requiere la estimación de los siguientes parámetros. Para ello, se analiza información oficial del Estado peruano, así como información de proyectos similares que sirvan de referente.

Principales parámetros

- Costo por kilómetro en US\$/km
- Costo financiero de mantenimiento rutinario
- Tipo de carretera / camino
- Índice de rugosidad promedio
- Características del escenario sin proyecto (ejemplo, una trocha de tierra de alta rugosidad).
- Parámetros de número de pasajeros, costo en tiempo por pasajero, costo del tiempo de retención de la carga, costo de nuevo vehículo, y costo del combustible, lubricante, par de neumáticos y tripulación.
- Tipos de vehículo a considerar (autos, pick up, bus, camión ligero, camión mediano, camión pesado y/o camión articulado).

Con respecto a los efectos del proyecto, los podemos clasificar como directos e indirectos (Ortiz de Zevallos y Guerra-García, 1998). Un efecto directo es aquel que se produce en el mercado cuyos precios y niveles de consumo son afectados directamente por la intervención evaluada, en este caso, por variaciones en el nivel de transitabilidad estimado por el modelo RED. Un efecto directo sería, por ejemplo, una reducción en los costos de operación vehicular producida gracias a mejoras en la transitabilidad. Asimismo, existen efectos indirectos en mercados vinculados, por ejemplo, aquellos influenciados por la transitabilidad como el mayor acceso a servicios de educación y salud, mayor acceso a mercados, incremento de actividades delictivas o afectación al medio ambiente

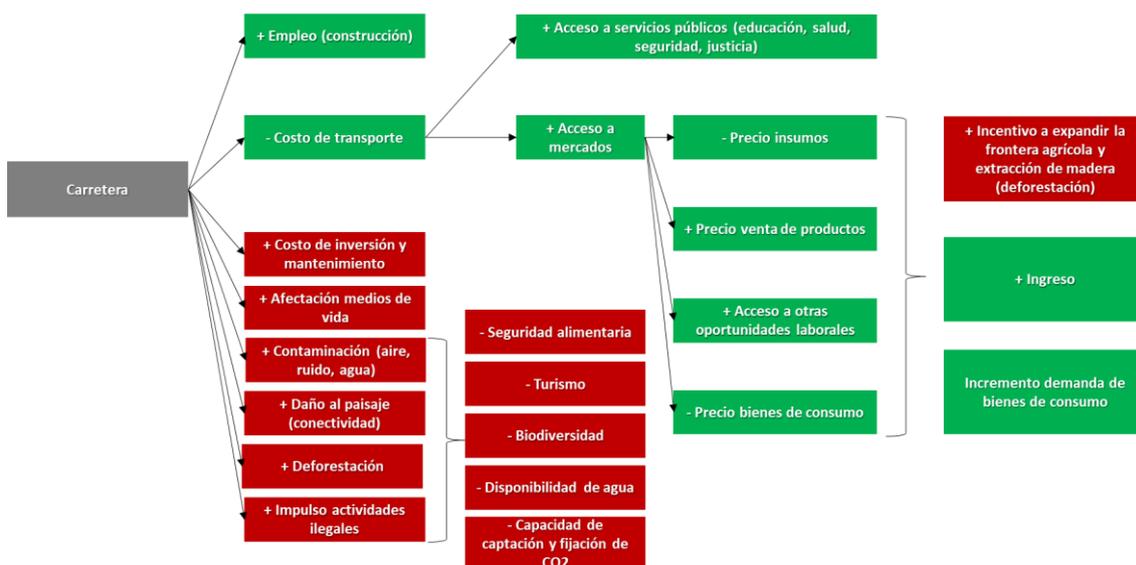
Una vez definidos los efectos, es necesario clasificarlos en tres categorías: efectos monetarios, efectos para los que existen métodos de valorización y efectos no susceptibles de una valorización. Los efectos monetarios pueden ser calculados en unidades monetarias directamente ya que son impactos que pueden evaluarse en función de los precios de mercado. Los efectos para los que existen métodos de valorización pueden ser traducidos a unidades monetarias por medio de determinados métodos, los cuales listaremos más adelante. Finalmente, habrá efectos no susceptibles de una valorización, en tanto no existen métodos aceptados para expresarlos en unidades monetarias. En general, se requiere de dos variables: cantidad (q) y precio (p). Como se mencionó anteriormente, el MEF ha calculado precios sociales que pueden aplicarse en determinados contextos, lo que en las metodologías de valorización se denomina transferencia de beneficios. Sin embargo, la principal limitación es el cálculo del q o la magnitud del efecto, para lo cual se requiere información primaria o la aplicación de modelos complementarios al RED para su estimación.

4.1. Teoría del cambio

Para que los individuos puedan tomar decisiones óptimas, éstos deben contar con toda la información sobre los costos y beneficios incurridos en tales decisiones. Sin embargo, existen fallas de mercado, como las externalidades, que perjudican la correcta estimación de estos costos y beneficios. Esto es así debido a que, en el caso de externalidades, las acciones de uno o más individuos pueden afectar positiva o negativamente el bienestar de otras personas sin que estos efectos se encuentren reflejados en el sistema de precios; es decir, sin que se sepa concretamente cuánto valen en dinero (ALAF, 2003).

Los sistemas de transporte carretero generan externalidades que deben ser tomadas en cuenta para evitar que evaluaciones incompletas den lugar a una oferta de servicios inadecuada. Con el propósito de incluir estos costos y beneficios en el ACB del proyecto carretero Boca Manu – Boca Colorado, se procedió a identificar y analizar las principales externalidades ambientales y sociales que podría generar el proyecto, algunas de las cuales podrán ser posteriormente valorizadas e internalizadas en el ACB (ver la Ilustración 2).

Ilustración 2 Teoría del cambio de los proyectos de caminos en la Amazonía



Nota: Como parte de la afectación a los medios de vida se considera la identidad cultural y territorial de las comunidades indígenas.
Elaboración propia

Como se aprecia en el anterior gráfico, uno de los beneficios directos de la realización del proyecto sería la generación de puestos de trabajo relacionados específicamente a las obras de construcción. Durante este período también podría generarse un impulso temporal en otras actividades económicas locales como el comercio y la oferta de servicios, etc. Esta dinamización temporal en la economía local podría generar un incremento provisional en los ingresos de algunos hogares.

Sin embargo, el beneficio directo más evidente sería la reducción de los costos de transporte, tanto en términos de tiempo como de costos de operación vehicular, lo que favorecería un mayor acceso a servicios públicos básicos como salud, educación, seguridad y justicia, con potenciales beneficios en términos de calidad de vida e ingresos futuros. Particularmente relevantes son los beneficios en términos de acceso a servicios de educación y salud, componentes clave en la formación de capital humano. Las brechas de acceso a una educación de calidad generan, a su vez, brechas en la capacidad de generación de ingresos, las cuales perduran en el tiempo y, en ausencia de intervención pública, se transmiten intergeneracionalmente. En el Perú, la información contenida en las encuestas de hogares permite estimar un incremento promedio de 10% en los ingresos laborales por cada año adicional de educación (Yamada & Castro, 2012). La salud también tiene un impacto positivo en los salarios: un día de vida sana adicional tiene un impacto de entre 3% y 5% en los salarios en las áreas rurales y de entre 6% y 10% en áreas urbanas. Así mismo, los retornos estimados de la edad (como indicador de experiencia) y de la educación resultan sobreestimados cuando la variable de salud es omitida de la ecuación de salarios, siendo la

productividad en las zonas rurales la más sensible a las condiciones de salud (Cortez, 2002).

La reducción de los costos de transporte también acercaría a las localidades a los mercados externos. Como resultado, los precios y salarios locales se aproximarían a aquellos fuera de la localidad, lo que, en el caso de localidades con baja conectividad, se suele traducir en salarios más altos y precios más bajos para bienes importados (insumos y bienes de consumo). Así mismo, un mayor acceso al mercado laboral externo podría significar mayores y/o mejores oportunidades laborales fuera de la localidad (Asher & Novosad, 2020). En suma, una mayor cercanía a los mercados externos podría traducirse en mayores oportunidades de generación de ingresos y, por lo tanto, en una reducción de la pobreza monetaria.

Un mayor acceso a los mercados externos podría modificar, a su vez, el sector agrícola local, con resultados ambiguos. Por un lado, se esperaría que la caída en los precios de los insumos importados, como fertilizantes y semillas, conduzca a un mayor uso de insumos y a una mayor producción agrícola. Así mismo, los cambios en los precios al productor podrían hacer que la elección de cultivos cambie hacia aquellos con mayores incrementos de precio: aquellos donde la localidad tenga una ventaja comparativa. Así, si la producción agrícola aumentara, también aumentaría la demanda de mano de obra en la agricultura. Sin embargo, estos efectos podrían ser pequeños o incluso revertidos si la producción cambiara hacia cultivos menos intensivos en mano de obra o si se volviera más fácil importar tecnología que sustituya al trabajo, como tractores. Así mismo, el incremento de los salarios locales podría hacer más costoso el trabajo agrícola, pudiendo generar una reducción en la producción y/o un cambio hacia cultivos o tecnologías menos intensivos en mano de obra. Por lo tanto, los cambios en la producción agrícola y en la demanda de mano de obra en la agricultura dependerán de la magnitud de los cambios en los precios de estos mercados (Asher & Novosad, 2020).

Tanto el posible incremento en la producción agrícola, que podría implicar una expansión de la frontera agrícola y/o un uso intensivo de los recursos, como la propia construcción de la carretera y su utilización podrían generar efectos ambientales y sociales adversos. Por un lado, la carretera abriría o facilitaría el acceso a áreas básicamente naturales, ahora en peligro de ser convertidas a usos agropecuarios. Adicionalmente, se generaría un mayor nivel de contaminación (principalmente del aire y sonora) y una alteración del paisaje que podría afectar tanto corredores biológicos como el modo de vida de la población local y de las comunidades nativas más cercanas (ej. interrupción de las zonas de tránsito de pueblos indígenas que viven en situación de aislamiento).

Esta mayor presión sobre los ecosistemas, principalmente sobre los bosques, mermaría su capacidad para cumplir con funciones fundamentales para la sociedad y la economía. De acuerdo a sus diferentes funciones, los bosques pueden tener distintos tipos de valor para diferentes personas y grupos: valores de uso (directo, indirecto y futuro) y valores de no uso o de existencia (IIAP, 2009; Izko & Burneo, 2003; León, 2007). Los primeros están ligados a la utilización de los recursos con el objeto de satisfacer una necesidad, obtener un beneficio económico, o la simple sensación de deleite. Los usos directos hacen referencia al aprovechamiento de bienes y servicios ambientales en calidad de insumos para el desarrollo de diferentes actividades productivas (León, 2007). Estos incluyen usos comerciales (turismo, industria maderera, etc.) y no comerciales (pesca, caza, uso de plantas medicinales y comestibles, etc.), siendo estos últimos generalmente de orden local y de extrema importancia para la subsistencia de las poblaciones rurales y pobres (Izko & Burneo, 2003). Los usos indirectos, en cambio, hacen referencia a los servicios ambientales que aún no son negociables en el mercado pero que son útiles desde la perspectiva ambiental y para el sostenimiento de la vida y

del desarrollo de actividades económicas. Algunos ejemplos de estos servicios ambientales son: el ciclo hidrológico, la regulación del clima, la estabilidad de los suelos y la protección contra la erosión (León, 2007).

Los valores de uso también incluyen lo que se llama valor de opción o valor de uso futuro. Se trata de valores asignados a los bienes y servicios suministrados por la diversidad biológica con la finalidad de que se conserven, y tener así una opción de usarlos en el futuro para actividades como turismo y exploración biológica con fines comerciales en la industria alimentaria, química, médica, cosmética y biotecnológica (León, 2007). La importancia de que se conserven se debe, en parte, al hecho de que muchas veces se desconoce el verdadero valor de algunos recursos en la actualidad. Un ejemplo de ello radica en el valor de la información genética. La biodiversidad existente es el resultado de procesos evolutivos durante varios miles de millones de años, por lo que encarna un acervo de información muy importante, cuyo verdadero alcance aún se desconoce y solo se revelará mediante investigaciones futuras. Por ello, existe mucha incertidumbre sobre la información que se pierde de forma irreversible, específicamente a causa de la pérdida de bosques. Para tener una idea del valor de los bosques tropicales, se estima que estos contienen más de la mitad de la biodiversidad del mundo, medida en riqueza de especies (Pearce, 2001).

El capital natural también cuenta con un valor de no uso o de uso pasivo, cuyo componente fundamental es el denominado valor de existencia. Se trata del valor que pueden tener los ecosistemas, sus componentes y sus atributos para un grupo de personas que no los utilizan directa ni indirectamente, ni piensan hacerlo en el futuro, pero que valoran positivamente el simple hecho de que existan en determinadas condiciones. Los motivos que se han señalado para explicar este valor de existencia son, entre otros, la filantropía, la simpatía, motivos de herencia o de legado o motivos vinculados a su valor como parte de la identidad cultural de un grupo o conjunto de personas. Se trata, por tanto, de valores difícilmente modelizables en el marco de la teoría microeconómica convencional, pero no por ello menos reales e importantes (Hajek & Martínez, 2012; Izko & Burneo, 2003; Krieger, 2001).

De todas estas formas, estos bienes y servicios ambientales comportan beneficios tanto locales (obtenidos directamente por los usuarios del bosque) y nacionales (ej. beneficios derivados de la protección de cuencas o de la protección de los hábitats de vida silvestre), como globales (ej. funciones de captación o de sumidero del carbono). Por lo tanto, cualquier cambio que ocurra con respecto a su calidad, existencia o accesibilidad supondrá pérdidas de bienestar actual y futuro en todos estos niveles (Izko & Burneo, 2003).

Adicionalmente a los posibles efectos ambientales directos e indirectos del proyecto carretero, también deben considerarse las pérdidas económicas asociadas al incremento de la accidentalidad. La presencia de la carretera podría generar un incremento en la ocurrencia de accidentes, afectando no solo a los usuarios directos de la carretera sino también a las personas que vivan o circulen alrededor de ella. Las principales desutilidades que tienen lugar al producirse un accidente, algunas de ellas susceptibles de valorización, son: daños humanos (pérdida de la vida o afectación de la salud), gastos por servicios médicos u hospitalarios, lesiones emocionales, daños materiales, inasistencia temporal o permanente al trabajo, interrupción del tránsito, gastos por servicios administrativos y gastos dirigidos a actividades para establecer medidas correctoras (ALAF, 2003).

Por último, debe considerarse la posible generación de conflictos sociales y la posibilidad de que la construcción de una carretera en un área con presencia de actividades ilegales pueda actuar como un elemento habilitante para su desarrollo. Al

incrementar drásticamente la accesibilidad, la carretera puede transformar la dinámica económica y social, incrementando la migración hacia las fronteras forestales. Esto puede fomentar la especulación de tierras y la práctica de actividades como minería ilegal, caza furtiva, tala ilegal y producción ilícita de drogas. Estas prácticas pueden exacerbar los problemas ambientales (ej. degradación, contaminación y deforestación) y sociales (ej. incremento de la criminalidad) y requerir mayores gastos para el control y la aplicación de la ley. Adicionalmente, podemos agregar la posibilidad de que se generen disturbios sociales debido a deficiencias reales o percibidas en los procesos de consulta comunitaria, a una real o percibida distribución desigual de beneficios o a la rivalidad entre comunidades por opiniones contrarias sobre el proyecto. Así mismo, podría generarse una mayor afluencia de trabajadores migrantes o colonos, lo cual puede ser percibido como una amenaza a las estructuras sociales tradicionales, generando polarización entre locales y migrantes (Alamgir et al., 2017).

De todos estos efectos sociales y ambientales que podrían derivarse de la realización del proyecto carretero Boca Manu – Boca Colorado, solo algunos son susceptibles de valorización. A continuación, se muestran las externalidades y los principales métodos de valorización utilizados en cada caso según la literatura (ver el Cuadro 5).

Cuadro 5 Externalidades positivas y negativas susceptibles de valorización y metodología

Externalidades positivas	Método de valorización
1. Mayor acceso a servicios de educación	Cálculo de la sumatoria de los retornos de la escolarización para los potenciales beneficiarios del proyecto (considerando a los centros poblados sin centros educativos en un buffer de 10 km.)
2. Mayor acceso a servicios de salud	Cálculo del costo de oportunidad (estimado en base al nivel de pago por jornada agrícola) del tiempo de traslado a un centro de salud que se ahorraría con el proyecto.
3. Incremento en los ingresos agrícolas	Cálculo del promedio de la rentabilidad agrícola y pecuaria del ámbito del proyecto expresado en VAN para un período de 10 años.
Externalidades negativas	Método de valorización
1. Deforestación indirecta (derivada de la expansión de la frontera agrícola).	Cálculo de la deforestación proyectada en base a mapas de cambio de cobertura.
1.1. Reducción de la provisión de agua de fuentes naturales	Cálculo del costo total anual de acarreo de agua para las familias cuyo acceso a fuentes naturales de agua se verá afectado por la deforestación.
1.2. Reducción de la productividad agrícola por la erosión de la tierra	Cálculo del promedio de la rentabilidad agrícola por ha. expresado en VAN para un horizonte de 10 años y considerando un factor de pérdida de productividad por erosión del suelo.
1.3. Reducción de la capacidad de captación y fijación de CO ₂	Cálculo del valor en dólares americanos de las TN de CO ₂ y de Dióxido de carbono cuya emisión corresponde a la biomasa que se reduciría a causa de la deforestación para un horizonte de 10 años.
2. Contaminación del aire	Cálculo de la contaminación del aire expresada en dólares americanos por cada 1.000 km. recorridos para transporte de pasajeros y transporte de carga.
3. Accidentalidad	Cálculo de los costos directos (gastos hospitalarios y de curación) e indirectos (pérdida de producción futura por muerte o invalidez) generados por los accidentes, en base a índices oficiales de accidentalidad y mortalidad para el departamento de Madre de Dios.

Fuente: (ALAF, 2003); (Bambarén, 2004); (Hopkins et al., 2015); (Sociedad Peruana de Ecodesarrollo y Blue Moon Foundation, 2014).

Elaboración Propia

En el presente informe, se ha considerado el cálculo de dos externalidades, una positiva y una negativa. Como externalidad positiva se estimó el incremento en el ingreso agrícola por un mayor acceso al mercado. La externalidad negativa corresponde al costo de la deforestación valorizado en términos de la reducción de la capacidad de captación y fijación de CO2.

4.2. Estimación de parámetros

4.2.1. Parámetros generales del modelo

De acuerdo con la información presentada en la sección anterior, se estimó que el trazo carretero tiene una extensión de 96km y que cuenta con una población de beneficiarios directos de 3161 personas, la cual corresponde a la población que se encuentra dentro de un rango de 10km alrededor del trazo vial. Sobre la base de la información del Banco de Inversiones, se ha identificado 3 proyectos de inversión viabilizados en los años 2016, 2018 y 2020 en tramos cercanos al trazo del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado y con estudios de preinversión de libre acceso: dos proyectos de mejoramiento, uno del tramo Boca Colorado-Punkiri Chico y otro de Boca Colorado a Nuevo San Juan, y un proyecto de construcción de un puente en Salvación. En el siguiente cuadro se presenta información sobre la población del ámbito de cada proyecto medida de forma similar al proyecto analizado, así como el IMD inicial de cada proyecto y la tasa de crecimiento anual. En promedio, el índice medio diario del tráfico es de 167 vehículos día al inicio del proyecto y se asume una tasa de crecimiento anual de 2.3% en promedio. De esta manera, podemos tomar una razón de 6 vehículos por cada 100 personas y, en función de este parámetro, calcular el número de vehículos que transitaría en un ámbito de 3161 personas. Como resultado, se obtuvo un tráfico de 190 vehículos día para el trazo del proyecto Boca Manu-Boca Colorado. Vamos a definir a este tipo de tráfico como tráfico normal, el cual correspondería al flujo de vehículos que actualmente transita por el área de estudio. Éste, debido a que no existe una vía actual, correspondería a una cifra equivalente de la población desplazada en otros medios de transporte.

Cuadro 6 Proyectos de inversión referenciales para la estimación del Índice Medio Diario del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado

Código único de inversión	Código SNIP	Año viabilidad	Nombre de la inversión	Población del ámbito	IMD inicial	Tasa crecimiento IMD
2387551	2387551	2018	MEJORAMIENTO DEL CAMINO DEPARTAMENTAL RUTA MD -101 TRAMO: BOCA COLORADO - PUNKIRI CHICO DEL DISTRITO DE MADRE DE DIOS - PROVINCIA DE MANU - DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS	3214	180	2.7%
2479510	2479510	2020	MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP MD-101 (BOCA COLORADO) - EMP. MD-518 (NUEVO SAN JUAN), DISTRITO DE MADRE DE DIOS - PROVINCIA DE MANU - DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS	3212	155	2.5%
2155857	98047	2016	CONSTRUCCION DEL PUENTE SALVACION Y ACCESOS EN EL DISTRITO MANU, PROVINCIA MANU, REGION MADRE DE DIOS	1,925	166	1.7%
Promedio				2784	167	2.3%
Proyecto vial Boca Manu - Boca Colorado				3161	190	

Fuente: MEF-Banco de Inversiones.

Un cuarto proyecto identificado, pero sin estudios de preinversión en el Banco de Inversiones, es el Mejoramiento de los Caminos Vecinales de las Comunidades Nativas y Rurales de la Cuenca Alto Madre de Dios, Distrito de Manu y Fitzcarrald, Provincia de Manu, Región Madre de Dios, con código único 2356400. Este proyecto tiene un costo de inversión de S/28.8 millones para la construcción de una vía afirmada de 73.2 km, a razón de S/394 mil por kilómetro. La vía presenta un IMD aproximado de 45 vehículos día.

En segunda instancia, se ha analizado la estructura vehicular del tráfico de Madre de Dios según cifras del MTC para 5 rutas para el año 2016: (i) Iberia-Iñapari, (ii) Alegría-Iberia, (iii) Puerto Maldonado-Alegría, (iv) Mazuco-Santa Rosa, y (v) Puente Inambari-Mazuco. Debido a que la ruta no sería potencialmente atractiva para vehículos de alta carga, se asume que el 10% correspondiente a vehículos de tipo semi tráiler y tráiler se distribuyen entre combis, micros, buses y camiones. Así, la estructura vehicular sería 40% de autos y station wagons, 19% pick ups y panel, 17% combis y micros, 6% para buses y 19% para camiones.

Cuadro 7 Análisis estructura vehicular del tráfico de Madre de Dios y propuesta del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado

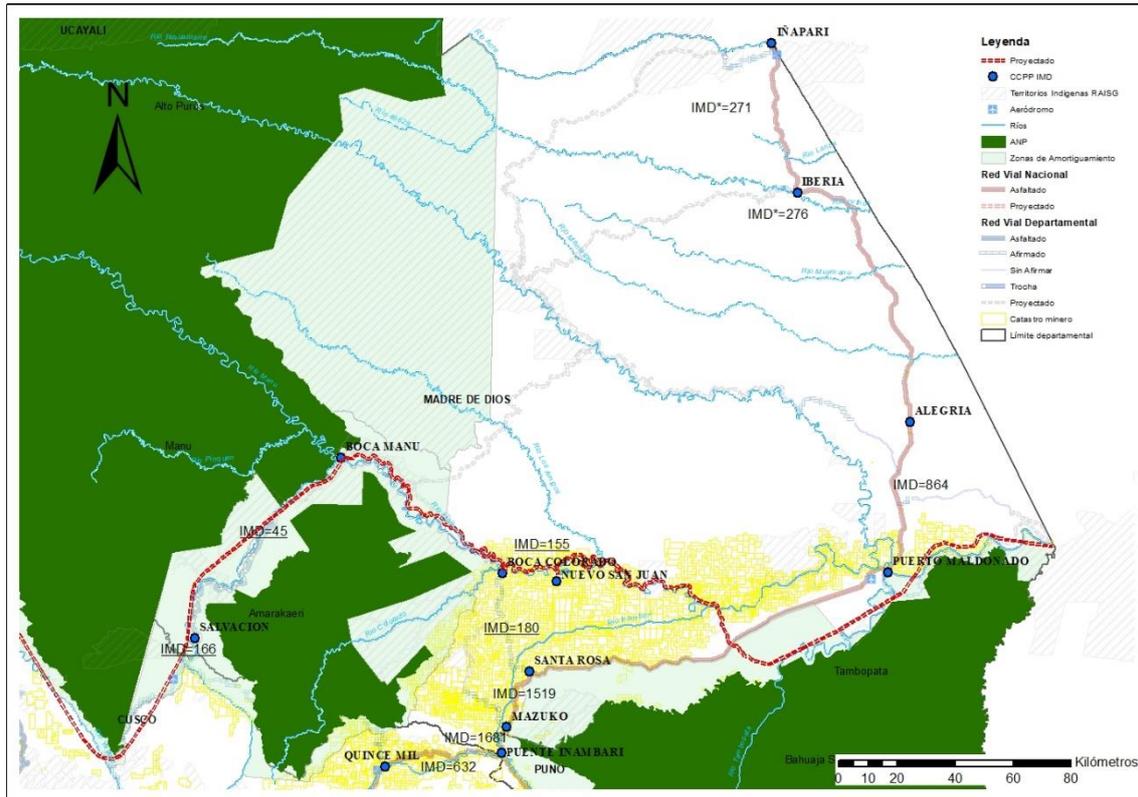
Madre de Dios			Propuesta proyecto		
Vehículo	IMD	%	Vehículo	IMD	Distribución
Auto+SW	1840	40%	Auto+SW	76	40%
Pick up+Panel	864	19%	Pick up+Panel	36	19%
Combi+micro	645	14%	Combi+micro	32	17%
Bus	119	3%	Bus	11	6%
Camión	714	15%	Camión	35	19%
Semi tráiler	400	9%			
Trayler	29	1%			
Total	4611	100%	Total	190	100%

Fuente: MTC (2017)

El tráfico generado corresponde al aumento en el flujo vehicular por una reducción del costo y/o tiempo de transporte. Según la DFID (2005), esta elasticidad toma en promedio un valor de 1, parámetro que se asume para este estudio. De esta manera, ante una reducción de 1% de los costos de transporte, el tráfico de vehículos aumentará 1% con respecto del tráfico normal previamente estimado.

Un tercer tipo de tráfico es el desviado de otras rutas que encontrarían este trazo más atractivo que las rutas actuales. El tramo Salvación-Quince Mil-Puerto Maldonado tiene una extensión de 300km, mientras que Salvación-Boca Manu-Boca Colorado-Santa Rosa-Puerto Maldonado de 340km, lo cual implica que este proyecto no sería atractivo frente a dicha ruta. Por último, un cuarto tipo de tráfico es el inducido, el cual consiste en el tráfico producido por el desarrollo local en el área de influencia del proyecto. A la fecha, no se ha identificado un método de estimación que permita aproximarnos con cierto nivel de confianza al tráfico inducido, por ejemplo, con cifras de IMD antes y después de la creación de una carretera en un ámbito similar.

Mapa 5 Tráfico (IMD) de puntos identificados en el área de estudio del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado



Fuente: MTC (2019a), CPV 2017, ANA (2018), SERFOR (2017), INGEMMET (2019), SERNANP (2020), RAISG (2020).
 Nota: Se ha delimitado los IMD recopilados de Estudios de Preinversión. El resto de IMD corresponden a la información registrada por el MTC en su portal web con fecha 2016: <https://portal.mtc.gov.pe/estadisticas/transportes.html>.

Con respecto a los costos, hemos utilizados dos costos: proyecto de referencial y línea de corte. Primero, el proyecto referencial es el PI 2356400, citado previamente, con un costo por km de S/394 mil. Segundo, el MTC (2019b), por medio de Provias Descentralizado, ha estimado unas líneas de corte por monto de inversión (S/ por km) de proyectos de carreteras interurbanas para la costa, sierra y selva, asumiendo caminos con un IMD entre 0 y 400, los cuales pueden servir de referencia. Para ello se ha utilizado tres costos y asumido un costo de mantenimiento equivalente al 10% del costo de inversión por km (MTC, 2019b).

Cuadro 8 Costo de inversión por kilómetro para proyectos de carreteras interurbanas en la selva del Perú

Tipo de pavimento	Costo por km (S//km)
Carpeta asfáltica	4,409,879
Solución básica (estabilizado+tratamientos superficiales bituminosos TSB)	1,543,343
Afirmado	490,176

Fuente: MTC (2019b)

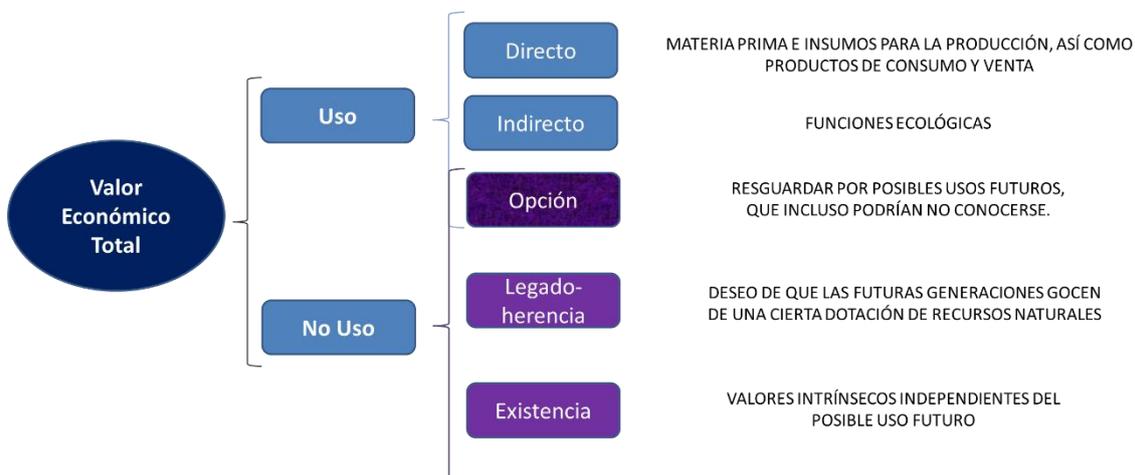
Las soluciones básicas o pavimentos económicos se destinan a carreteras no pavimentadas a fin de mejorar su vida útil. La estabilización de suelos se refiere al mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales y sintéticos y el tratamiento superficial bituminoso a un recubrimiento con una sustancia de color negro que mejora

la vida útil de la vía (MEF, 2015). De la misma manera, el camino afirmado es una capa compactada de material granular natural o procesada, y la carpeta asfáltica es un tipo de pavimento flexible. Para este caso, se ha asumido una vía afirmada, similar a la alternativa de solución del PI 2356400, y la calidad de cada vía se ha aproximado por medio del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), según MTC (2014). Así se asumió un IRI de 10 para la vía afirmada. Las vías de mejor calidad tendrían un IRI menor, por ejemplo, de 5 para la solución básica y 3 para la carpeta asfáltica.

4.2.2. Externalidades

Para el caso particular de los efectos indirectos en el ambiente, la literatura sobre el Valor Económico Total aplicada a ecosistemas naturales establece que nos podemos aproximar a su valor por medio de la estimación de valores de uso directo e indirecto. El valor de uso directo concierne al consumo o disfrute de recursos como madera, extracción de frutos, semillas, látex, entre otros. Mientras que, el valor de uso indirecto, también conocido como valor de uso funcional, representa el valor del aprovechamiento de servicios como protección de los suelos, provisión de agua, captación y fijación de CO₂.

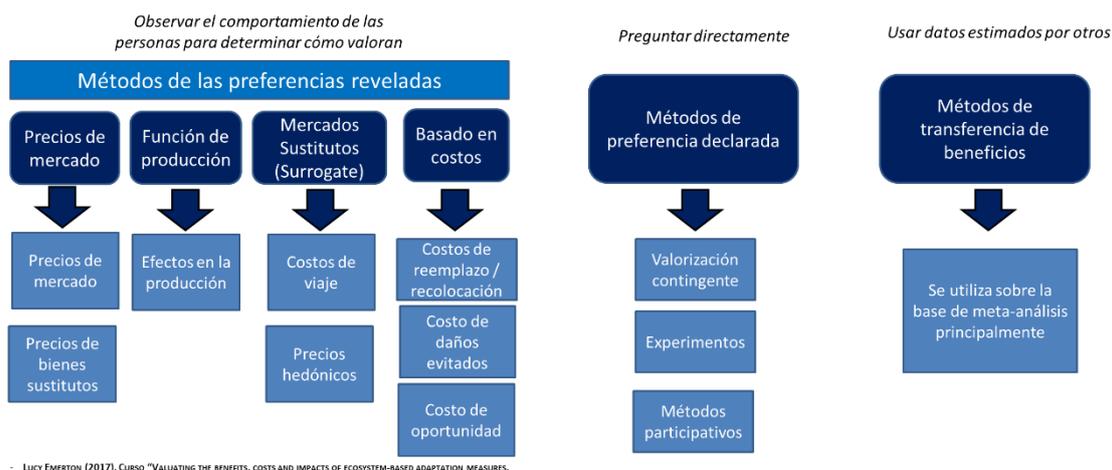
Ilustración 3 Valor Económico Total



- Francke (1997). Economía Ambiental y su Aplicación a la Gestión de la Cuenca Hidrográficas.
- LUCY EMERTON (2017). CURSO "VALUATING THE BENEFITS, COSTS AND IMPACTS OF ECOSYSTEM-BASED ADAPTATION MEASURES."
- IZKO Y BURNEO (2003). HERRAMIENTAS PARA LA VALORACIÓN Y MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES SUDAMERICANOS.

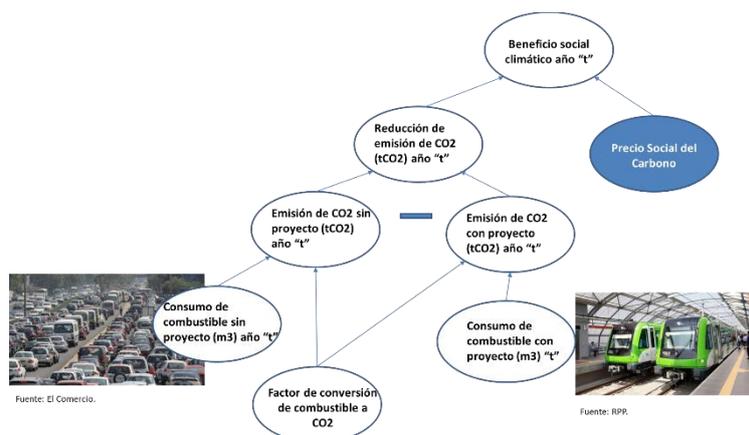
Una alternativa es aproximarnos a las externalidades del proyecto por medio de la estimación de la deforestación futura (Hopkins, et al 2015). La estimación del valor económico total, además de calcular la cantidad, requiere de un precio que se aproxime al valor unitario de la cantidad estimada. En la literatura, las metodologías pueden clasificarse en tres grupos: métodos de preferencias reveladas, métodos de preferencias declaradas y métodos de transferencia de beneficios.

Ilustración 4 Métodos de valorización más usados



Para el presente estudio se propone utilizar el precio social del carbono estimado por el MEF (2016) en función a la metodología de costo de daños evitados, medida de la monetización de los daños asociados a un aumento de emisión de carbono en términos de los efectos en la productividad agrícola, la salud humana, daños a la propiedad debido al aumento del potencial de destrucción de los eventos naturales, el valor de los ecosistemas debido al cambio climático, entre otros. Esto permite incorporar dentro de las evaluaciones los beneficios o costos sociales por disminuir o aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Cabe señalar que, según la metodología del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, este precio se podrá utilizar para cualquier tipología proyecto en el cual exista una medida de reducción de emisiones de GEI y que puedan ser expresados en equivalente de carbono, tales como proyectos de inversión en residuos sólidos, sistemas de transporte público masivo, carreteras, electrificación rural, plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros. El Precio Social del Carbono es de US\$ 7.17 por tonelada métrica de CO₂ (tCO₂), y en el siguiente diagrama se presenta un ejemplo de su aplicación.

Ilustración 5 Esquema de orientación para la aplicación del Precio Social del Carbono



5. Resultados del modelo RED

5.1. Resultados sin externalidades

En función a los parámetros descritos en la sección anterior, se ha calibrado el modelo RED asumiendo dos alternativas de proyecto para un pavimento de tipo afirmado, para un horizonte de evaluación de 10 años. Horizontes de evaluación más largos son penalizados por la tasa de descuento intertemporal. Por ejemplo, a la tasa de descuento de 8%, el valor de S/1 será distinto en cada año por el valor del dinero en el tiempo. Así S/1 en el año 0 equivale a S/1 en valor presente (VP), pero en el año 10 equivale a S/0.5 y en el año 20 S/0.2. Por otro lado, proyecciones para horizontes temporales más extensos implica asumir una mayor cantidad de supuestos sobre factores estructurales, tales como la dinámica poblacional, el clima, entre otros.

La diferencia se dará en dos parámetros principales: IMD y costo por km. El costo por km según el MTC (2019b) es de S/490,176, mientras que el del PI 2356400 es de S/394,095. Asimismo, se ha trabajado con dos tráficos, uno de 190 vehículos día y otro de 50 vehículos día, este último tomando como referencia el PI citado. En ambos casos se asume un costo de mantenimiento anual de 10% a partir del año de funcionamiento del camino.

Cuadro 9 Principales parámetros del modelo RED

Parámetro	PI 2356400	MTC 2019
Km	96	96
Costo por km (S/)	394,095	490,176
Costo total (S/)	37,833,120	47,056,896
Costo de mantenimiento anual (S/)	3,783,312	4,705,690

Los resultados presentados en el siguiente cuadro muestran que a los costos estimados por km y para ambos escenarios de tráfico, ninguna de las alternativas presentaría un valor actual neto (VAN) mayor a cero. Es decir, los beneficios por reducción del costo de viaje no justificarían la inversión en caminos. La alternativa menos costosa, la vía afirmada con un costo de S/394 mil por km o S/37.8 millones para todo el trazo vial, presenta el VAN más alto de -S/13.06 millones en el escenario de IMD de 190. De la misma manera, la alternativa con costos del MTC, con un costo por km de S/490 mil o S/47 millones en total, presenta un VAN de -S/19.36 millones para el mismo nivel de tráfico. El VAN del escenario del PI 2356400 baja a -S/22.23 millones y el del escenario MTC a -S/28.54 millones para el caso de un IMD de 50.

Cuadro 10 Resultado del análisis costo beneficio del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado

Tráfico	Costos		Costo máximo (VAN=0)	
	PI 2356400	MTC (2019)	Por km	Total
IMD 190	VAN -S/13.06 millones	VAN -S/19.36 millones	S/194,920	S/18,712,337
IMD 50	VAN -S/22.23 millones	VAN -S/28.54 millones	S/55,071	S/5,286,839
IMD mínimo (VAN=0)	390 veh/día	486 veh/día		

Asimismo, se realizó un ejercicio de sensibilidad, cuyos resultados se presentan en el cuadro anterior, para conocer cuánto deberían de reducirse los costos de cada alternativa o cuánto debería de aumentar el tráfico normal para que sea mínimamente

viable su inversión. De acuerdo con la simulación del escenario con IMD de 190, los costos deberían ser de S/194 mil para obtener un VAN igual a cero, es decir, los costos deberían reducirse entre 51% (alternativa del PI 2356400) y 60% (costos MTC). Mientras que en el caso de IMD 50, los costos deben ser de S/55 mil, entre -86% (PI 2356400) y -89% (MTC) de los costos utilizados.

Con respecto al tráfico mínimo para obtener beneficios que compensen los costos de construcción, este se encontraría en un rango de 390 (bajo costo) a 486 (alto costo), similar al número de vehículos que transitan en la ruta Constitución-Dv. Puerto Bermudez-Pte. Palcazú (L.D. Pasco/Huánuco) en Pasco (IMD 467) o la ruta Cangallo-Huancapi en Ayacucho (IMD 389). Asimismo, el tráfico de 390 vehículos diarios equivale a una quinta parte del tráfico entre Puente Inambari y Mazuko o Mazuko y Santa Rosa, y la mitad del tráfico entre Puerto Maldonado y Alegría. Con respecto a tramos de menor tráfico de la IOS, el tráfico requerido sería entre 40% y 79% superior a lo reportado entre Alegría – Iberia – Iñapari.

Cuadro 11 Índice Medio Diario de tramos de la red vial en Madre de Dios – 2016.

Inicio	Fin	IMD	% IMD 390	% IMD 486
Pte. Inambari (LD Cusco/Madre de Dios)	Mazuko	1681	23%	29%
Masuko	Santa Rosa	1519	26%	32%
Puerto Maldonado	Alegría	864	45%	56%
Alegría	Iberia	276	141%	176%
Iberia	Iñapari	271	144%	179%

Fuente: MTC.

En conclusión, el proyecto de interconexión vial Boca Manu-Boca Colorado implica mayores costos que los beneficios que generaría en términos de reducción de costo de transporte debido al bajo volumen tráfico.

5.2. Incorporación de externalidades

A continuación, se presenta la metodología de estimación de las dos externalidades consideradas: (i) deforestación y el valor de la reducción de captación y fijación de carbono, y (ii) mejora en los ingresos agrícolas.

5.2.1. Deforestación y reducción de captación y fijación de carbono

El desarrollo de este tramo conlleva varios desafíos. En particular, representa un reto para el desarrollo sostenible del sistema socioecológico amazónico, sobre todo en términos de conservación de los bosques y cuerpos de agua, así como de sus servicios ecosistémicos, y de protección de los territorios de comunidades nativas, poblaciones indígenas y ribereñas y en aislamiento voluntario (el proyecto vial limitaría con el Parque Nacional del Manu, la Reserva Comunal Amarakaeri y la Reserva Territorial Madre de Dios).

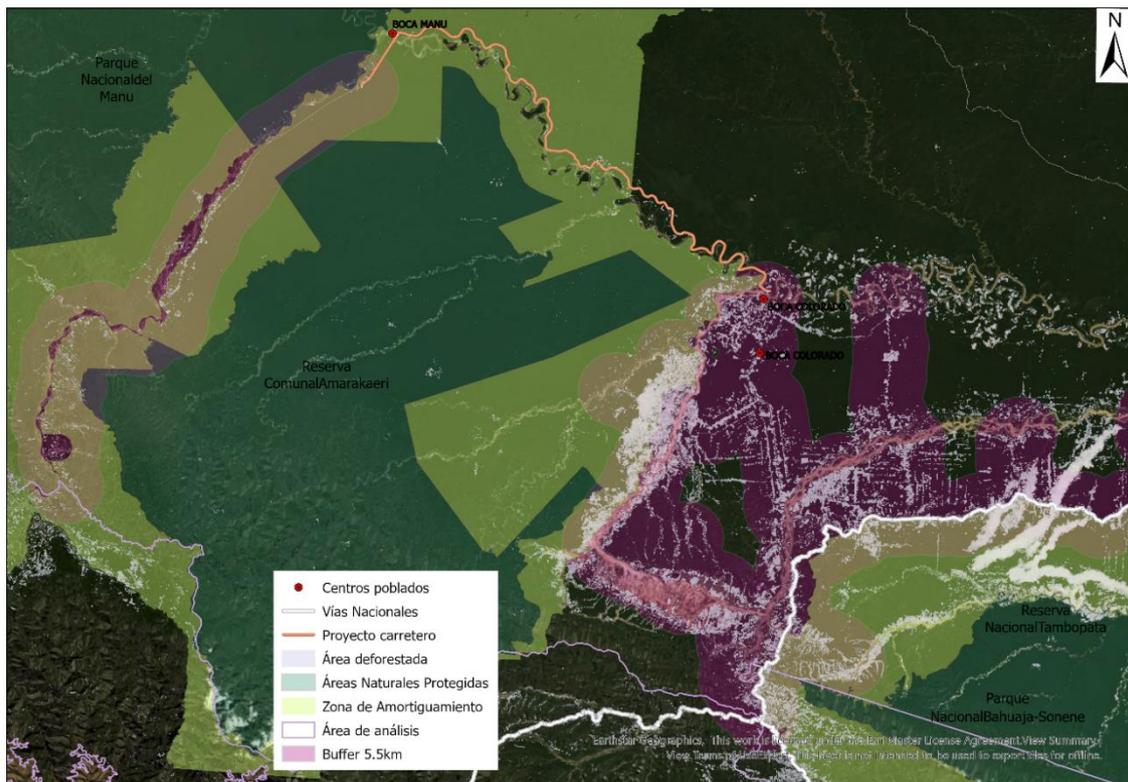
La pérdida de cobertura boscosa por procesos de degradación y deforestación son los principales peligros que enfrentan los bosques primarios de selva alta y selva baja. Esta pérdida tiene efectos en los servicios ecosistémicos que brindan los bosques: en los hábitats de muchas especies, aumenta las emisiones de dióxido de carbono y produce el desarrollo de enfermedades (e. g. malaria o dengue), entre otros (Minam y Minag 2011). Las causas y drivers de la deforestación y del proceso de cambio de uso de la

tierra en la Amazonía peruana están altamente documentadas (Armas et ál. 2009, Bedoya 1991, Dourojeanni et ál. 2009, Elgegren 2005, Velarde et ál. 2010, Yanggen 1999). Actualmente, dentro de las principales causas de deforestación y degradación de la Amazonía peruana se encuentran los proyectos de infraestructura junto con la agricultura, la ganadería, el cultivo de coca, la extracción de oro aluvial y los caminos forestales (Finer y Novoa, 2017). A estos procesos directos se unen causas subyacentes, como los factores demográficos, económicos, políticos, institucionales y culturales (Geist y Lambin 2002, Velarde et ál. 2010). Estos factores impulsores interactúan entre sí potenciando o motivando entre ellos su expansión y, por ende, amplían la magnitud de la deforestación. De todas estas causas, el factor primordial que añade presión sobre el bosque es la existencia de carreteras, que se convierten en los vectores de ingreso y ocupación del bosque (Geist y Lambin 2002, Kaimowitz 2002, Dourojeanni et ál. 2009).

A diferencia del Brasil, son pocas las carreteras que han penetrado en la Amazonía peruana, lo que se ve reflejado en las tasas moderadas de deforestación histórica. Sin embargo, han sido justamente las pocas carreteras hacia y a través de la Amazonía peruana y sus vías secundarias las que se han convertido en los ejes principales de la deforestación. La implementación de infraestructura implica la apertura de vías de acceso tanto para la población como para la industria de hidrocarburos (Dourojeanni et ál. 2009). Esto se debe a que facilita el acceso a nuevas áreas de bosque y, sobre todo, fomenta la migración de agentes dependientes de otros drivers como la expansión agrícola y la extracción maderera (Soares-Filho et ál. 2006). En particular, las carreteras Federico Basadre, que conecta Lima y Pucallpa con la Carretera Marginal de la Selva (Amazonía Central), y la Interoceánica Sur (ilustración 4.2), que une al Perú con Brasil atravesando los bosques de las regiones de Cusco, Puno y Madre de Dios (Amazonía Sur), son casos comprobados de la deforestación que produce la construcción de carreteras en la Amazonía sin una planificación adecuada (Dourojeanni et ál. 2009).

Por tanto, a pesar de las pocas vías de acceso a gran escala, las carreteras, junto con sus accesos secundarios, han sido los principales agentes que han fomentado a los anteriores drivers de deforestación. Ello evidencia la importancia de analizar sus impactos sobre los bosques y sus recursos, y sobre la población y sus actividades para una gestión adecuada del territorio. El incremento de la accesibilidad a través del tramo Boca Manu – Boca Colorado podría transformar la dinámica económica y social, sobre todo la migración y aparición de nuevos asentamientos humanos y de la frontera agrícola en detrimento del bosque, como ha sucedido con el tramo Atalaya – Diamante. También podría fomentar prácticas ilegales como la caza furtiva, la tala ilegal, producción ilícita de coca y minería ilegal. Con respecto a esta última, la parte del tramo en Boca Colorado se conectaría a un área de intensa actividad minera aluvial causante de la mayor deforestación a lo largo de la red fluvial y vial nacional en esta área.

Mapa 6 Deforestación actual en el área relacionada al proyecto carretero boca manu – boca colorado con énfasis en las áreas alrededor de las redes viales



Frente a esta problemática, el presente análisis se centra en proyectar el efecto que tendría la construcción del proyecto vial Boca Manu – Boca Colorado en la cobertura boscosa. En particular, se aplicará un método que permite calcular el porcentaje y área de bosque que se verían afectados de manera directa e indirecta ante la construcción del proyecto.

Existen varios métodos y modelos para estimar qué áreas serían las más sensibles a ser deforestadas en un escenario posterior a la ejecución de proyectos viales específicos (por ejemplo, Ledezma y García 2015) o en conjunto (Vilela et al. 2020) En la mayoría de los casos se asumen escenarios: un escenario sin la presencia de las redes viales, donde se analiza cómo avanza la deforestación si no existen estas intervenciones, y un segundo escenario con deforestación derivada de la construcción de carreteras.

Como ejemplo se tiene el estudio de Ledezma y García Díaz (2015), donde las proyecciones de deforestación se realizaron en base a mapas quinquenales de cambio de cobertura entre 1985 y 2011, además de un grupo de variables explicativas de los cambios ocurridos en el periodo mencionado. Para desarrollar el modelo de predicción en base a dicha información, se utilizó el módulo LCM (Land Change Modeler) del software IDRISI Selva, obteniendo proyecciones para dos tipos de cambio de cobertura vegetal: cambios de bosque a áreas agrícolas, y cambios de bosque a áreas de vegetación secundaria. Luego realizaron modelos explicativos para para cada cambio obteniendo como resultado mapas del potencial de transición para ambos tipos de cambio y luego procedieron a la predicción de la cobertura considerando un buffer de 20Km a cada lado del proyecto de carretera entre Pucallpa y la frontera con Brasil hacia Cruzeiro do Sul con fecha de finalización en 2031, donde la cantidad de cambio es

entendida como la asignación de píxeles que se modifican, son modelados a través de un “Análisis de cadena de Márkov”.

Otro ejemplo son los estudios de Britaldo Soares-Filho sobre predicción de deforestación aplicado a todo el espacio amazónico peruano. A base de un conjunto de variables topográficas, de accesibilidad, productivas, sociales y del bosque, y utilizando información de deforestación de 2000-2005, se estima la probabilidad de deforestación con un modelo estadístico bayesiano denominado pesos de evidencia a través del software Dinámica Ego. Básicamente, el software calibra los parámetros utilizando datos de 2000 y los proyecta a través de la información de 2005 para predecir los riesgos de deforestación futura (Giudice 2009). Si bien los modelos no son simplistas por el hecho de que no asumen una tasa de deforestación constante en el tiempo, sino más bien que lo que se mantiene son las causas subyacentes que generan la deforestación y la proporción en la que afectan a esta en el corto plazo, el último no operativiza los posibles cambios en el corto plazo. En otras palabras, dado que Dinámica Ego calibra los parámetros con variables anteriores, no puede evaluar cómo cambios en el stock de infraestructura de energía o transporte que todavía no han sido ejecutados podrían hacer variar los resultados, sobre todo en el Perú, donde no hay suficientes obras de infraestructura como para calibrar correctamente los parámetros.

Por ello, para proyectar la deforestación que podría causar la construcción del proyecto vial Boca Manu – Boca Colorado, es necesario examinar las relaciones espaciales actuales entre las redes viales existentes en Madre de Dios y la deforestación, así como los elementos que delimitan la deforestación directa o indirecta, por ejemplo las Áreas Naturales Protegidas. Para ello se recopiló una serie de capas de información provenientes de fuentes oficiales. Se ha obtenido la información más actualizada de las redes viales nacional, departamental y vecinal del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en el departamento de Madre de Dios. Las redes nacionales y departamentales son consideradas como las redes oficiales, mientras que algunas vías de las redes vecinales han sido consideradas como no oficiales cuando su tabla de atributos indica que no provienen de procesos oficiales. Las tres redes han sido integradas en una sola capa denominada “todas las vías existentes”, en la cual no se consideran los tramos proyectados contenidos en la fuente oficial como parte de las redes viales.

Con respecto a las áreas de bosque húmedo amazónico remanente y las áreas deforestadas, toda la información ha sido obtenida de la plataforma de monitoreo de los cambios sobre la cobertura de los bosques (GEOBOSQUES) del Ministerio del Ambiente (MINAM). En 2013, el Programa Nacional de Conservación de Bosques (Programa Bosques) y el Proyecto REED+ del MINAM, con el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) y la Sala de Observación de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), generaron y publicaron información sobre la cobertura y pérdida de los bosques de manera conjunta aplicando una metodología desarrollada por la Universidad de Maryland que utiliza imágenes LANDSAT para detectar la pérdida de bosques anualmente. Actualmente se continúa aplicando la misma metodología generando información sobre la pérdida de bosque anual a una resolución de 30m, actualizada al 2019. Esta información se ha utilizado de manera descompuesta en “Nobosque2000” (superficie sin cobertura boscosa al 2000), “Deforestación2019” (bosque deforestado entre el 2001 y el 2019) y la pérdida anual de bosque del 2001 al 2019.

La información para los elementos limitantes de la deforestación se ha recopilado considerando principalmente información de las Áreas Naturales Protegidas nacionales

y las Áreas de Conservación Privada, así como las zonas de amortiguamiento. Para las condiciones habilitantes de una ampliación de la deforestación se han considerado los centros poblados del Censo Nacional 2017 proporcionados por el Instituto Nacional de Información y Estadística (INEI), y las coberturas y cambios de uso de la tierra de GEOBOSQUES.

Cuadro 12 Capas de información utilizadas

Capas	Descripción	Fuente	Actualización
sinproy_todasvias	Ejes viales nacionales, departamentales y vecinales en MdD	SINAC- MTC	Set 2019
todasvias_cerca	Ejes viales nacionales, departamentales y vecinales cercanos al proyecto		
Proyectado	Tramo nacional Boca Manu a Boca Colorado		
Deforestacion19	Deforestación total 2001 – 2019	GeoBosques- MINAM	2019
Hidrografia	Principales ríos		
Nobosque2000	Área sin presencia de bosque al 2000		
Pérdida19	Deforestación anual 2001 – 2019		
ACPs	Áreas de conservación privada	SERNANP- MINAM	2021
ANPs	Áreas naturales protegidas		
ZA_ANPs	Zonas de amortiguamiento		
DEM 30	Modelo digital de elevación 30 metros de resolución	CIGAR	
CCNN	Comunidades nativas	SICNA - IBC	2020
Cp2017	Centros poblados del censo 2017	INEI	2017

En la Amazonia, la mayor parte de la deforestación se produce en las proximidades de las carreteras principales (Barber et al. 2014). La mayoría de los estudios que analizan el papel de estas carreteras en la deforestación señalan que aproximadamente entre el 60% y 90% de la deforestación sucede entre un radio de 50km y 100km (Alves 2002; Asner et al. 2006; Chomitz and Thomas 2001; Nepstad et al. 2001). Sin embargo, el estudio de Barber et al. (2014) señala que estas medidas son muy grandes para definir las áreas de deforestación pues abarcan 40% y 63% de la Amazonía respectivamente y generan predicciones imprecisas y marginales de la deforestación. En otros estudios, como es el caso de los estudios de Ledezma y García Díaz (2015) y Vilela et al. (2020), se utiliza un área buffer de 20km a cada lado del proyecto carretero, pero no se precisa la elección de dicha distancia.

En el presente análisis, se calculan las áreas probables a ser deforestadas en un radio de 5.5km del trazo proyectado para la carretera que unirá Boca Mano y Boca Colorado, en Madre de Dios. Se ha seleccionado esta área buffer sobre la base de los hallazgos de Barber et al. (2014), que indican que el 94,9% de toda la deforestación en la Amazonia brasileña se ha producido en una zona accesible bien definida a menos de 5,5 km de algún tipo de carretera o a 1,0 km de un río navegable. Si bien en la actualidad no existe una propuesta definida de esta carretera, el presente análisis está ligado únicamente a proponer una metodología que pueda ser replicable en cualquiera de las propuestas posibles. Por esa razón, se ha elegido la vía proyecta por el MTC a setiembre de 2019. A partir de esta vía se genera un buffer de 5.5km. Luego se estima la deforestación actual en este buffer y, en base a los últimos 10 años, se proyecta la deforestación sin el proyecto carretero.

Como se indicó anteriormente, el cálculo de la deforestación está basado en relaciones preexistentes entre carreteras y áreas deforestadas. Para calcular el impacto que tienen las carreteras en la deforestación, primero es necesario cuantificar el porcentaje de terreno deforestado a una determinada distancia de las carreteras. Al encontrar la relación entre las carreteras existentes y la deforestación, se puede estimar posteriormente la deforestación que se evita con la prohibición de la carretera propuesta. Para ello se necesita tener las carreteras más actualizadas y una capa del área

deforestada alrededor de ellas. La deforestación suele producirse en pequeñas parcelas, no en grandes franjas ininterrumpidas. Normalmente, se deforestan pequeñas franjas de bosque mediante un proceso denominado agricultura de tala y quema. En la agricultura de tala y quema, los agricultores cortan y queman parcelas de bosque para crear campos. La biomasa quemada sirve de abono para la agricultura en las tierras despejadas. Esta técnica agrícola se ha practicado durante siglos en todo el mundo, incluida la Amazonía. En pequeñas cantidades, la agricultura de tala y quema puede ser sostenible. Pero cuando se generaliza, se despejan áreas masivas en poco tiempo, y puede afectar drásticamente a un ecosistema. Otro patrón notable es que la deforestación a veces termina abruptamente con límites bastante marcados, definidos por las áreas protegidas, que prohíben o restringen en gran medida la deforestación. Las áreas protegidas son de dos tipos: bosques protegidos y territorio indígena. Las zonas protegidas parecen ser un eficaz elemento disuasorio de la deforestación.

A diferencia de las carreteras oficiales, que conectan las ciudades, las carreteras no oficiales acceden a zonas más profundas de la selva tropical y conectan las propiedades rurales. Para estimar cuánta deforestación causaría una carretera propuesta si se permitiera su construcción, primero se necesita averiguar cuánta deforestación está asociada a las carreteras existentes. Si la red carretera es muy grande, es posible trabajar con una muestra, esto varía un poco los resultados, pero no tanto. Con la muestra de carreteras seleccionada, se puede empezar a realizar el análisis de la muestra. Para ello es necesario calcular un buffer o zona de amortiguamiento. Utilizando los datos de deforestación, se sabe que la mayor parte de la deforestación se produce a 5,5 kilómetros de las carreteras, por lo que el buffer representa esa zona.

Al tener el área de muestra dentro de los 5,5 kilómetros de las carreteras y la muestra de la deforestación dentro de ese buffer, se puede calcular el porcentaje de la zona buffer que está deforestada. Una vez que se conoce el porcentaje de área deforestada en un radio de 5,5 kilómetros de las carreteras, en el caso de que se construyera una nueva carretera en esta zona de muestra, se puede predecir que un porcentaje similar de terreno en un radio de 5,5 kilómetros de esa carretera se deforestaría. Se utiliza entonces el porcentaje de área deforestada en un radio de 5,5 kilómetros para estimar el área en hectáreas que se deforestaría si se construyera la carretera propuesta.

Dado que en Madre de Dios la velocidad de deforestación relacionada a las carreteras es bastante heterogénea. Se han utilizado diferentes muestras para proyectar diferentes velocidades de deforestación en un lapso de 10 años. Las posibilidades analizadas son:

1. **Escenario de baja deforestación:** Considerando la deforestación y cambio de uso del suelo en un tramo como Shintuya – Diamante. Esta muestra se ha considerado dado que el tramo es aledaño al proyecto carretero y ha tenido una continuidad lenta de construcción que ha habilitado la aparición y expansión de asentamientos humanos y actividad agrícola de pequeña escala.
2. **Escenario de alta deforestación:** Considerando la deforestación y cambio de cobertura en toda la red vial de Madre de Dios. Esta no es propiamente una muestra pues considera toda la red vial existente en Madre de Dios. Este comportamiento se considera porque el proyecto carretero Boca Manu – Boca Colorado conformaría una vía de unión entre la red vial Atalaya-Diamante y la red vial suroeste en Madre de Dios.

dos últimas columnas del cuadro referidos al valor de la pérdida en captura y fijación de CO2 a precios sociales.

Cuadro 13 Estimación de deforestación, reducción en captura y fijación de carbono y valorización

Año	Deforestación (ha)					Carbono (t) Diferencial x 71 Mg C/ha		Millones de \$/ Carbono (t) x \$7.1/t x \$3.35/\$	
	Sin proyecto	Baja deforestación		Alta deforestación		Baja	Alta	Baja	Alta
		Con proyecto	Diferencial	Con proyecto	Diferencial	deforestación	deforestación	deforestación	deforestación
1	471	471	0	471	0	0.00	0.00	0.000	0.000
2	503	582	79	857	355	5,604.99	25,173.98	0.135	0.605
3	546	636	90	938	392	6,385.14	27,851.51	0.153	0.669
4	589	876	287	1118	529	20,368.21	37,560.02	0.489	0.902
5	631	659	28	1235	604	2,010.46	42,910.60	0.048	1.031
6	682	731	49	1096	413	3,458.83	29,350.78	0.083	0.705
7	705	761	56	1195	491	4,010.75	34,844.35	0.096	0.837
8	743	856	113	1460	718	8,042.41	50,947.46	0.193	1.224
9	783	841	58	1172	389	4,135.86	27,647.24	0.099	0.664
10	829	934	105	1814	985	7,447.42	69,941.11	0.179	1.680
Valor Actual								1.053	5.528

Nota: Principales parámetros: tipo de cambio S/3.35, precio social del CO2 \$7.1/t y factor de conversión de ha a CO2 71 Mg C /ha.

5.2.2. Ingresos agrícolas

La reducción del costo de transporte permite un mejor acceso al mercado, lo que implica dos posibles efectos: (i) mayor porcentaje de venta de la cartera de cultivo y (ii) expansión agrícola. Para el primer efecto presentamos una propuesta metodológica con supuestos mínimos en función de la información secundaria disponible. En el caso del segundo efecto, se encontró importantes restricciones metodológicas. Una alternativa, es estimar el valor de la expansión agrícola como un porcentaje de la deforestación. Por ejemplo, según la ENBCC (2016), el 51.6% de la deforestación se debe a la agricultura. No obstante, no queda claro a partir de qué año empezaría a operar una lógica de expansión agrícola de acceso a mercado en tanto se da un proceso paralelo de mayor porcentaje de ventas. Por ello, solo se consideró los ingresos agrícolas correspondientes al primer efecto mencionado.

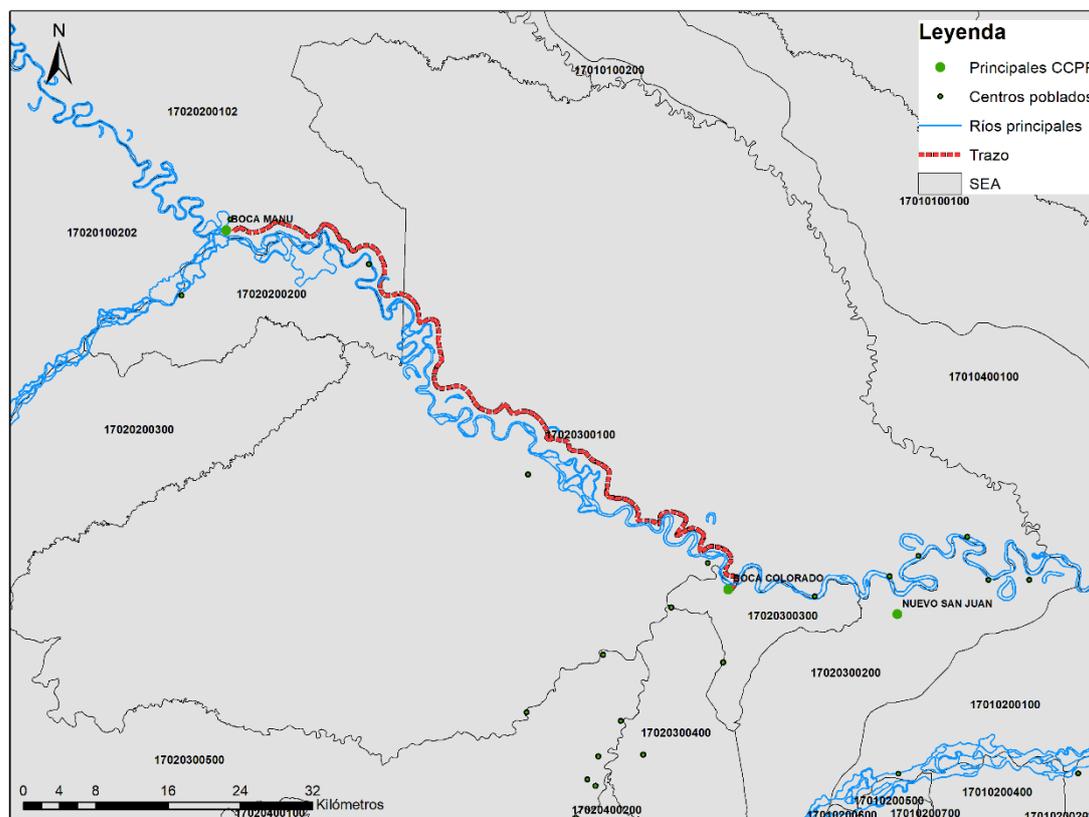
Como se vio con los datos descriptivos del CPV 2017, el 27.3% de la PEA ocupada del ámbito se dedica al sector agropecuario, y más del 65% en el caso de la CN Isla de los Valles, CN Puerto Azul, CN Diamante, CN Boca Ishiriwe y Villa Unión. Por ello, se ha estimado los beneficios en ingresos agrícolas mediante el diferencial en el valor bruto de producción (VBP) entre el escenario con proyecto frente al escenario sin proyecto.

Se ha considerado la información del IV Censo Nacional Agropecuario del año 2012 correspondiente a los siguientes Sectores de Empadronamiento Agropecuario (SEA):

- 17020300100 corresponde al área que cruza el trazo y se localiza la CN Boca Ishiriwe, la CN Puerto Azul - Barraca y la CN Masenawa,
- 17020200102 donde se localiza Boca Manu y la CN Isla de los Valles,
- 17020200200 donde se localiza la CN Diamante, y
- 17020200300 donde se localiza Boca Colorado.

Una limitante de esta información es que considera extensiones fuera del área de 10 km alrededor del trazo, lo cual podría corregirse mediante trabajo de campo.

Mapa 8 Sectores de Empadronamiento Agropecuario cercanos al trazo del proyecto vial Boca Manu-Boca Colorado



Fuente: IV CENAGRO 2012 y CPV 2017.

De esta manera, se estimó la estructura de cultivos del área de estudio. En total, se calculó 954 ha de cultivo, de las cuales 863 (90%) corresponde a pasto brisanta, brizanta o braqueara (50%), plátano (15%), yuca (8%), camu camu (6%), maíz amarillo duro (5%), cacao (2%), castaña (2%) y piña (1%). En promedio, solo se destina a la venta el 30% de las hectáreas cultivadas, lo que implica una brecha de acceso a mercado del 70%. Como una aproximación a la mejora de ingresos agrícolas, se simuló el siguiente escenario. El trazo reduce los costos de transporte, de tal manera que mejora la accesibilidad al mercado. Entonces, una fuente potencial de beneficios es la venta del total de áreas de producción agrícola, es decir, el 70% cuyo principal destino no es la venta. Sin embargo, las cifras del IV CENAGRO de extensión son del 2012. Según el mapa de Superficie Agrícola Nacional 2018 (SAN), estas SEA contienen un total de 629 ha, significativamente menor que las 954 que reporta el IV CENAGRO. Por otro lado, según la información distrital de cultivo del MIDAGRI, la superficie agrícola de los distritos Fitzcarrald y Madre de Dios aumentó a una tasa anual de 19% entre 2015 y 2019, y a nivel de Madre de Dios a 8%. Ante la inconsistencia de los datos oficiales, se ha optado por utilizar la información registrada por el IV CENAGRO, la cual implicaría una sobre estimación según el SAN y una subestimación según cifras del MIDAGRI. De esta manera, el incremental potencial de área agrícola sería de 619 ha correspondiente a los principales cultivos comerciales identificados en las SEA.

Cuadro 14 Valor Bruto de Producción por hectárea de cultivos con brecha de acceso al mercado

Cultivo	Hectáreas	Porcentaje	Hectáreas cuyo destino es la venta	Porcentaje	Porcentaje de ha cuyo destino es la venta	Incremental potencial 2012
Pasto Brisanta, Brizanta o Braqueara	479	50%	6	2%	1%	473
Plátano	146	15%	74	26%	51%	72
Yuca	80	8%	40	14%	50%	40
Camu Camu	57	6%	57	20%	100%	0
Maiz Amarillo Duro	52	5%	23	8%	43%	29
Cacao	22	2%	21	7%	98%	1
Castaña	16	2%	16	6%	100%	0
Piña	11	1%	7	2%	58%	5
Sub total 90%	863	90%	243	84%	28%	619
Total	954	100%	291	100%	30%	663

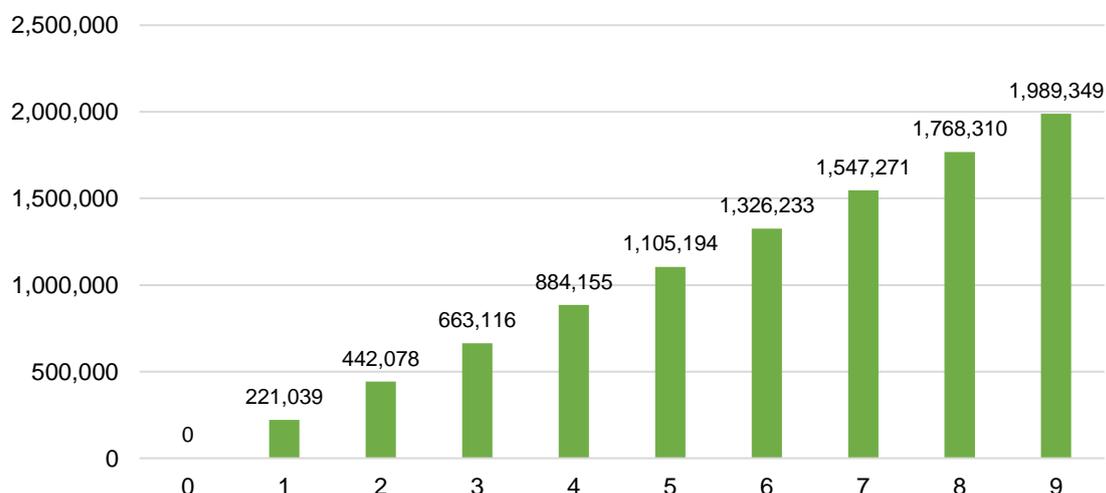
Fuente: IV CENAGRO. Se consideró las SEA 17020200102, 17020200200, 17020200300, y 17020300100.

Los cultivos para los cuales se encuentra una brecha de acceso a mercado son pasto, plátano, yuca, maíz amarillo duro, cacao y piña. Para estos cultivos se ha estimado el valor bruto de producción por hectárea. Para ello, se utilizó información del MIDAGRI de precios, producción y superficie cosechada a fin de estimar el valor bruto de producción por hectárea como aproximación a la rentabilidad agrícola. Por otro lado, se asume que el incremental de ventas se distribuye de forma uniforme y acumulativa a partir del año 1, es decir, el año cero no presenta ingreso agrícola adicional en tanto la vía no se encontraría operativa. Como resultado, se obtiene un ingreso agrícola de S/6.2 millones en valor presente (2020).

Cuadro 15 Valor Bruto de Producción por hectárea de cultivos con brecha de acceso al mercado

Cultivo	Soles / ha
Pasto Brisanta, Brizanta o Braqueara	1,100
Plátano	10,694
Yuca	13,306
Maiz Amarillo Duro	1,970
Cacao	3,211
Piña	21,869

Gráfico 4 Ingreso agrícola por mayor porcentaje de ventas



5.2.3. Resultados del modelo RED con externalidades

Para la estimación de externalidades se consideró únicamente el mejor escenario de efectos directos con alto tráfico y bajo costo, debido a que, si dicho escenario no presenta una rentabilidad mínima, el resto de escenarios tampoco lo harán. Esto corresponde al escenario de alto tráfico con un IMD de 190 y un costo de S/18.7 millones o S/394 mil por km, el cual arroja un VAN de -S/13.06 millones. Los costos de la deforestación son de S/1.053 millones en el escenario de baja deforestación y de S/5.528 en el escenario de alta deforestación. Del mismo modo, los beneficios por ingresos agrícolas son S/6.2 millones. Así, el VAN en el escenario con baja deforestación es de -S/7.91 millones y en el caso de alta deforestación -S/12.39 millones. En el escenario de alta deforestación, los beneficios agrícolas son equiparables al costo de pérdida del bosque en términos de reducción de captura y fijación de carbono. Este costo sería superior de incluir otras externalidades negativas como la pérdida de biodiversidad, medios de vida, etc. Del mismo modo, los ingresos agrícolas debido a la expansión agrícola deberían ser de más de 12.39 millones a fin de obtener un VAN mayor a cero.

Cuadro 16 Resultados del Modelo RED con externalidades

Efecto	Valor Presente 2020 (millones de S/)
<i>Efectos Directos</i>	-13.06
<i>Efectos indirectos</i>	
Beneficios agrícolas	6.20
Costo deforestación	Baja -1.05 Alta -5.53
VAN Baja deforestación	-7.91
VAN Alta deforestación	-12.39

6. Alternativas de conectividad en la Amazonía

6.1. Retos del transporte fluvial

Los resultados del análisis costo beneficio de la alternativa de conectividad vial entre Boca Manu y Boca Colorado, muestran que esta no sería rentable en términos sociales. Sin embargo, la necesidad de conectividad de la población persiste. El transporte influye directamente en la calidad de vida de la población ya que facilita el acceso a servicios básicos (como los de salud y educación), a mercados, a centros de labores, a actividades de esparcimiento y turismo, entre otros. En este sentido, se puede decir que contar con un servicio de transporte que cumpla con estándares mínimos de seguridad, comodidad, calidad y accesibilidad es fundamental para el ejercicio de la ciudadanía (Barbosa et al., 2017). La tarea de proveer un servicio de transporte con estas características en la Amazonía ha sido particularmente desafiante debido a las características naturales que influyen en las grandes distancias que existen entre las localidades amazónicas, por lo que hoy en día es la región con mayores deficiencias en términos de conectividad.

Las obras de transporte en la región amazónica han priorizado el transporte terrestre, en particular el carretero, a pesar de los significativos impactos ambientales y sociales que generan. En contraste, el transporte fluvial, a pesar de ser el sistema de transporte predominante en la Amazonía y de revelarse como el más conveniente desde el punto de vista ambiental y financiero, es el menos desarrollado en la región. Este tropiezo con

diversas deficiencias organizativas y de infraestructura que limitan sus posibilidades de desplegar a pleno su potencial (Bara et al., 2007; Vasconcelos, 2017).

Los ríos, que en esta región son casi siempre navegables, son elementos indispensables para la organización socioespacial en la Amazonía ya que son esenciales para la locomoción y, en algunos casos particulares, constituyen la única o casi exclusiva vía de acceso, como en el caso del acceso a puertos remotos y áreas inundadas donde la construcción de carreteras es impracticable (Barbosa et al., 2017; Simões, 2015; Vasconcelos, 2017). Sin embargo, la importancia de los ríos en la Amazonía trasciende su rol funcional para el transporte de bienes y personas. Como en muy pocos otros casos en el mundo, los ríos en la Amazonía son una parte muy importante de la cultura local, como forma de vida y de ocupación. Así, puede ser considerado como un potencializador de las relaciones sociales, ya que a causa de él se dan varias prácticas que producen relaciones sociales, políticas, económicas y culturales (Barbosa et al., 2017). Esta fuerte relación con los ríos forma parte de la identidad amazónica (Vasconcelos, 2017) y deberá ser considerada dentro de las políticas públicas.

Tal como destaca Carvalho (2010), en la Amazonía el río es la carretera. Es un elemento fundamental para el desarrollo de la infraestructura de transporte en la región, y la modalidad fluvial presenta diversos beneficios frente a la terrestre. En esta región, los ríos son casi siempre navegables por lo que no se requiere de macro inversiones para su implementación (Dos Santos & Ferreira, 2015). El costo calculado para la implementación de vías fluviales en la Amazonía brasileña es seis (6) veces menor al que se calcula para la implementación de carreteras y siete (7) veces menor al que se calcula para la implementación de transporte ferroviario. Así mismo, cuando se consideran, además de los recursos de constitución, los necesarios para la operación y mantenimiento de los distintos tipos de transporte, el costo de cada tonelada por milla del transporte fluvial es equivalente al 1% del costo del transporte aéreo, 4% del costo del transporte carretero y 27% del costo del transporte ferroviario (Simões, 2015).

Así mismo, el transporte fluvial se revela como la modalidad de transporte más compatible con los patrones regionales de uso del suelo, distribución de población, distancias a recorrer y con la fragilidad de los ecosistemas predominantes, de gran riqueza biológica (Bara et al., 2007). Se estima que el transporte fluvial emite menos gases contaminantes (2 y 6 veces menos que el transporte ferroviario y carretero, respectivamente) y consume menos combustible (2 y 19 6 veces menos que el transporte ferroviario y carretero, respectivamente), lo que demuestra una mayor eficiencia energética: 29 veces mayor respecto al transporte por carretera y 6 veces mayor respecto al transporte ferroviario. Otra forma de corroborar la eficiencia energética de las vías navegables es comparando los requerimientos por tipo de transporte para el desplazamiento de 10,000 toneladas: para transportarlas por vía fluvial se requerirían 4 transbordadores; por vía ferroviaria, 100 vagones; y por carretera, 400 camiones. Con ello se hace evidente que el transporte fluvial demanda un menor consumo de combustibles e implica por lo tanto una menor cantidad de emisiones (Simões, 2015). Claramente, la estimación del daño ambiental no puede basarse solo en los parámetros de emisión de contaminantes. También existen riesgos ambientales relacionados al transporte y la construcción de vías navegables, como el socavamiento de arroyos, la fuga de combustible, basura y aguas servidas por embarcaciones, el estrés excesivo de la fauna acuática y la construcción de presas. Sin embargo, si bien estos impactos ambientales no son despreciables, su magnitud y las posibilidades de mitigación de las eventuales intervenciones físicas son más controlables y a costos

mucho más razonables que las que resultan de otras alternativas de transporte, en particular el modo carretero (Bara et al., 2007).

El siguiente cuadro sistematiza los principales beneficios encontrados en la literatura regional sobre transporte fluvial:

Cuadro 17 Beneficios de la modalidad de transporte fluvial en la Amazonía

Beneficios	
1. Uso predominante:	El transporte fluvial es de uso predominante en la región.
2. Mayor accesibilidad:	El transporte fluvial permite el acceso a zonas muy remotas o inundadas, donde la construcción de carreteras es impracticable.
3. Menor costo de implementación:	Dado que los ríos amazónicos son casi siempre navegables, no se requiere de macro inversiones. La implementación de vías fluviales puede ser entre 6 y 7 veces menor que la de carreteras o ferrovías.
4. Menor costo de transporte:	El costo de cada tonelada por milla del transporte fluvial es equivalente al 1% del costo correspondiente al transporte aéreo, al 4% del correspondiente al transporte carretero y al 27% del correspondiente al transporte ferroviario.
5. Menor contaminación:	Emite 2 y 6 veces menos contaminantes que el transporte ferroviario y carretero, respectivamente.
6. Mayor eficiencia:	Transporta más toneladas por unidad de transporte: 25 y 100 veces más que por ferrovía y carretera, respectivamente. Por lo tanto, consume menos combustible: 2 y 19 veces menos que el transporte ferroviario y carretero, respectivamente.

Elaboración propia.

Pese a estas potencialidades y al gran uso por parte de pobladores locales, este modo de transporte cuenta con un nivel de desarrollo muy incipiente. Actualmente, la prestación del servicio de transporte fluvial en la Amazonía está sujeta a una serie de dificultades que genera no solo descontento, sino también grandes riesgos para los usuarios. Dichas dificultades están vinculadas tanto a las características naturales del entorno como a la falta de una adecuada planificación y de una regulación activa y eficiente. A continuación, se detallan los principales desafíos y deficiencias relacionados al transporte fluvial identificados en la literatura regional:

1. Carácter inestable de los cursos de navegación:

El canal natural, efectivamente navegable, de los ríos o de sus tramos cambia de ubicación con alta frecuencia, tanto de posición como de profundidad. Así, bancos de arena aparecen en lugares donde corto tiempo atrás estaba el canal, y viceversa. Esta es una situación habitual en los ríos de la cuenca amazónica, especialmente los que corren de sur a norte. Tanto el desplazamiento de los ríos, como su carácter meándrico, son fenómenos naturales que tienen su origen en la dinámica de sus componentes, flujo (m³/s), transporte de sedimentos y pendiente. Este carácter inestable también se debe a que los ríos de la Amazonía, en términos geológicos, son relativamente jóvenes, por lo que no tienen un lecho estable. En casi toda la Amazonía los ríos corren en sedimentos terciarios, los cuales no tienen alta resistencia contra el agua y permiten una erosión constante, lo que resulta en la formación de meandros. Sin embargo, cabe mencionar que dichos fenómenos también están influidos por la deforestación a los lados de los ríos, la cual resulta en un aumento del flujo por la falta de cobertura del suelo que al mismo tiempo aumenta el nivel de sedimentos transportados (Bara et al., 2007).

Evidentemente, esta dinámica inestable de los ríos dificulta tanto la navegación como la ubicación de un puerto fijo. El carácter inestable del río Ucayali, por ejemplo, que entre 1995 y 1999 se desplazó lateralmente una distancia equivalente a la mitad de la ciudad

de Pucallpa, sigue siendo una de las principales razones por la cual Pucallpa no ha podido contar con un puerto que satisfaga las necesidades de la región (Bara et al., 2007). Así mismo, la navegación y por lo tanto el flujo de personas y de productos, también se ven afectados por los períodos de vaciantes y crecientes que generan cambios en los cauces de los ríos, lo que deriva en variaciones en el tiempo de viaje y en la capacidad de carga (Vasconcelos, 2017).

2. Ausencia de cartografía de apoyo a la navegación:

Los cambios en el curso de los ríos generan riesgos para la navegación que no son registrados en la cartografía debido a que aquellos cambios ocurren con mucha frecuencia y a que no existe una adecuada actualización de cartas. Los cambios son tan frecuentes que es muy dificultosa la oficialización de una carta náutica, con la responsabilidad que ello implica. Ante esto, existen algunas alternativas técnicas para la publicación de cartas actualizadas, como es el caso de las cartas electrónicas satelitales. Sin embargo, ello implica la asignación de recursos que hoy no están disponibles. Otras alternativas de transición podrían ser, por ejemplo, los croquis de actualización, que tienen cierta utilidad práctica pero que no reemplazan completamente a las cartas náuticas (Bara et al., 2007).

3. Ausencia de señalización:

El comportamiento inestable de los cursos de navegación exige contar con una adecuada señalización, ya que las mutaciones entre canales y bajíos deben ser advertidas a través de las señales, principalmente en los puntos que presentan mayores dificultades e inseguridad para el transporte y maniobra de las embarcaciones. Sin una adecuada señalización, las embarcaciones se guían solo por baquianos, lo que implica no solo riesgos en materia de seguridad, sino también pérdidas en términos de productividad en tanto que solo es posible la navegación diurna. Estos trabajos de señalización no implican complejas intervenciones en los ríos, o cuantiosas inversiones, por lo que constituyen una de las soluciones más inmediatas que se pueden proveer para la mejora de la navegabilidad (Bara et al., 2007; Vasconcelos, 2017).

4. Falta de mantenimiento de los canales de navegación:

Los obstáculos más habituales que dificultan la navegación en los ríos amazónicos son de dos tipos. El primero está relacionado a los obstáculos vegetales. El desprendimiento de árboles y de flora ribereña es un fenómeno habitual en la Amazonía, que responde a causas naturales, pero también a los procesos de deforestación que alteran el comportamiento de las tierras amazónicas, afectando especialmente a las riberas. Como resultado, suelen encontrarse ramas, palos verticales, troncos de árboles incrustados en los lechos, árboles caídos generalmente transversales a la corriente del río, troncos y tallos aislados y finalmente palizadas, que consiste en la acumulación de troncos, tallos y ramas y que son extremadamente peligrosos para la navegación y la seguridad de personas, equipos y bienes. El segundo tipo de obstáculos se forma como efecto de la erosión, la cual genera arena, arcilla, playas de piedras y bancos de sedimentos, hasta islotes, cuando las plantas y los árboles tienen tiempo para crecer (Bara et al., 2007; Fun-Sang Cepeda, 2013).

Por la falta de limpieza y de mantenimiento en las vías fluviales, dichos obstáculos van aumentando a lo largo del tiempo, convirtiendo ciertas zonas de los ríos en difíciles y peligrosas para navegar en ciertas épocas del año, especialmente durante las épocas de escasa lluvia. Ante la falta de mantenimiento, son muchos los casos en los que los pasajeros deben bajarse de las canoas para empujarlas, sobre todo en zonas donde se

conoce que ya han ocurrido accidentes, y así evitar que las embarcaciones choquen con los obstáculos y que, en el peor de los casos, zozobren generando daños físicos y pérdidas humanas (Fun-Sang Cepeda, 2013).

Entre las actividades de limpieza y mantenimiento menos costosas y con menos impactos ambientales se encuentran el diseño y la construcción de barcos capaces de recoger y extraer todos los troncos, tallos, ramas y palizadas. Este tipo de barcos pueden mejorar en gran medida la navegabilidad y, además, al mejorar el flujo de agua del río, contribuir a reducir el riesgo de generación de islas, bancos y playas por sedimentación. En Bolivia, por ejemplo, se han implementado barcos de trabajo diseñados para este propósito en el río Ichilo. Otra alternativa asequible y amigable con el entorno podría ser la instalación de muelles modulares flotantes, removibles en caso de fuertes corrientes, los cuales requieren mínimo mantenimiento y se pueden configurar según las necesidades. Otro método para mejorar la navegabilidad en el río es eliminar las curvaturas en ciertas zonas donde la curvatura restringe las dimensiones principales de las embarcaciones que se proponen para la navegación en el río. Finalmente, el mantenimiento a través de actividades de dragado constituye, junto al método anterior, la alternativa más costosa y con mayores impactos ambientales. Todas o algunas de estas actividades deberían, idealmente, formar parte de una política de mantenimiento de los ríos que responda a las características y necesidades locales (Fun-Sang Cepeda, 2013).

5. Falta de control y seguridad:

La cuenca amazónica tiene una gran extensión geográfica tanto en superficie como en longitud de las vías navegables, y en general son escasos los medios efectivamente dispuestos para su atención en términos de control de la navegación y la seguridad de las personas, los bienes y las embarcaciones. En este contexto, la piratería es un problema aún pendiente y que afecta no solo a las embarcaciones sino también a los pueblos (Bara et al., 2007). Respecto a las actividades de control, debe tomarse en cuenta que los ríos pasan por diferentes jurisdicciones a lo largo de su curso y que, por lo tanto, enfrentan múltiples facultades de control e intervención, incluyendo los niveles locales, municipales y regionales. En este sentido, la capacidad de control y seguridad de la navegación requerirá de una regulación simple y unificada en cuanto a líneas de transporte, autorizaciones, estándares de navegación y tipos de embarcación (Bara et al., 2007).

6. Infraestructura portuaria poco desarrollada:

La ausencia de una buena infraestructura portuaria, con un diseño adecuado a los requerimientos del entorno geográfico y de los flujos actuales y futuros de bienes y personas, es un problema bastante común en la región amazónica y, por lo general, los servicios portuarios de calidad solo están disponibles para atender las necesidades del transporte dirigido a la industria. En cambio, las embarcaciones pequeñas y medianas que sirven a las ciudades y comunidades ribereñas compiten por espacios precarios en las orillas de los ríos para atracar mejor el barco y embarcar/desembarcar personas y productos debido a la alta tasa de embarcaciones y a la falta de políticas de transporte público para atender las embarcaciones (Bara et al., 2007; Fun-Sang Cepeda, 2013; Vasconcelos, 2017).

El desarrollo de infraestructura portuaria enfrenta además desafíos propios de las características naturales de la región. Como ya se mencionó, el desplazamiento de los

ríos dificulta la ubicación de puertos fijos. El carácter inestable del río Ucayali, por ejemplo, que entre 1995 y 1999 se desplazó lateralmente una distancia equivalente a la mitad de la ciudad de Pucallpa, sigue siendo una de las principales razones por la cual Pucallpa no ha podido contar con un puerto que satisfaga las necesidades de la región (Bara et al., 2007). Así mismo, las condiciones tropicales estacionales (vaciantes y crecientes) desarrollan puertos permanentes e intermitentes. Principalmente durante el período de crecidas los puertos ubicados en tierras bajas son desactivados. No obstante, en algunos casos, ciertas calles inundadas terminan funcionando como puertos informales, especialmente para embarcaciones pequeñas (Schor, 2013; Vasconcelos, 2017).

7. Embarcaciones antiguas, informales y sin registro:

La alta antigüedad media de las naves, la informalidad de su construcción, y lo masivo de ambos fenómenos, convergen con otro inconveniente generalizado que es la falta de registro o catastro de las embarcaciones, las que muchas veces incumplen normas de seguridad para las personas y la navegación. La formalización, el profesionalismo y el carácter regular en el servicio es más común en los servicios de transporte vinculados a la industria petrolera y a ciertos casos de distribución de productos regionales. Respecto al servicio de transporte de pasajeros, existe una brecha importante de formalización entre los servicios regulares para los habitantes en las regiones más aisladas y los servicios no regulares establecidos en relación al turismo (Bara et al., 2007).

8. Falta de capacitación para pilotos y tripulantes

Los buques mercantes encargados de la articulación internacional de productos cuentan con todos los recursos tecnológicos para viajar, ya sea en navegación interior o en mar abierto, a diferencia de los buques regionales que, en su mayoría, utilizan los conocimientos tradicionales, transmitido por varias generaciones, para desarrollar la navegación (Vasconcelos, 2017).

Una alternativa para formalizar y profesionalizar el servicio de navegación fluvial y minimizar los riesgos de la navegación podría radicar en la provisión de cursos de formación en técnicas de navegación, diseñados especialmente para la realidad de la navegación amazónica. En el caso de las embarcaciones más pequeñas, empleadas principalmente por ribereños que navegan sin ningún tipo de orientación, un programa de educación para el transporte fluvial podría promover en ese contexto un cambio en los hábitos y una mayor conciencia sobre las cuestiones que envuelven a la población ribereña que utiliza este tipo de transporte (Da Rocha, 2006; Vasconcelos, 2017).

9. Accidentalidad vinculada a la falta de control y supervisión de las naves:

El nivel de accidentalidad del transporte fluvial no solo está determinado por las características naturales de la región (riesgos vinculados a fuertes vientos, lluvias, cambios en el caudal, etc.) sino también por la falta de gestión, regulación y control. Influyen, por lo tanto, la falta de actividades de limpieza y mantenimiento de los ríos, la falta de una adecuada señalización, así como la poca capacidad de control y supervisión de las condiciones de navegabilidad. Así, gran parte de la ocurrencia de accidentes está vinculada al incumplimiento de normas de seguridad producto de la alta informalidad en el sector.

Los accidentes en las embarcaciones colectivas responden principalmente al exceso de pasajeros, lo que incrementa el riesgo de naufragio. También existen graves riesgos relacionados al transporte de sustancias peligrosas en malas condiciones. La mayoría

de las veces, los bienes y las personas comparten el mismo espacio en la cubierta. Características evidentes que impiden la circulación de pasajeros, comprometiendo la seguridad de la navegación. Cuando estos bienes incluyen productos químicos y/o combustibles los riesgos se disparan, considerando que la navegación se da además en un contexto de alta informalidad, falta de señalización y de cartas de navegación, sinuosidades y cambios frecuentes en los cursos de los canales (Bara et al., 2007; Vasconcelos, 2017). También se registran con frecuencia casos de contaminación con coliformes fecales de los alimentos destinados para consumo local, debido a que suelen ser transportados junto a los pasajeros sin que haya una separación adecuada (Da Rocha, 2006).

También se reportan graves accidentes en el caso de las pequeñas embarcaciones. Estas son en su mayoría de familias de pequeños propietarios ribereños que muchas veces utilizan este vehículo para ganar un sustento a través de la pesca o el transporte de frutas, etc. Estos pequeños barcos a motor transitan ilegalmente, la mayoría de veces en condiciones riesgosas, sujetos a accidentes, que de hecho ocurren con frecuencia. Una de las principales causas de los accidentes en este tipo de embarcaciones es la mala adecuación de los motores. Los ribereños equipan sus embarcaciones con motores que no están diseñados para este uso por lo que no cuentan con protectores para los ejes, lo que causa muchos accidentes relacionados al desprendimiento del cuero cabelludo (el cabello del pasajero se enreda en el eje del motor, el cual se encuentra girando a gran velocidad). Las lesiones pueden ser tan graves que pueden provocar muerte por hemorragia. Quienes sobreviven sufren secuelas irreversibles, tanto físicas como psicológicas y sociales. Debido a las grandes distancias de los hospitales que atienden este tipo de emergencias y a la propia dificultad de la navegación, normalmente las víctimas deben esperar un plazo de 24 horas aproximadamente antes de conseguir atención de primeros auxilios y poder luego ser transferida a un centro especializado (Da Rocha, 2006).

Es necesario y urgente conocer y analizar las áreas donde ocurren los accidentes de transporte fluvial y sus principales causas y, sobre esta base, establecer una legislación para el tránsito fluvial que determine reglas de seguridad y comportamiento, así como las debidas penas en caso de incumplimiento. También es necesario que haya un compromiso efectivo de los órganos responsables en los tres niveles de poder público en cuanto a la gestión del sistema de transporte fluvial y a la fiscalización de las embarcaciones. Las medidas de seguridad que se establezcan para el tránsito fluvial, incluyendo pequeñas embarcaciones, deben ser encaradas con la misma perspectiva con la que se ha establecido la reglamentación del tránsito de vehículos automotores terrestres (Da Rocha, 2006).

10. Falta de articulación con los demás sistemas de transporte

La construcción de infraestructura portuaria y del sistema de transporte fluvial en general debe tener en cuenta la interconexión con otras formas de transporte, principalmente la vial. Si bien se considera que el transporte fluvial supera al transporte ferroviario y carretero en cuanto a sus ventajas económicas, operativas y de reducido impacto ambiental, ello no significa que deba prescindirse de los medios de transporte terrestre pues para llegar a los puertos fluviales es necesario, sino imprescindible, utilizar ambos medios, en virtud de que los centros de producción y acopio de mercancías se encuentran normalmente distantes de los ríos. El desarrollo del transporte fluvial, por lo tanto, no debe descartar, sino promover la intermodalidad. Sin embargo, destaca esta falta de articulación en el diseño de proyectos de transporte (Dos Santos & Ferreira, 2015; Terrazas, 2016). De la misma manera, se debe considerar la alternativa de

combinar distintos tipos de embarcaciones por tramos según las características propias del río.

11. Frágil estructura organizativa de los agentes económicos

Ante la frágil estructura organizativa de los agentes económicos, los operadores de transporte mixto fluvial de pasajeros y carga en la Amazonía, dispuestos a explorar rutas más rentables, aquellas con mayor concentración de actividades, dejan de atender en algunos casos a grupos de personas pequeños y dispersos. Esta situación puede provocar una distribución desequilibrada de las actividades en el territorio y produce para los transportistas lo que ellos denominan “flete de retorno”, cuando la ventaja del transporte existe solo en una dirección (Dos Santos & Ferreira, 2015).

12. Falta de planificación y de políticas públicas especialmente dirigidas al desarrollo de la navegación fluvial

La influencia del fenómeno del transporte como facilitador y promotor del desarrollo solo se da cuando éste se integra intra e intersectorialmente, ya que, si su desarrollo no forma parte de un plan o política integral de transporte, difícilmente cumplirá con los requisitos de desarrollo regional que se le atribuyen (Dos Santos & Ferreira, 2015).

A nivel sectorial, se requiere del desarrollo de políticas públicas y de una regulación especialmente diseñadas para la realidad de la navegación amazónica. Vale enfatizar esto último ya que se ha visto que no contribuye a incrementar la eficiencia de la navegación fluvial la adecuación de legislación no diseñada para la navegación en este contexto. En Brasil, la navegación interior se rige por leyes de navegación implementadas de manera exógena, una legislación proveniente de la navegación en mar abierto, lo que ha terminado por beneficiar únicamente a los buques mercantes que ingresan a los ríos. Incluso los cursos de “Formación Aquaviária” realizados por la Armada de Brasil a través de las capitanías de los Puertos tienen contenidos que están enfocados en la navegación en mar abierto, una realidad totalmente opuesta a la realidad en la que se desenvuelve la navegación amazónica (Vasconcelos, 2017).

A nivel de proyectos, la mejora del servicio de transporte fluvial requiere de estudios de navegabilidad para establecer criterios hidrológicos e hidráulicos, parámetros de señalización de la ruta fluvial, obras de protección y encauzamiento del río, con el fin de desarrollar un corredor intermodal de transporte de pasajeros y carga; parámetros que permitirán promover el uso racional y ordenado de una navegación fluvial segura, preservando el medio ambiente e incentivando intercambios comerciales locales y regionales entre las comunidades asentadas a lo largo del río (Fun-Sang Cepeda, 2013).

Así mismo, cabe destacar que el proceso participativo es fundamental para que la población local, el sector público y el sector privado se articulen en el proceso de planificación e iniciativas viables, en convergencia con la realidad local. El usuario debe participar en la formulación e implementación de políticas públicas, programas y proyectos que busquen garantizar el acceso al transporte, con seguridad y accesibilidad, ajustándose a sus necesidades y requerimientos (Barbosa et al., 2017).

6.2. Balance de desafíos y deficiencias del transporte fluvial

El siguiente cuadro, sistematiza y relaciona los principales desafíos propios de las características geográficas de la región amazónica, con las principales deficiencias en términos de infraestructura y gestión relacionadas al transporte fluvial, las cuales incrementan los riesgos que los mencionados desafíos representan para el transporte

de personas y bienes. Ambos se vinculan finalmente con el abanico de propuestas de mejora halladas en la literatura regional sobre transporte fluvial. Cabe señalar que la implementación de una u otra medida depende de los estudios que se realicen a un área específica. En particular, las actividades de limpieza y mantenimiento, como dragado y eliminación de curvaturas, presentan riesgos ambientales importantes que deben ser evaluados al momento de su formulación.

Cuadro 18 Propuestas para mejorar los principales desafíos y deficiencias vinculadas en el transporte fluvial que deberían ser considerados en la conectividad fluvial en la Amazonia

Desafíos y riesgos inherentes	Deficiencias	Propuestas de soluciones y/o mejoras
1. Carácter inestable de los cursos de navegación: El canal natural, efectivamente navegable, de los ríos o de sus tramos cambia de ubicación con alta frecuencia, tanto de posición como de profundidad.	1A. Ausencia de cartografía de apoyo a la navegación: Los cambios en el curso de los ríos generan riesgos para la navegación que no son registrados.	1A. Alternativas técnicas para la publicación de cartas actualizadas: Se pueden emplear cartas electrónicas satelitales, aunque a un costo muy alto. Otras alternativas de transición podrían ser los croquis de actualización, los cuales tienen cierta utilidad práctica pero no reemplazan completamente a las cartas náuticas.
	1B. Ausencia de señalización: Sin esta, las embarcaciones se guían solo por baquianos, lo que incrementa el riesgo de accidentes y genera pérdida de productividad, ya que solo es posible la navegación diurna.	1B. Inversión en señalización: Instalar señales que adviertan sobre las mutaciones entre canales y bajos, principalmente en los puntos que presentan mayores dificultades e inseguridad para el transporte y maniobra de las embarcaciones.
	1C. Falta de capacitación para pilotos y tripulantes El desarrollo de la navegación se vale, por lo general, de los conocimientos tradicionales.	1C. Impulsar la capacitación de pilotos y tripulantes. - A través de cursos de formación en técnicas de navegación, diseñados especialmente para la realidad de la navegación amazónica. - O, en el caso de las embarcaciones más pequeñas, a través de programas de educación que promuevan mejores prácticas y una mayor conciencia sobre los riesgos y cómo minimizarlos.
2. La presencia de obstáculos en los canales de navegación incrementa la accidentalidad. Surgen como producto del desprendimiento natural de troncos y maleza, así como de la erosión (se ve exacerbado por la deforestación).	2. Falta de limpieza y de mantenimiento en las vías fluviales. Se acumulan los obstáculos por falta de limpieza, incrementando los riesgos.	2. Implementar actividades de limpieza y mantenimiento según las características específicas del área de intervención y los resultados de las evaluaciones de impacto ambiental correspondientes: - Utilizar barcos o muelles modulares flotantes, removibles para recoger obstáculos y, al mejorar el flujo de agua, evitar la generación de islas, bancos y playas por sedimentación. - Eliminar las curvaturas que restringen el paso de embarcaciones. - Actividades de dragado
3. Trayectos de gran longitud y zonas poco accesibles.	3. Falta de vigilancia, control y fiscalización - Falta de seguridad a lo largo de las vías fluviales (piratería). - Circulación de naves sin registro, antiguas e informales en su construcción, que incumplen normas de seguridad.	3. Mejorar los servicios de vigilancia, control y fiscalización - Implementar un marco regulatorio simple y unificado en cuanto a líneas de transporte, autorizaciones, estándares de navegación y tipos de embarcación. - Otorgar facilidades para la correcta adecuación de las naves (sobre todo para las naves pequeñas que atienden las necesidades de las comunidades ribereñas).
	4. Falta de una adecuada infraestructura portuaria	4. Mejorar la infraestructura portuaria: - Que cuente con un diseño adecuado a los requerimientos del entorno geográfico. - Que considere los flujos actuales y futuros de bienes y personas. - Que atienda las necesidades tanto de las grandes embarcaciones como de las pequeñas y medianas que sirven a las ciudades y comunidades ribereñas.
	5. Frágil estructura organizativa - Falta de articulación entre los distintos proyectos de transporte. - Agentes económicos desarticulados.	5. Desarrollo de infraestructura logística - Establecer nodos de interconexión logística multimodal permitiendo que los distintos medios de transporte (principalmente fluvial y vial) se integren para ofrecer servicios integrales a mejores costos. - Identificar cadenas productivas y a los agentes entorno a ellos y desarrollar propuestas viales en base a intereses comunes.
	6. Falta de planificación y de políticas públicas especialmente dirigidas al desarrollo de la navegación fluvial	6. Fortalecer la planificación y gestión a nivel sectorial y de proyectos. - Impulsar el desarrollo de planes, políticas públicas, y un marco regulatorio especialmente diseñados para la realidad de la navegación amazónica. - Impulsar proyectos de transporte fluvial basados en estudios de navegabilidad que establezcan criterios hidrológicos e hidráulicos, parámetros de señalización de la ruta fluvial, obras de protección y encauzamiento del río, etc. - Promover adecuados procesos participativos.

Elaboración propia

6.3. Política pública y transporte fluvial

El transporte fluvial es el menos regulado de todos los modos de transporte en el Perú, dado la informalidad que existe en estas actividades. Solo las naves que realizan viajes relativamente largos, cumplen requisitos y soportan una supervisión significativa (Torres, 2012). Así mismo, el sector no cuenta en la actualidad con muchos instrumentos de planificación, resaltando la ausencia aún latente de un Plan Nacional de Transportes. En el sub sector de transporte fluvial, la principal tarea pendiente radica en la culminación del Plan Nacional de Desarrollo Hidrográfico. Los proyectos en curso se enmarcan, por lo tanto, principalmente en el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad (PNIC), el cual carece de estándares sociales y ambientales adecuados (DAR, 2019). A continuación, se revisan los principales instrumentos normativos y de planificación del sector transportes, y en particular los relacionados al transporte fluvial.

Marco normativo del transporte fluvial en el Perú

Entre las normas más importantes que regulan el transporte fluvial en el Perú, se encuentra la Ley N° 27943 - Ley del Sistema Portuario Nacional (LSPN) y su posterior reglamentación (D.S N° 003-2004-MTC), con las cuales se crean las Autoridades Portuarias Nacional y Regionales y se regulan las actividades y servicios en los terminales, infraestructura e instalaciones que conforman el Sistema Portuario Nacional. También se encuentran otros instrumentos que regulan a las personas naturales o jurídicas que prestan servicios de transporte o portuarios, como el Reglamento de Agencias Generales Marítimas, Fluviales, Lacustres, Empresas y Cooperativas del Decreto Legislativo N° 707 (D.S N° 010-99-MTC), que establece disposiciones específicas para las agencias y empresas de estiba y desestiba; el Reglamento de los Servicios de Transporte Acuático y Conexos Prestados en Tráfico de Bahía y Áreas Portuarias (R.M N° 259-2003-MTC-02); y la Ley del Trabajador Portuario (Ley N°27866), que regula las relaciones laborales aplicables al trabajo de manipulación de carga y descarga de mercancías y demás faenas propias del trabajo portuario.

También se cuenta desde el 2001 con un Reglamento de Transporte Fluvial Comercial, actualizado en el 2006 (D.S N° 014-2006-MTC), el cual regula los servicios de transporte fluvial, excluyendo a las empresas navieras nacionales que operan con naves de alto bordo y que se sujetan a la legislación que rige para el servicio de transporte marítimo, así como con un Reglamento de Transporte Turístico Acuático (D.S N° 006-2011-MTC), el cual regula la prestación de este servicio tanto en la vía marítima como fluvial y lacustre. Dichos Reglamentos clasifican el servicio según su ámbito, tráfico, modalidad o tipo de vía y establece requisitos para el otorgamiento y renovación de permisos de operación, determina las competencias de las Direcciones Regionales de Transportes y Comunicaciones, entre otras disposiciones esenciales para la prestación de estos servicios.

Así mismo, en materia de acreditaciones y sanciones, encontramos además la Ley que regula el Registro y Certificado de Matrícula de Embarcaciones de Transporte Marítimo, Fluvial y Lacustre (Ley N° 28263), que certifica la matrícula que acredita la nacionalidad, propiedad, características técnicas y datos de la nave de transporte acuático comercial y el otorgamiento de permisos de operación a personas naturales o jurídicas que prestan servicio de transporte fluvial, y la Ley que faculta al MTC a ejercer la potestad sancionadora en el ámbito de los servicios de transporte fluvial, servicios de agenciamiento, labores de estiba y desestiba y de los servicios de transporte marítimo y conexos prestados en tráfico de bahía y áreas portuarias (Ley N°28356).

Instrumentos de planificación relevantes para el desarrollo del transporte fluvial en el Perú

La gestión del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) del Perú para la generación de Políticas Planes y Programas (PPP) para los proyectos de inversión del sector está aún en desarrollo. Los principales documentos de planificación con los que cuenta actualmente el sector son el Plan Intermodal de Transporte 2004-2023, elaborado por el mismo sector, y el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad (PNIC), generado por la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM). Así mismo, cabe mencionar que no se cuenta aún con un Plan Nacional de Transporte y que el Plan Nacional de Desarrollo Hidroviario se encuentra aún en desarrollo (DAR, 2019).

El primero de estos planes está referido específicamente a las infraestructuras de transportes, entre ellas, las portuarias, y tiene como objetivo general proveer los elementos necesarios para ordenar el desarrollo de infraestructura, considerando la situación y las características de los servicios de transporte, con una visión integral de mediano y largo plazo orientada a atender las demandas de la actividad productiva y de la población nacional, en armonía con el desarrollo regional descentralizado y apoyando el desenvolvimiento del comercio nacional e internacional del país. Sin embargo, la lista de proyectos que comprende responde exclusivamente a aspectos económico-comerciales, sin considerar variables socioambientales (DAR, 2019).

Cabe señalar que en este marco se aprobaron el Reglamento de Transporte Multimodal (D.L N° 714 Y R.M N° 093-2019-MTC) que fomenta la creación de operadores que facilitan el transporte de mercancías en diferentes modos de transporte bajo un único contrato con el fin de dar garantía y predictibilidad al transporte de carga; así como el Reglamento de Agente de Carga (R.M N° 011-2019-MTC/01.02), que garantiza la presencia de agentes de carga confiables y seguros para las tareas de embarque y consolidación de mercancías, así como para la emisión de documentos y certificados propios de su actividad. En esta línea, se aprobó también el Reglamento del Sistema de Plataformas Logísticas (R.M N°1055-2018-MTC/01.02) que establece los lineamientos, definiciones y procedimientos que facilitan el adecuado uso y desarrollo de plataformas logísticas que albergan a diversas empresas prestadoras de servicios logísticos, servicios de mantenimiento y servicios de apoyo (MTC, 2019).

El PNIC, por su parte, se enfoca en atender la brecha de infraestructura de corto plazo, para lo cual identifica 52 proyectos prioritarios, 7 de ellos ubicados en la cuenca amazónica. Este Plan, que incluye el Proyecto Hidrovía Amazónica (PHA) como priorizado, tampoco incluye una EAE y carece de otros estándares de planeamiento de proyectos como aquellos relacionados a los procesos de consulta con la sociedad civil y organizaciones indígenas y a la consideración de criterios de sostenibilidad ambiental y social para la priorización de proyectos. Sucede que el PNIC entiende que la sostenibilidad ambiental solo tiene que ver con la gestión de riesgos ante el cambio climático, dejando de lado lo referente a los impactos directos e indirectos en el ambiente y personas, de proyectos y actividades económicas, y la gestión del capital natural (DAR, 2019).

Por otro lado, como se mencionó, aún se encuentra en proceso de elaboración el Plan Nacional de Desarrollo Hidroviario (PNDH). Se sabe que el MTC elaboró una propuesta para el desarrollo de este Plan, pero ésta aún no se ha socializado con actores de la sociedad civil y la información que se tiene sobre la misma aún es escasa. Lo cierto es que es importante que, desde este momento de su desarrollo, este instrumento cuente con un mecanismo para incorporar variables ambientales y tomar en cuenta posibles impactos acumulativos y sinérgicos. Para ello, debería implementarse paralelamente

una EAE, ya que se trata de un plan a nivel nacional que involucra proyectos hidroviarios en la Amazonía, donde existen Áreas Naturales Protegidas, pueblos indígenas, y una serie de características ambientales que requieren ser incluidas en dicho Plan (DAR, 2019).

Finalmente, a esta lista de instrumentos de planificación, podemos agregar una mención al Plan Nacional de Desarrollo Portuario, actualizado en el 2019. Este documento recoge una actualización del inventario de terminales portuarios de uso público y privado, de alcance nacional y regional, a la vez que define el modelo de negocio, gestión y relación que debe regir entre la ciudad y el puerto; así mismo, determina aspectos como el rol del Estado en la planificación portuaria; la delimitación de las áreas de desarrollo portuario; el fomento de una mayor coordinación entre los distintos organismos públicos con competencias directas e indirectas en el funcionamiento del Sistema Portuario Nacional; entre otros (MTC, 2012).

7. Conclusiones y recomendaciones

El servicio de transitabilidad es clave para la población en tanto permite reducir el costo de viaje, lo cual facilita el acceso a servicios públicos y mercados privados. Sin embargo, también implica una serie de costos, tanto directos, como los costos de inversión y mantenimiento, como indirectos, como la deforestación, afectación de medios de vida, daño del paisaje entre otros. En este estudio, se evaluó la rentabilidad social de la interconexión terrestre entre Boca Manu Boca Colorado.

Los resultados muestran que el proyecto implica costos superiores a los beneficios directos de reducción del costo de transporte, con un VAN de -S/13.1 millones en el mejor escenario de alto tráfico y bajo costo, y de -S/28.5 con bajo tráfico y altos costos. Al incluir externalidades tanto positivas como negativas en el escenario de alto tráfico y bajo costo, el VAN aumenta, pero sin alcanzar una rentabilidad mínima. Se estimó dos escenarios de deforestación, uno, tomando como referente el tramo de Shintuya a Diamante (-S/1.05 millones en VP) y otro, tomando la red vial de Madre de Dios (-S/5.53 millones en VP). Asimismo, se estimó el ingreso agrícola como una mejora en el acceso al mercado de los productos agrícolas (S/6.2 millones en VP). En el escenario de baja deforestación el VAN es de -S/7.91 millones y en el escenario de alta deforestación, de -S/12.39 millones. En este sentido, los beneficios agrícolas no permitirían compensar los costos del proyecto, tanto directos como indirectos.

En relación a la alternativa de transporte fluvial, se encontró en la literatura una serie de desafíos y deficiencias vinculadas con la ausencia de cartografía de apoyo a la navegación, señalización y falta de capacitación para pilotos y tripulantes. De mismo modo, se reporta una serie de obstáculos que incrementarían la accidentalidad del transporte, así como una persistente falta de vigilancia, control y fiscalización e inadecuada infraestructura portuaria y organizativa. Por último, se encontró una falta de planificación y de políticas públicas dirigidas al desarrollo de la navegación fluvial.

En este sentido, se recomienda evaluar la alternativa de interconexión fluvial considerando el fortalecimiento de la capacidad institucional pública a fin de crear y/o mejorar el servicio de desarrollo de información para una navegación segura. Asimismo, se requiere considerar en la formulación y evaluación de esta alternativa, el desarrollo de capacidades de pilotos y tripulantes, la creación de un servicio de limpieza y mantenimiento de las vías fluviales, y el mejoramiento o creación de la infraestructura

portuaria y logística necesaria. A nivel estratégico, es necesario el diseño, formulación e implementación de una Política Nacional de Navegación Fluvial.

8. Bibliografía

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos EPA (s.f.) Calculadora de equivalencias de gases de efecto invernadero - Cálculos y referencias. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero-calculos-y>

ALAF. (2003). Manual de valorización de las externalidades en el transporte terrestre (ALAF - RENFE (ed.)).

Alamgir, M., Campbell, M. J., Sloan, S., Goosem, M., Clements, G. R., Mahmoud, M. I., & Laurance, W. F. (2017). Economic, Socio-Political and Environmental Risks of Road Development in the Tropics. In *Current Biology* (Vol. 27, Issue 20, pp. R1130–R1140). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.08.067>

Alves, D.S. 2002. 'Space-Time Dynamics of Deforestation in Brazilian Amazônia'. *International Journal of Remote Sensing* 23(14): 2903–8.

ANA (2018). Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales – Lóticos. Disponible en: <http://geo2.ana.gob.pe:8080/geonetwork/srv/spa/catalog.search;jsessionid=0065BB8E DF61CE5CA2453350C585EB8E#/metadata/364c4775-cf00-4e16-9d34-b48341fce30e>

Angelsen, A. and Kaimowitz, D. (1999) Rethinking the Causes of Deforestation: Lessons from Economic Models, *The World Bank Research Observer*. Available at: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/264451468180276699/pdf/766320JRN0WBRO00Box374385B00PUBLIC0.pdf>.

Archondo-Callao, R. (1999). "Roads Economic Decision Model (RED) for Economic Evaluation of Low Volume Roads". *Africa Transport Technical Note*. SSATP Nota n°. 18, Abril.

Archondo-Callao, R. (2004). "The Roads Economic Decision Model (RED) for the Economic Evaluation of Low Volume Roads". *Software User Guide & Case Studies*. SSATP Working Paper n.º78.

Archondo-Callao, R. y AsifFaiz (1994). "Estimating Vehicle Operating Costs". *World Bank Technical Paper* n.º 234.

Armas, A. et al. (2009) Pagos por Servicios Ambientales para la conservación de bosques en la Amazonía peruana: Un análisis de viabilidad. Lima: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.

Asher, S., & Novosad, P. (2020). Rural roads and local economic development. *American Economic Review*, 110(3), 797–823. <https://doi.org/10.1257/aer.20180268>

Asner, Gregory P. et al. 2006. 'Condition and Fate of Logged Forests in the Brazilian Amazon'. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103(34): 12947–50.

Bambarén, C. (2004). Características epidemiológicas y económicas de los casos de accidentes de tránsito atendidos en el Hospital Nacional Cayetano Heredia. *Revista Médica Herediana*. N°15(1).

Bara, P., Sánchez, R., & Wilmsmeier, G. (2007). Amazonía: hacia un desarrollo sustentable e integrado. *Serie Informes Sectoriales de Infraestructura*. Año 5. N° 2. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/405>

- Barber, C., Cochrane, M., Sousa, C. y Laurance, W. (2014) Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation*, 177, 203-219. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2014.07.004>
- Barbosa, T., Da Silva, K., Azevedo, J., & Chaar, M. (2017). A percepção dos usuários sobre a utilização do transporte fluvial em Soure - Marajó/PA.
- Bedoya, E. (1991) Las causas de la deforestación en la Amazonía peruana: un problema estructural. Lima.
- Carvalho, R. (2010). A dinâmica do transporte fluvial de passageiros no estado do Amazonas. Universidade Federal do Amazonas.
- Chomitz, Kenneth, and Timothy Thomas. 2001. World Bank Policy Research Working Paper Geographic Patterns of Land Use and Land Intensity in the Brazilian Amazon.
- Cortez, R. (2002). Salud y productividad en el Perú: nuevas evidencias. In R. Cortez (Ed.), *Salud, equidad y pobreza en el Perú: teoría y nuevas evidencias* (1st ed.). Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.
- Da Rocha, M. M. (2006). Geografia dos transportes: trajetos e conflitos nos percursos fluviais da Amazônia Paraense: um estudo sobre acidentes em embarcações.
- DAR. (2019). La Evaluación Ambiental Estratégica en la planificación de proyectos hidroviarios en la cuenca Amazónica: Lecciones desde el caso Proyecto Hidrovía Amazónica. <https://dar.org.pe/wp-content/uploads/2020/09/Agenda-Ambiental-15.pdf> de Inversión. Lima, Perú. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/Metodologias_Generales_PI/GUI_A_EX_ANTE_InviertePe.pdf.
- DFID, Department for International Development (2005). *Overseas Road Note 5: A guide to road Project appraisal*. Reino Unido: DFID.
- Dos Santos, J. C., & Ferreira, H. R. (2015). Relação homem-rio e o transporte fluvial misto, determinante de desenvolvimento na Amazônia: O caso do trecho Acará-Belém.
- Dourojeanni, M., Barandiarán, A. and Dourojeanni, D. (2009) AMAZONÍA PERUANA EN 2021. Explotación de recursos naturales e infraestructuras: ¿Qué está pasando? ¿Qué es lo que significan para el futuro? ProNaturaleza - Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza.
- Elgegren, J. (2005) 'La deforestación en el Perú'. Paracas.
- Finer, M. and Novoa, S. (2017) Patterns and Drivers of Deforestation in the Peruvian Amazon. MAAP: Synthesis # 2. Available at: <http://maaproject.org/2017/maap-synthesis2/>.
- Fun-Sang Cepeda, M. A. (2013). Problemas de Navegabilidad en el Río Bobonaza y las alternativas para mejorar el Transporte Fluvial en la Zona. In I Congreso Panamericano de Ingeniería Marítima, Portuaria y Naval (CIMYN 2013), 6 a 8 de marzo del 2013.
- Geist, H. J. and Lambin, E. F. (2002) 'Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation', *BioScience*, 52(2), pp. 143–150. doi: 10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2.

Giudice, R. (2009). 'Conservation in Southeastern Peruvian Amazon: Two Approaches'. University of East Anglia.

Glave, Manuel; Hopkins, Álvaro; Malky, Alfonso; Fleck, Leonardo. Análisis económico de la carretera Pucallpa – Cruzeiro do Sul. Lima: GRADE. 84p. Avances de Investigación, 4.

Hajek, F., & Martínez, P. (2012). ¿GRATIS?: los servicios ecosistémicos de la naturaleza y como sostenerlos en el Perú (Servicios Ecosistémicos Perú (ed.); Issue October). <https://doi.org/10.13140/2.1.4488.0003>

Hopkins, A., Malky, A., Glave, M., Ventocilla, R., Ledezma, J. C., & Arana, A. (2015). Análisis económico y socioambiental de los proyectos de interconexión Pucallpa-Cruzeiro do Sul.

IIAP. (2009). Valoración económica de bienes y servicios en ecosistemas de bosques inundables y de altura de la Amazonía peruana: Marco conceptual y propuesta metodológica (A. E. No6. (ed.)).

Izko, X., & Burneo, D. (2003). Herramientas para la valoración y manejo forestal sostenible de los bosques sudamericanos. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2003-008.pdf>

Kaimowitz, D.(2002). "Amazon Deforestation Revisited". Latin American Research Review, vol. 37, n.º 2: 221-235.

Krieger, D. J. (2001). Economic Value of Forest Ecosystem Services: A Review. <http://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/EcoSystem/The-Wilderness-Society-Ecosystem-Services-Value.pdf>

Ledezma, J. y García, M. (2015) Cambio de Cobertura de la Tierra en el área de influencia del proyecto de interconexión entre Pucallpa y Cruzeiro do Sul, Perú. [Informe]. ICAA- TNC

León, F. (2007). El aporte de las áreas naturales protegidas a la economía nacional. https://www.academia.edu/download/61641548/EI-aporte_areas_naturales_protegidas_fernando_leon20191230-100226-1mix4wu.pdf

MEF (2015). Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf.

MEF (2019). Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos

Ministerio de Economía y Finanzas- MEF (2019) Anexo N° 11 Parámetros de Evaluación Social. Directiva para la Formulación y Evaluación en el Marco del Sistema de Programación Multianual y Gestión de Inversiones. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo11_directiva001_2019EF6301.pdf

Ministerio del Ambiente (Minam) y Ministerio de Agricultura (Minag) (2011). El Perú de los bosques. Lima: Súper Gráfica E. I. R. L.

MTC (2014). Manual de carreteras: suelos, geología, geotécnica y pavimentos. Resolución Directorial N°10-2014-MTC/14. Lima, Perú.

MTC (2017). Transporte Terrestre por Carretera: Índice Medio Diario Anual-2016. Disponible en: <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/transportes.html>.

MTC (2019a). Mapas viales. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/mapas_viales.html

MTC (2019b). Instructivo de la Ficha Técnica Estándar para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas. Lima, Perú. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/345336-ficha-tecnica-estandar-para-formulacion-y-evaluacion-de-proyectos-de-inversion-de-carreteras-interurbanas>.

MTC (2019c). Información espacial de la Red Vial Nacional, Departamental y Aeródromos. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/informacion_espacial.html

MTC. (2012). Decreto Supremo N° 009-2012-MTC. Decreto Supremo que aprueba el Plan Nacional de Desarrollo Portuario. <http://apr-ancash.gob.pe/documentos/doc24.pdf>

MTC. (2019). Plan Nacional de Desarrollo Portuario. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/753584/PLAN_NACIONAL_DE_DESARROLLO_PORTUARIO_PNDP_-_2019.pdf

Nepstad, Daniel et al. 2001. 'Road Paving, Fire Regime Feedbacks, and the Future of Amazon Forests'. *Forest Ecology and Management* 154(3): 395–407.

Ortiz de Zevallos, G. y Guerra-García (1998). Introducción al análisis costo-beneficio de las normas.

Pearce, D. W. (2001). The economic value of forest ecosystems. *Ecosystem Health*, 7(4), 284–296. <https://doi.org/10.1046/j.1526-0992.2001.01037.x>

RAISG (2020). Territorios Indígenas. Disponible en: <https://www.amazoniasocioambiental.org/en/maps/#download>

Schor, T. (2013). As cidades invisíveis da Amazônia brasileira. *Mercator - Revista de Geografia Da UFC*, 12(28), 67–84.

Simões, M. H. (2015). Qualidade de vida dos usuários do transporte fluvial na Amazônia: acessibilidade e políticas públicas. Universidade Federal do Pará.

Soares-Filho, B. et ál (2006). "Modelling Conservation in the Amazon Basin". *Nature*, n.º 440: 520-523.

Sociedad Peruana de Ecodesarrollo y Blue Moon Foundation. (2014). Valoración de los bienes y servicios perdidos por la deforestación en Tamshiyacu (Loreto) y Nueva Requena (Ucayali) (Issue June 2018).

Terrazas, R. (2016). Hidrovías para el desarrollo y la integración suramericana. CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/919>

Torres, R. (2012). Introducción a la Regulación del Transporte en el Perú. *Revista de Derecho Administrativo*, 12, 301–308. <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/view/13511/14137>

Vasconcelos, M. (2017). Transporte fluvial: Estreitamento as distâncias econômicas e sociais entre Mocambo do Arari e cidade de Parintins.

Velarde, S. et al. (2010) Reduccion de emisiones de todos los Usos de Suelo. Reporte del Proyecto REALU Peru Fase 1. ICRAF Working Paper N°. 110. Lima, Perú.

Yamada, G., & Castro, J. F. (2012). La educación que queremos. In B. Seminario, C. A. Sanborn, & N. Alva (Eds.), Cuando despertemos en el 2062 : visiones del Perú en 50 años. Universidad del Pacífico. <http://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/1565>

Yanggen, D. (1999) 'Deforestación en la selva peruana: un análisis del impacto de los diversos productos agropecuarios y tecnologías de producción'.

9. Anexo – Diseño de estudio de alternativa fluvial

Objetivo: análisis exploratorio de la viabilidad de la alternativa de conexión fluvial entre Boca Manu y Boca Colorado

Actividades:

1. Diagnóstico e identificación de
 - 1.1. cartografía de apoyo a la navegación
 - 1.2. señalización
 - 1.3. obstáculos y riesgos por falta de limpieza
 - 1.4. conocimientos de pilotos y tripulantes
 - 1.5. infraestructura portuaria
 - 1.6. estructura organizativa civil y gubernamental
 - 1.7. socioeconómico de pilotos y tripulantes
 - 1.8. planificación y políticas públicas dirigidas al desarrollo de la navegación fluvial: actores locales, regionales y nacionales.
2. Formulación y Evaluación
 - 2.1. Diseño de alternativas de intervención
 - 2.2. Propuesta de evaluación: análisis costo beneficio de alternativas de intervención

Metodología: El estudio utilizará diversas fuentes de información. Primero, se recabará información documental secundaria. Segundo, se desarrollará instrumentos de recojo de información para poblaciones específicas. Para el desarrollo de estas actividades se requerirá de encuestas de hogares, con preguntas socio-económicas así como particulares para el caso de pilotos y tripulantes. Mediante estas encuestas se podrá medir los puntos 1.2, 1.3, 1.4, 1.6, 1.7. Asimismo, mediante visitas y observación en campo se podrá analizar los puntos 1.2, 1.3 y 1.5. De mismo modo, se requerirá encuestas semi-estructuradas para representantes locales, regionales y nacionales a fin de recabar información para los puntos 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 y 1.8. Finalmente, la sección 2.1 deberá presentarse a una muestra de actores locales y regionales a fin de recabar sus opiniones y perfecciones la propuesta.