



Análisis de Impactos de Carreteras en Madre de Dios, Ucayali y Cusco

DOCUMENTO
DE TRABAJO



Septiembre 2021



DOCUMENTO DE TRABAJO

Septiembre 2021

Análisis de Impactos de Carreteras en Madre de Dios, Ucayali y Cusco

Thaís Vilela
Alfonso Malky
Cindy Silva

Foto de portada: Shutterstock

Las opiniones expresadas en esta publicación pertenecen exclusivamente a los autores y no necesariamente relejan las opiniones de Conservación Estratégica o sus patrocinadores. A menos que se indique lo contrario, los derechos de autor del material presentado en este informe pertenecan a los autores

Este proyecto fue desarrollado por Conservation Strategy Fund (CSF), en coordinación con la Sociedad Zoológica de Fráncfort y con el apoyo de la Fundación Gordon y Betty Moore.

Elaborado por:



En coordinación con:



Financiado por:



CONTENIDO

1	Introducción	3
2	Área de Estudio	4
	2.1. Ubicación geográfica	4
	2.2 Perfil socio-económico	6
3	Metodología	8
	3.1 Descripción del modelo de Decisiones Económicas Viales	8
	3.1.1 Parámetros del modelo	10
	3.2 Descripción de los impactos ambientales y sociales	11
	3.3.1 Descripción de la variable Proximidad a áreas naturales protegidas	12
	3.3.2 Descripción de la variable Proximidad a comunidades nativas	12
	3.3.3 Descripción de la variable Tipo de inversión	13
	3.3.4 Descripción de la variable Proximidad a yacimientos mineros	13
	3.3 Descripción del indicador de eficiencia	14
4	Estadísticas descriptivas	14
5	Resultados	15
	5.1 Estimación del costo-beneficio	15
	5.2 Estimación del riesgo ambiental y social	16
	5.2.1 Proximidad a áreas naturales protegidas	16
	5.2.2 Proximidad a comunidades nativas	16
	5.2.3 Proyecto de construcción o mejoramiento	16
	5.2.4 Proximidad a yacimientos mineros	16
	5.2.5 Nivel de riesgo	17
	5.3 Estimación de la eficiencia – retorno por riesgo	18
6	Discusión	19
7	Conclusiones	22
8	Bibliografía	23
	Anexos	24

TABLAS

Tabla 1 Ubicación y Altitud de proyectos viales	4
Tabla 2 Variable - Proximidad de áreas protegidas (km)	12
Tabla 3 Variable - Proximidad a comunidades nativas	12
Tabla 4 Variable - Tipo de inversión	13
Tabla 5 Variable - Proximidad a yacimientos mineros	13
Tabla 6 Nivel de riesgo por categoría de riesgo socioambiental	17
Tabla 7 Retorno por riesgo socioambiental (US \$) para los proyectos con VAN > 0	18
Tabla 8 Comparación entre el VPN y el valor de la producción agrícola	21

FIGURAS

Figura 1 Índice de pobreza por proyecto vial	6
Figura 2 Índice de desarrollo humano por proyecto vial	7
Figura 3 Participación porcentual de la población en las actividades económicas en los departamentos de Ucayali, Cusco y Madre de Dios	8
Figura 4 Ilustración del cálculo de beneficios para los tránsitos normal y generado	10
Figura 5 Relación entre la inversión por kilómetro y la longitud (a) y el tránsito (b)	14
Figura 6 Valor presente neto por proyecto vial.	15
Figura 7 Nivel de riesgo socio ambiental por proyecto vial	18
Figura 8 Relación entre el nivel de riesgo socioambiental y el valor presente neto	19

1 INTRODUCCIÓN

Como sucede con otros proyectos de infraestructura, las carreteras tienen impactos claros, ya sean positivos o negativos. Por un lado, las carreteras contribuyen a incrementar oportunidades de empleo y movilidad, y pueden traer crecimiento económico a regiones previamente aisladas. Por el otro, promueven procesos de deforestación y pérdida de biodiversidad, son responsables de cambios permanentes en el uso de suelo, impactan los medios de vida y la cultura de pueblos indígenas, y promueven la expansión de actividades ilegales. Medir y evaluar la magnitud de estos impactos no es un proceso sencillo debido a la necesidad de analizar criterios múltiples. Sin embargo, a pesar de su complejidad, la cuantificación de impactos es un ejercicio necesario para evaluar el potencial beneficio neto de un proyecto vial, o de un conjunto de proyectos, principalmente si se considera la escala de estas inversiones.

No obstante, a pesar de la importancia de evaluar adecuadamente estos proyectos, especialmente cuando se desarrollan en ecosistemas frágiles, los tomadores de decisiones siguen persiguiendo una agenda que busca fomentar e invertir en nuevos proyectos viales, sin analizar a profundidad sus consecuencias económicas y socioambientales. En 2018, el Congreso peruano aprobó la Ley 30723, a través de la cual se declara de interés nacional, la construcción de nuevas carreteras y el mantenimiento de carreteras existentes en Ucayali. La premisa subyacente para esta ley es que la región de Ucayali carece de desarrollo económico debido a la ausencia de rutas de comunicación, tales como carreteras.

Como en el caso de Ucayali, en Madre de Dios y Cusco también se viene promoviendo un conjunto de proyectos viales cuya principal justificación gira entorno a la promoción del dinamismo económico de las regiones. Sin embargo, aún no se ha demostrado, a partir de un análisis económico, la factibilidad de buena parte de estos proyectos, aun cuando se espera que la construcción de estas vías afecte áreas protegidas y comunidades nativas, promueva procesos de deforestación y cambio de uso del suelo, facilite la expansión de la minería y la extracción de madera ilegales, entre otros.

El objetivo del estudio es presentar una evaluación económica, ambiental y social de un conjunto de proyectos viales en Ucayali, Madre de Dios, y Cusco a fin de establecer la viabilidad económica de cada uno de ellos, e identificar los proyectos más eficientes en términos de su retorno económico y riesgo ambiental.

2 ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación geográfica

Se analizó un total de 20 proyectos (o 21 tramos) viales (Tabla 1), de los cuales, diez se ubican en la región de Madre de Dios entre los distritos de Madre De Dios, Fitzcarrald, Manu, Laberinto, Tambopata, Kosñipata, las Piedras, San Lorenzo, Iberia, Iñapari, Mazuko, Huepetuhe, Inambari, Tahuamanu entre los 187 y 500 m.s.n.m. en promedio (Mapa 1 en Anexo); siete tramos se localizan en Ucayali en los distritos de Yurúa, Tahuania, Iparia, Masisea, Padre Abad, Campoverde, Nueva Requena, Curimana, Neshuya, Raymondi aproximadamente entre los 189 y 500 m.s.n.m (Mapa 2 en Anexo); un tramo se ubica entre Cusco y Ucayali, atravesando los distritos de Sepahua (en Ucayali), y Megantoni y Echarate (en Cusco). El tramo también atraviesa el distrito Río Tambo en el Departamento de Junín; dos proyectos se ubican entre Cusco y Madre de Dios en los distritos de Madre de Dios, Challabamba, Paucartambo, Kosñipata, Manu y Fitzcarrald, entre los 217 y 2,269 m.s.n.m. Por último, dos tramos se localizan en Cusco en los distritos de Echarate, Kimbiri, Quellouno, Ayna (Ayacucho), Santa Rosa (Ayacucho), Samugari (Ayacucho) - región cerca de Cusco - Echarate y Megantoni, aproximadamente entre los 500 y 702 m.s.n.m (Mapa 3 en Anexo).

Tabla 1 Ubicación y Altitud de proyectos viales

Proyectos viales	Departamento	Distritos	Altitud m.s.n.m	Nivel del proyecto	Tipo de inversión	Objetivo
Boca Manu - Boca Colorado	Madre de Dios	Madre De Dios, Fitzcarrald, Manu	500	Departamental	Construcción	No se señala (No hay expediente técnico)
Maronal - Boca Manu (Caminos Vecinales Fitzcarrald I)	Madre de Dios	Fitzcarrald	403	Vías Vecinales	Construcción	Articular los caminos vecinales de diferentes capitales distantes de la provincia del Manu, lo cual permita incluir a estas poblaciones al desarrollo de las actividades económicas y para que puedan acceder a todos los servicios de primera necesidad como son: salud, educación, telecomunicaciones.
Caminos vecinales Manu (Caminos Vecinales Fitzcarrald II)	Madre de Dios - Cusco	Manu, Madre De Dios, Fitzcarrald, Kosñipata	403	Vías Vecinales	Construcción	
Santa Rosa - Puerto Carlos	Madre de Dios	Mazuko, Madre De Dios, Huepetuhe	500	Departamental	Mejoramiento	Mejorar las condiciones de transitabilidad vial
Planchón - Puerto Lucerna	Madre de Dios	Las Piedras, Tambopata	500	Departamental	Mejoramiento	Mejorar las condiciones de transitabilidad vial para el desarrollo de las localidades
Mazuko - Puerto Mazuko	Madre de Dios	Inambari	381	Departamental	Mejoramiento	Aumentar el desarrollo potencial de la zona, mediante el mejoramiento de las condiciones de transitabilidad vial
Boca Colorado - Punkiri	Madre de Dios	Madre De Dios	273	Departamental	Mejoramiento	Mejorar las condiciones de transitabilidad para el adecuado traslado de pasajeros y carga
San Lorenzo - Alto Perú	Madre de Dios	Tahuamanu, Iberia, Iñapari	259	Nacional	Mejoramiento	Mejorar las condiciones de transitabilidad en el sistema vial

						en estudio para facilitar el desplazamiento de los vehículos; y además permitir la reducción de longitud de viaje a favor de los usuarios
Chapajal - Embarcadero Botafogo	Madre de Dios	Tambopata	187	Departamental	Mejoramiento	Mejorar las condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en la red vial entre las localidades de Chapajal, Isuyama y Bajo Tambopata
Iñapari - Belgica	Madre de Dios	Iñapari	500	Departamental	Mejoramiento	Mejorar las condiciones de transitabilidad vial interurbana que faciliten el acceso a los mercados regionales y locales desde Bélgica
Bolognesi - Pte. Sheshea	Ucayali	Yurúa, Tahuania, Iparia, Masisea	284	Departamental	Mejoramiento	Brindar las condiciones de transitabilidad necesarias en la carretera para el incremento del acceso de los usuarios y la población del área de influencia hacia los mercados locales y extra regionales.
Huipoca - Santa Rosa	Ucayali	Padre Abad	500	Departamental	Mejoramiento	Mejorar las condiciones de transitabilidad vial
Campo Verde - Nueva Requena	Ucayali	Campoverde, Nueva Requena	500	Departamental	Mejoramiento	Mejorar las condiciones de transitabilidad vial
Neshuya - Curimana	Ucayali	Curimana, Neshuya, Campoverde	189	Departamental	Mejoramiento	Mejorar el nivel de transitabilidad a las localidades con potencial productivo y turístico a los mercados locales y regionales.
Pucallpa - Cruzeiro do Sul	Ucayali	Calleria	500	Nacional	Construcción	No se señala
Atalaya - CC.NN. Sapani	Ucayali	Raymondi, Neshuya, Campoverde	232	Departamental	Mejoramiento	Mejorar las condiciones de transitabilidad vial actuales
Sepahua – Saringabeni	Ucayali - Cusco - Junín	Sepahua, Río Tambo (Junín), Megantoni, Echarate	217	Vecinal	Mejoramiento	No se señala
Dv Ruínas- Nuevo Eden	Cusco - Madre de Dios	Challabamba, Paucartambo, Kosñipata, Manu, Fitzcarrald	2,269	Departamental	Mejoramiento	Mejorar las condiciones de transitabilidad de la carretera que incrementa el acceso de los usuarios y la población del área de influencia, hacia los mercados locales y extra regionales
Abra Cielo Punco - Palma Real	Cusco - Ayacucho	Echarate, Kimbiri, Quellouno, Ayna (Ayacucho), Santa Rosa (Ayacucho), Samugari (Ayacucho)	702	Nacional	Mejoramiento	Adecuar la transitabilidad vehicular para contribuir a la integración económica y social del país
Kitaparay - Alto Saringabeni	Cusco	Echarate, Megantoni	500	Vías Vecinales	Construcción	Acceso de la población a un adecuado servicio de transitabilidad

Nota: Para la mayoría de los proyectos viales, la información sobre la altitud se encuentra en los informes oficiales de viabilidad. Estos informes presentan, algunos casos, rangos. Para esos casos, calculamos el promedio. Para los casos en que la información no está disponible, usamos el valor predeterminado en RED, 500 m.s.n.m.

2.2 Perfil socio-económico

Los habitantes de los tres departamentos concentran el 6% de la población total del Perú, con una tasa de crecimiento promedio de aproximadamente 15% entre el periodo 2007 – 2017 (INEI, 2021). Entre el 30 y 40% de la población se caracteriza por haber alcanzado como máximo un nivel de educación primaria o secundaria (INEI, 2017).

Para determinar el índice de pobreza por proyecto vial, se promedió los índices de pobreza que presenta la población de los distritos que se ubican dentro del área de influencia de cada proyecto vial. Se obtuvo que la población de cinco proyectos viales ubicados entre Cusco y Ucayali, en promedio, presentan una pobreza monetaria mayor al 28%, mientras que la población adyacente a los proyectos viales localizados en Madre de Dios se encuentran entre el rango de pobreza monetaria de 1.9 a 15.1% (Figura 1).

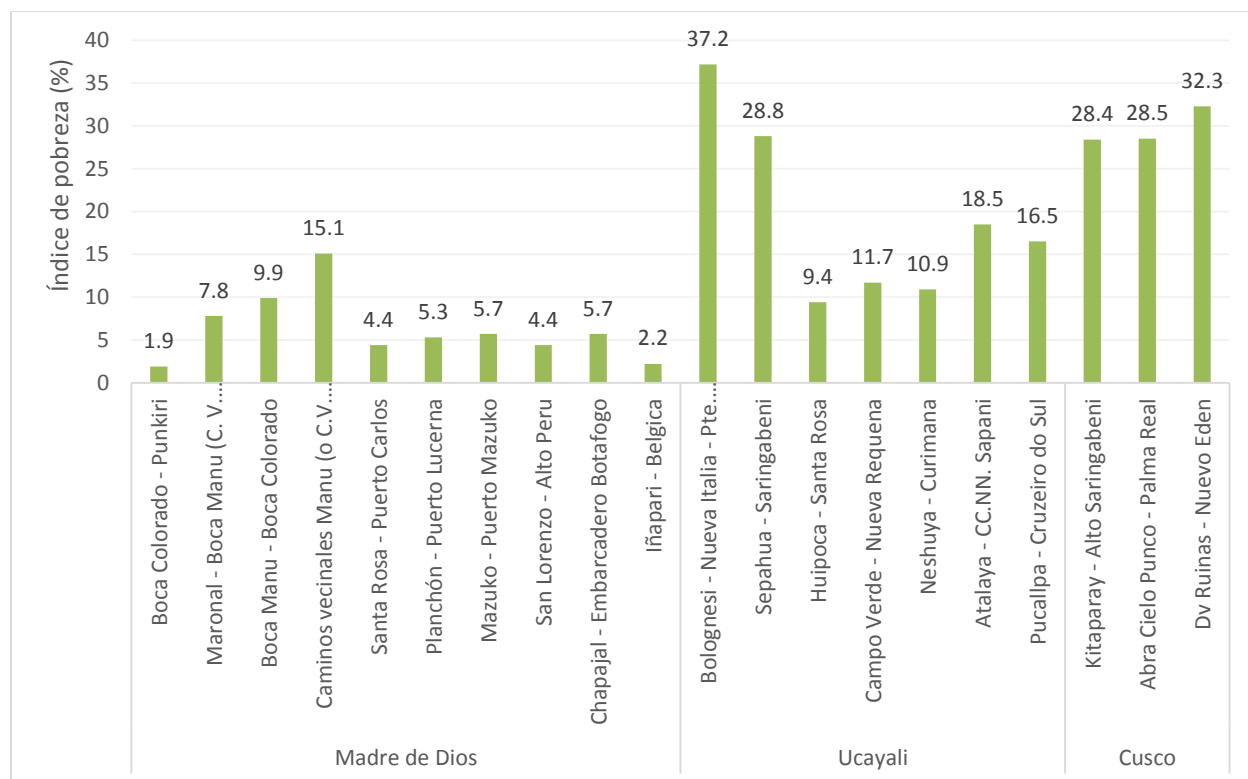


Figura 1 Índice de pobreza por proyecto vial

Fuente: INEI (2020).

De la misma forma, para determinar el índice de desarrollo humano (IDH) por proyecto vial, se promedió el IDH de los distritos que se extienden a lo largo de cada proyecto vial (Figura 2). Con esta información se puede observar que el nivel de desarrollo de la población en los proyectos ubicados en Madre de Dios, es relativamente mayor al nivel de desarrollo en los proyectos localizados en Ucayali y Cusco.

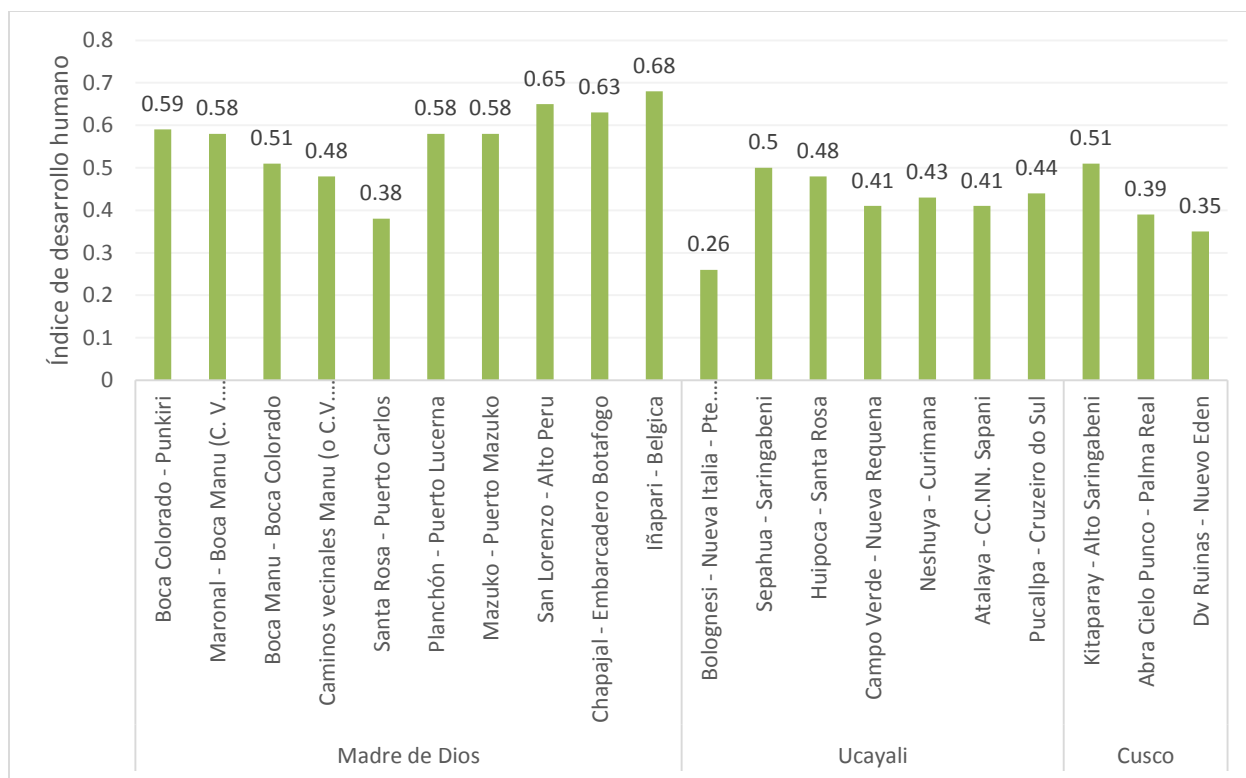


Figura 2 Índice de desarrollo humano por proyecto vial

Fuente: PNUD (2021).

Por otra parte, para determinar cuáles son las principales actividades económicas de la población ubicada alrededor de los tramos viales, dado que los tres departamentos, Ucayali, Cusco y Madre de Dios presentan similar estructura productiva, se estimó el promedio porcentual de participación de cada actividad económica. A partir de ello, se obtuvo que en promedio el 24% de los habitantes se dedican a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, seguido el 19% se dedica al comercio al por menor (Figura 3).

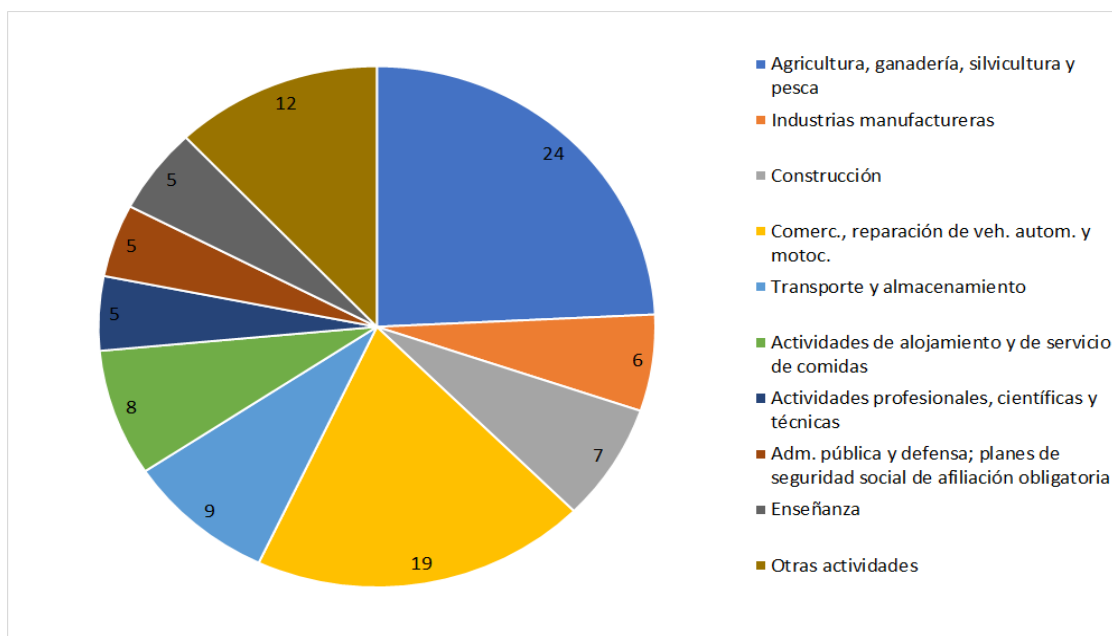


Figura 3 Participación porcentual de la población en las actividades económicas en los departamentos de Ucayali, Cusco y Madre de Dios
Fuente: INEI (2020).

3 METODOLOGÍA

3.1 Descripción del modelo de Decisiones Económicas Viales

Para determinar la viabilidad económica de los proyectos viales se utilizó el Modelo de Decisiones Viales (RED por su sigla en inglés). Esa herramienta fue desarrollada por el Banco Mundial para carreteras de bajos niveles de tráfico (Archondo-Callao, 2004). El modelo compara un escenario actual (sin proyecto) con un escenario alternativo (con proyecto). Dependiendo del proyecto de la carretera, el escenario alternativo puede ser la mejora de una carretera existente o la construcción de una nueva. En el primer caso, comparamos la situación actual con la carretera mejorada. En el último caso, no se puede realizar una comparación directa ya que no existe una carretera actual en la ubicación. Para superar este problema, asumimos que hay una carretera, pero en las peores condiciones posibles. Comparamos esa carretera con la nueva vía a ser construida en el local. A partir de este modelo es posible obtener el valor presente neto (VPN), o valor actual neto, de cada uno de los proyectos analizados. El VPN es un indicador económico definido como la sumatoria de los flujos netos descontados.

$$Valor\ Presente\ Neto = \sum_{t=0}^T \frac{(Beneficios_t - Costos_t)}{(1+r)^t}$$

Donde t se refiere al período de análisis y r a la tasa de descuento. Para el caso de los proyectos viales analizados en este estudio, se analizaron distintos períodos de análisis (entre 10 a 25 años), según el tiempo de vida esperado para cada proyecto y reflejado en los estudios de pre-factibilidad y factibilidad de los mismos. En el caso de la tasa de descuento, se utilizó para todos los proyectos una tasa anual igual al 8%. Esta tasa es la usada en las evaluaciones oficiales de proyectos de infraestructura en Perú y es definida por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF 2019).

RED calcula los beneficios derivados de la reducción de los costos operativos de vehículo y de los costos de tiempo. Ambos costos dependen de un conjunto de variables como velocidad y rugosidad del camino (que varía con el tipo de terreno y la superficie del camino). Como resultado de la reducción de esos costos el nivel de tráfico esperado de un proyecto vial tiende a cambiar. Este estudio considera el tráfico normal (que es el nivel de tráfico esperado en ausencia de alguna nueva inversión), y el tráfico generado por el proyecto (que resulta del incremento de la frecuencia de viajes esperado a raíz de las mejores condiciones de transporte generadas por el proyecto). El análisis realizado en este estudio no considera la reducción de costos de accidentes, tráfico inducido u otros beneficios.

La Figura 4 presenta una ilustración del cálculo de beneficios para los tránsitos normal y generado. En el caso del tránsito normal, el beneficio de la reducción de costos es el área sombreada en gris. Ese beneficio es obtenido por las personas que utilizan el camino antes del proyecto. En el caso del tránsito generado, el beneficio es igual al área del triángulo naranja. En ese caso, el beneficio del proyecto es generado por los nuevos usuarios. En ambos casos, los beneficios se generan gracias a la reducción de costos de transporte.

Por el lado de los costos, RED considera los costos financieros de inversión y de mantenimiento de los proyectos.

El VPN es un indicador fácil de entender porque está en unidades monetarias, y porque tiene la capacidad de traer valores futuros (ingresos y costos) a un valor presente. Así, un proyecto es económicamente viable (sus beneficios son mayores a sus costos) si tiene un VPN mayor a cero.

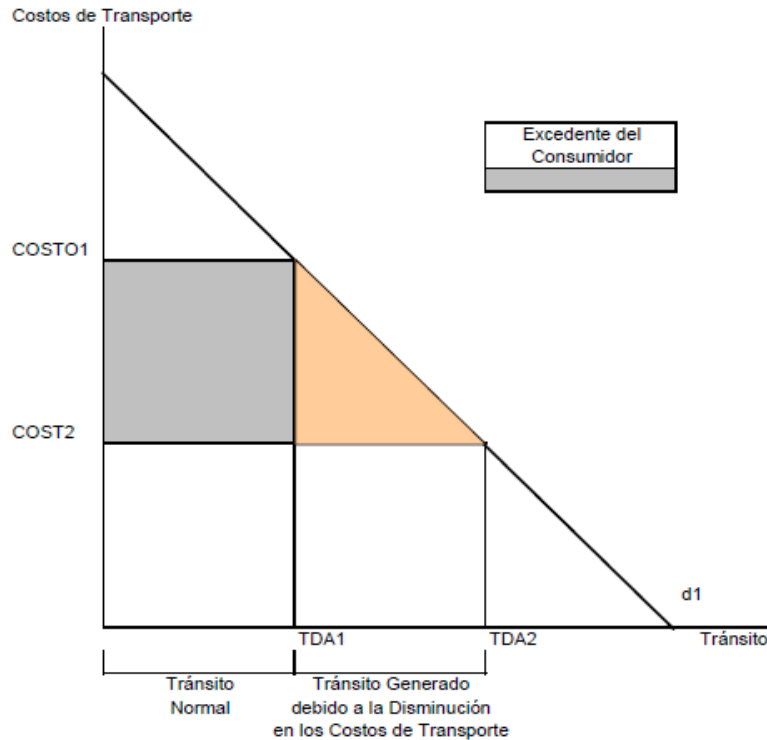


Figura 4 Ilustración del cálculo de beneficios para los tránsitos normal y generado

Fuente: Archondo-Gallao, R. (2004). Modelo de Evaluación Económica de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito. Guía para el Usuario & Casos de estudio. Banco Mundial.

3.1.1 Parámetros del modelo

El modelo RED utiliza una serie de datos. Entre los datos más importantes, se destacan:

- El costo de inversión del proyecto.
- El costo de mantenimiento (sin y con proyecto).
- El tipo de superficie (sin y con proyecto).
- El tráfico actual y proyectado.
 - En este caso, con base en los documentos oficiales, se identificó la tasa de crecimiento del tráfico normal y el tráfico generado con el proyecto.¹
- La composición del tráfico actual.
 - Se refiere al tipo de vehículos que harían uso de la carretera. En este caso, se asumió que la composición del tráfico no va a cambiar después del proyecto.

RED requiere también del uso de parámetros relacionados con cada tipo de vehículo para estimar el costo de transporte. Estos costos son calculados con el módulo de estimación de costos de

¹ El tráfico normal corresponde al flujo actual de vehículos que transita por la ruta del proyecto.

operación vehicular del HDM-4². Se utilizan datos de costo de tiempo de pasajeros y carga, número de pasajeros, y costos unitarios promedio para cada tipo de vehículo. Mientras mejor sea la calidad de la vía, menor será su rugosidad y menores los costos de transporte. Las Tablas 1A a 3A, en anexo, presentan los parámetros utilizados en este estudio por *default* en el caso de que no existan datos específicos para el proyecto.

3.2 Descripción de los impactos ambientales y sociales

Para determinar los impactos ambientales y sociales que generarían los proyectos viales, primero se recopiló información sobre cuáles serían los principales impactos ambientales y sociales, para luego seleccionar los impactos más relevantes en función a la disponibilidad de información y la posibilidad de analizarlos utilizando los mismos criterios para todos los proyectos. Luego de realizar este filtro, se seleccionaron cuatro variables socioambientales: la proximidad a áreas naturales protegidas, la proximidad a comunidades nativas, la proximidad a yacimientos mineros y el tipo de inversión del proyecto vial (construcción o mejoramiento). Este último criterio fue considerado en el análisis de riesgos ambientales y sociales, debido a que los impactos esperados según el tipo de inversión son significativos.

Con base en los datos obtenidos, la muestra correspondiente a cada variable fue dividida en quintiles. Es decir, se dividieron los datos en cinco grupos iguales siguiendo la proporción: menor que 20%, entre 20% y 40%, entre 40% y 60%, entre 60% y 80% y mayor que 80%. Para cada uno de estos grupos se asignó un valor numérico que va de 1 a 5, siendo el valor 1 el nivel de riesgo más bajo y el valor 5, más alto.

El valor final asignado a cada proyecto vial, según el riesgo socioambiental es construido a partir de una combinación lineal simple de las cuatro variables, por lo cual, también oscila entre 1 y 5. Para reducir cualquier posible sesgo, asumimos el mismo peso para todas las variables.

Nivel de riesgo

$$= 0.25 \circ \text{Áreas Protegidas} + 0.25 \circ \text{Comunidades Nativas} + 0.25 \circ \text{Tipo de Inversión} + 0.25 \circ \text{Yacimientos minero}$$

² Se usó el Módulo de Costos Operativos del Vehículo HDM-4, desarrollado por el Banco Mundial, para el cálculo de los costos operativos del vehículo en función de la rugosidad de las carreteras, tipos de terreno y vehículos motorizados. En general, las agencias gubernamentales usan el modelo HDM-4 para realizar el análisis económico en lugar de usar solo un módulo y el modelo RED como lo hacemos aquí. Sin embargo, el uso del modelo HDM-4 es más complejo y exige más datos de los que están disponibles públicamente.

3.3.1 Descripción de la variable Proximidad a áreas naturales protegidas

La variable Proximidad a áreas naturales protegidas es expresada por la "menor distancia", en kilómetros, entre cada proyecto vial y el área natural protegida más cercana. Para estimar las distancias se utilizó el mapa de áreas protegidas del SERNANP, considerando las siguientes categorías: Coto de Caza, Bosque de Protección, Parque Nacional, Refugio de Vida Silvestre, Reserva Comunal, Reserva Nacional, Reserva Paisajística, Santuario Histórico, Santuario Nacional y área de Conservación Regional.

Con base en los datos de distancia, la muestra fue dividida en quintiles. En la Tabla 2 presentamos los cinco grupos.

Tabla 2 Variable - Proximidad de áreas protegidas (km)

Proximidad de áreas protegidas (km)	Nivel de riesgo
Menor que 1.73 km	5
Entre 4.42 y 4.96 km	4
Entre 5.04 y 7.04 km	3
Entre 9.03 y 11.25 km	2
Mayor que 16 km	1

Nota: La distribución fue dividida en cinco grupos en función de quintiles.

3.3.2 Descripción de la variable Proximidad a comunidades nativas

La variable Proximidad a comunidades nativas es expresada por la "menor distancia", en kilómetros, entre cada proyecto vial y la comunidad nativa más cercana. Para realizar esta medición, se usó el mapa de comunidades nativas del RAISG. En este se incluye las siguientes categorías: Comunidades Nativas, Reservas territoriales, Reserva Indígena Decretada y Reserva Indígena Propuesta.

Con base en los datos de distancia, la muestra fue dividida en quintiles. En la Tabla 3 presentamos los cinco grupos.

Tabla 3 Variable - Proximidad a comunidades nativas

Proximidad a comunidades nativas (km)	Nivel de riesgo
Menor que 1.8 km	5
Entre 2 y 2.9 km	4
Entre 5 y 6.5 km	3
Entre 8.4 y 16.5 km	2
Mayor que 20 km	1

Nota: La distribución fue dividida en cinco grupos en función de quintiles.

3.3.3 Descripción de la variable Tipo de inversión

De los 20 proyectos viales (o 21 tramos) considerados en el análisis, cuatro son inversiones destinadas a la construcción de una nueva carretera y 16 son proyectos de mejoramientos de rutas ya existentes (Tabla 4). La apertura de una vía, aunque sea de tierra y angosta, establece las circunstancias básicas para que en el futuro se hagan inversiones de ampliación y mejoramiento; en consecuencia, el riesgo de que en el futuro alcancen impactos ambientales directos e indirectos de mayor magnitud es elevado (Malky et al., 2011).

Tabla 4 Variable - Tipo de inversión

Tipo de inversión (carretera nueva o mejoramiento)	Nivel de riesgo
Carretera nueva	5
Mejoramiento	1

3.3.4 Descripción de la variable Proximidad a yacimientos mineros

La variable Proximidad a yacimientos mineros es expresada por la "menor distancia", en kilómetros, entre cada proyecto vial y el yacimiento minero más cercana. A este fin, se usó el mapa de yacimientos mineros del INGEMMET³. En este se incluyen yacimientos mineros activos e inactivos.

Con base en los datos de distancia, la muestra fue dividida en quintiles. En la Tabla 5 presentamos los cinco grupos.

Tabla 5 Variable - Proximidad a yacimientos mineros

Proximidad a yacimientos mineros (km)	Nivel de riesgo
Menor que 0.04 km	5
Entre 0.08 y 0.27 km	4
Entre 2 y 6.35 km	3
Entre 9.18 y 14.64 km	2
Mayor que 20 km	1

Nota: La distribución fue dividida en cinco grupos en función de quintiles.

³ <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>

3.3 Descripción del indicador de eficiencia

Para los proyectos con valores presentes netos positivos, dividimos el VPN por el nivel de riesgo para obtener un indicador de eficiencia.

$$\text{Indicador de eficiencia} = \frac{VPN}{\text{Nivel de riesgo}}$$

El indicador de eficiencia permite comparar el rendimiento económico de todos los proyectos factibles considerando el mismo nivel de riesgo.

4 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Del total de 21 tramos, el 81% son de proyectos de mejoramiento mientras que el 19% son de construcción. La inversión por kilómetro varía considerablemente entre proyectos desde un mínimo de US\$ 815/km hasta un máximo de US\$ 2,904.990/km. Las Figuras 5a y 5b presentan la relación entre la inversión por kilómetro y la longitud (a) y el tránsito (b). Se nota que existe una tendencia lineal descendente entre la inversión y la longitud. Cuanto mayor es la longitud del proyecto, menor es la inversión por kilómetro. Esto se explica principalmente por la existencia de economías de escala que, en proyectos más grandes, tienden a reducir los costos unitarios. Inversamente, se nota que hay una relación lineal positiva entre la inversión y el tránsito. Cuanto mayor es el tráfico (en el caso de las nuevas carreteras proyectadas), mayor es la inversión por kilómetro. Esto demuestra que los niveles de inversión responden a la demanda asociada a cada caso.

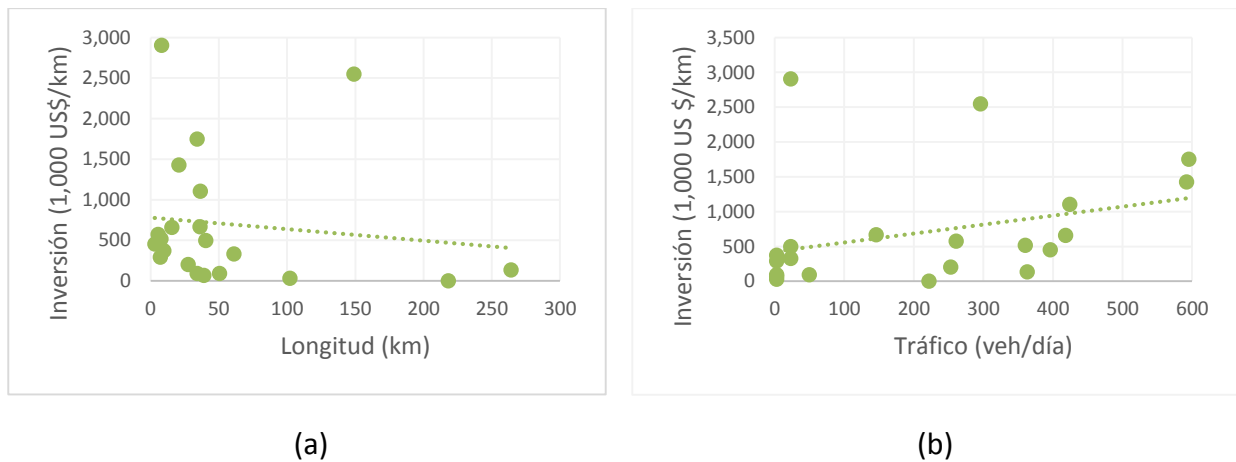


Figura 5 Relación entre la inversión por kilómetro y la longitud (a) y el tránsito (b)

5 RESULTADOS

5.1 Estimación del costo-beneficio

Usando el modelo RED, se encontró que, de los 21 tramos viales analizados aquí, el 14% tiene un VPN positivo y el 86% tiene un VPN negativo. Los proyectos viales con beneficios netos positivos son (1) Chapajal – Embarcadero Botafogo en Madre de Dios, US\$ 631 mil; (2) Atalaya – CC.NN. Sapani, en Ucayali, US\$ 7 millones; y (3) Dv Ruinas – Nuevo Edén, entre Cusco y Madre de Dios, US\$ 44 millones.

La Figura 6 muestra el VPN de cada proyecto vial. Se notó que hay mucha variación entre el VPN de los proyectos (oscila entre US\$ 20 millones negativos y US\$ 44 millones positivos).

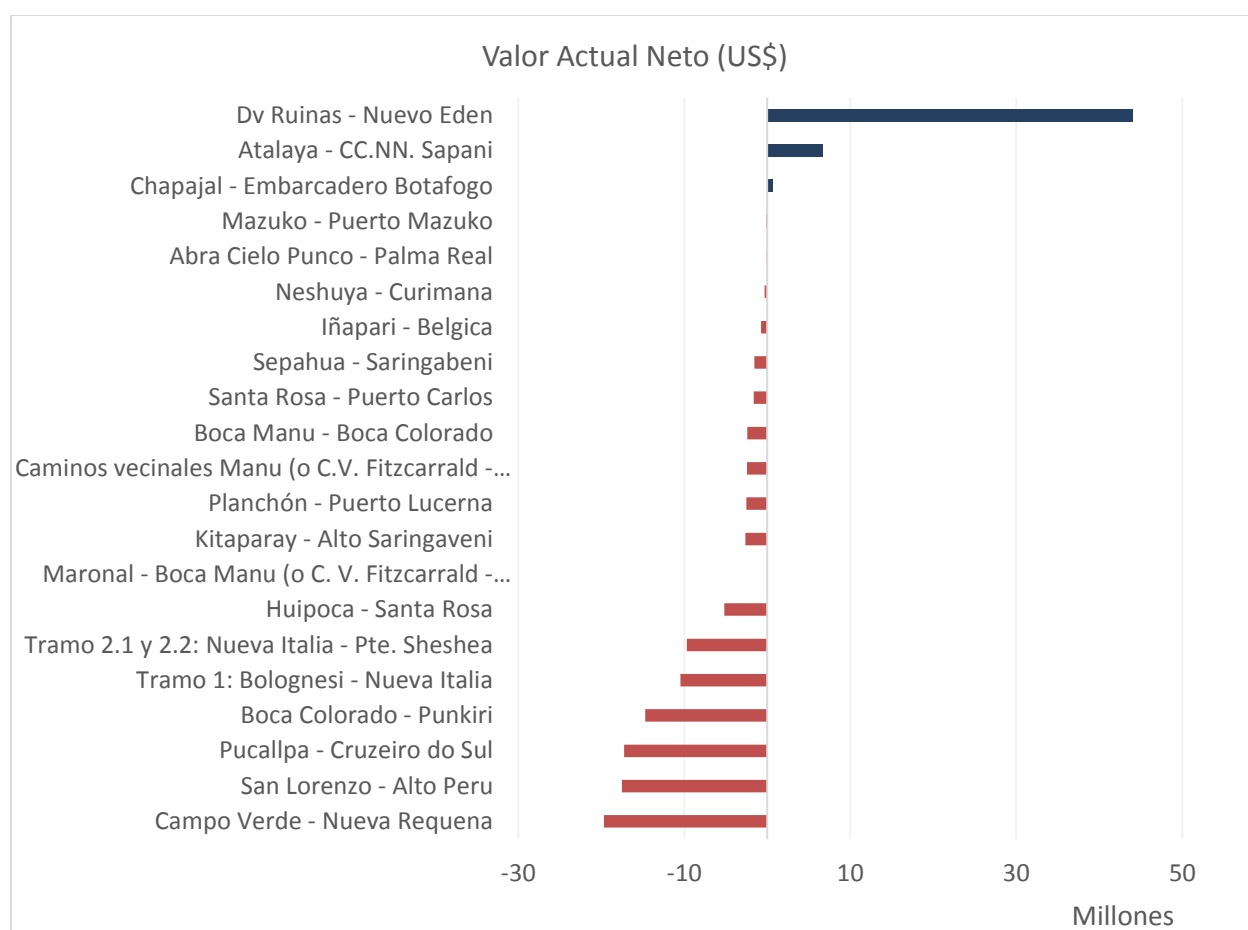


Figura 6 Valor presente neto por proyecto vial.

Los cinco proyectos viales con mayores pérdidas económicas (o beneficios netos negativos) son (1) Campo Verde – Nueva Requena, en Ucayali, US\$ -19 millones; (2) San Lorenzo – Alto Perú en Madre de Dios, US\$ -17,5 millones; (3) Pucallpa – Cruzeiro do Sul, en Ucayali, US\$ -17,2 millones;

(4) Boca Colorado – Punkiri, en Madre de Dios, US\$ -15 millones; y (5) Bolognesi – Nueva Italia en Ucayali, US\$ -10 millones.

5.2 Estimación del riesgo ambiental y social

Los resultados del análisis ambiental se presentan en cinco subsecciones. En las cuatro primeras subsecciones mostramos el rango de los proyectos viales en función de cada una de las variables socioambientales consideradas. En la quinta subsección, combinamos los resultados de las subsecciones anteriores y creamos una clasificación final considerando las cuatro variables socioambientales.

5.2.1 Proximidad a áreas naturales protegidas

La Tabla 6, segunda columna, muestra la clasificación de los proyectos viales en función de su proximidad a áreas naturales protegidas. Con base en la división por quintiles, encontramos que el 52% de los proyectos viales se encuentran en las categorías de riesgo demasiado alto. Esto significa que la distancia entre estos proyectos viales y el área protegida más cercana es de al menos 16 km. Los proyectos de carreteras restantes presentan un riesgo de medio a demasiado alto. Los proyectos viales Boca Manu – Boca Colorado en el Departamento de Madre de Dios, y Kitaparay – Alto Saringabeni y Dv Ruinas – Nuevo Edén en Cusco presentan el mayor nivel de riesgo.

5.2.2 Proximidad a comunidades nativas

La Tabla 6, tercera columna, muestra el nivel de riesgo en función de la proximidad de los proyectos viales a comunidades nativas. En este caso, el 86% de los proyectos viales estarían a menos de 16 km de comunidades nativas. Del total de proyectos viales que estarían dentro de esta zona de amortiguamiento, nueve cruzarían directamente a través de comunidades nativas resultando en el mayor riesgo posible para las comunidades nativas y el medio ambiente.

5.2.3 Proyecto de construcción o mejoramiento

La mayoría de los proyectos viales son proyectos de mejora. De los 21 tramos viales analizados aquí, solo cuatro (o el 19%) se refieren a la construcción de una nueva carretera (Tabla 6 cuarta columna). Estos proyectos tienen el mayor riesgo ya que la construcción de nuevas carreteras genera un mayor impacto ambiental y social en comparación con los proyectos de mejora.

5.2.4 Proximidad a yacimientos mineros

La Tabla 6, quinta columna, muestra el rango de los proyectos viales en función de su proximidad a yacimientos mineros. La mayoría de los proyectos viales (o el 57%) analizados están libres de que su área de amortiguamiento, de 20 km, esté afectada por actividades mineras. Los proyectos

viales más cercanos a los yacimientos mineros y, en consecuencia, de mayor riesgo, son Boca Manu – Boca Colorado y Caminos vecinales Manu (o C.V. Fitzcarrald – Tramo II) en Madre de Dios.

Tabla 6 Nivel de riesgo por categoría de riesgo socioambiental

Proyectos	Áreas naturales protegidas	Comunidades Nativas	Tipo de inversión	Yacimientos mineros	Final
Planchón – Puerto Lucerna	1	1	1	1	1
Iñapari – Belgica	1	1	1	1	1
Neshuya – Curimana	1	2	1	1	1.25
Campo Verde – Nueva Requena	1	2	1	1	1.25
Santa Rosa – Puerto Carlos	1	2	1	3	1.75
Tramo 1: Bolognesi – Nueva Italia	1	5	1	1	2
Tramo 2.1 y 2.2: Nueva Italia – Pte. Sheshea	1	5	1	1	2
Huipoca – Santa Rosa	1	5	1	1	2
Atalaya – CC.NN. Sapani	1	5	1	1	2
Boca Colorado – Punkiri	2	3	1	3	2.25
San Lorenzo – Alto Peru	3	5	1	1	2.5
Abra Cielo Punco – Palma Real	1	5	1	2	2.25
Chapajal – Embarcadero Botafogo	3	3	1	3	2.5
Sepahua – Saringabeni	4	5	1	1	2.75
Mazuko – Puerto Mazuko	4	4	1	2	2.75
Maronal – Boca Manu (o C.V.Fitzcarrald I)	2	5	1	4	3
Pucalpa Cruzeiro do Sul	1	5	5	1	3
Dv Ruinas – Nuevo Eden	5	5	1	4	3.75
Kitaparay – Alto Saringabeni	5	4	5	1	3.75
Boca Manu – Boca Colorado	5	3	5	5	4.5
Caminos Vecinales Manu (o C.V.Fitzcarrald II)	3	5	5	5	4.5

Nota: Los colores se refieren al nivel de riesgo. Los colores verde oscuro y verde claro se refieren a riesgo muy bajo y bajo. El amarillo es de riesgo medio. El rosa y el rojo son de alto y muy alto riesgo respectivamente.

5.2.5 Nivel de riesgo

De los 21 tramos viales analizados en este estudio, dos (o el 10%) son proyectos de alto riesgo socioambiental. Los dos proyectos son Boca Manu – Boca Colorado y Caminos vecinales Manu en Madre de Dios (Figura 7).

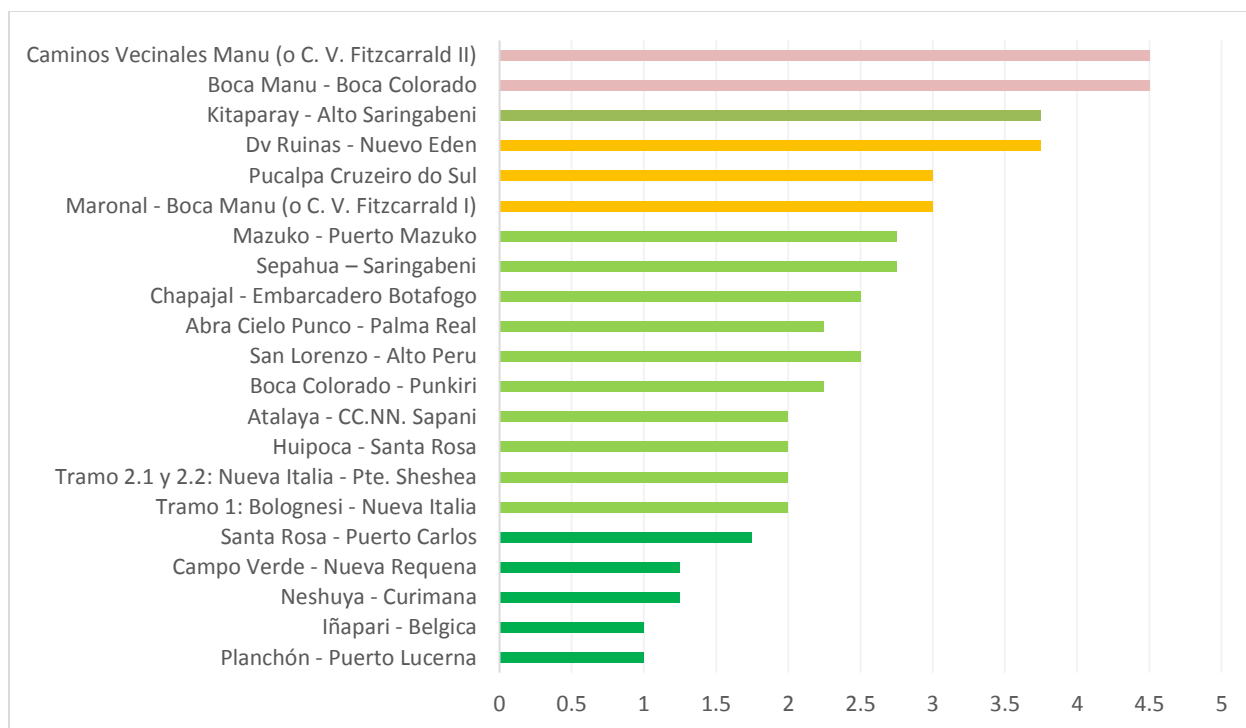


Figura 7 Nivel de riesgo socio ambiental por proyecto vial

Nota: En el eje Y tenemos los proyectos viales. En el eje X tenemos el nivel de riesgo (de 1 a 5). Los colores se refieren al nivel de riesgo. Los colores verde oscuro y verde claro se refieren a riesgo muy bajo y bajo. El amarillo es de riesgo medio. El rosa y el rojo son de alto y muy alto riesgo respectivamente.

5.3 Estimación de la eficiencia – retorno por riesgo

Para los proyectos con VPN positivo, se calculó la medida de eficiencia. Con base en los resultados encontrados aquí, el proyecto más eficiente en términos de beneficio neto por riesgo socioambiental es Dv. Ruinas – Nuevo Edén. El beneficio económico de esta vía genera US\$ 12 millones por unidad de riesgo (Tabla 7).

Tabla 7 Retorno por riesgo socioambiental (US \$) para los proyectos con VAN > 0

Proyecto	VPN (US\$)	Nivel de riesgo	Retorno por riesgo socioambiental (US\$)
Chapajal – Embarcadero Botafogo	630.980	2,5	252.392
Atalaya – CC.NN. Sapani	6.630.029	2,0	3.315.014
Dv Ruinas – Nuevo Eden	43.977.260	3,75	11.727.269

La Figura 8 muestra la relación entre el VPN y el nivel de riesgo. Si consideramos una relación lineal, encontramos que existe una relación ascendente entre ambas variables. Cuanto mayor sea el beneficio económico, mayor será el riesgo.

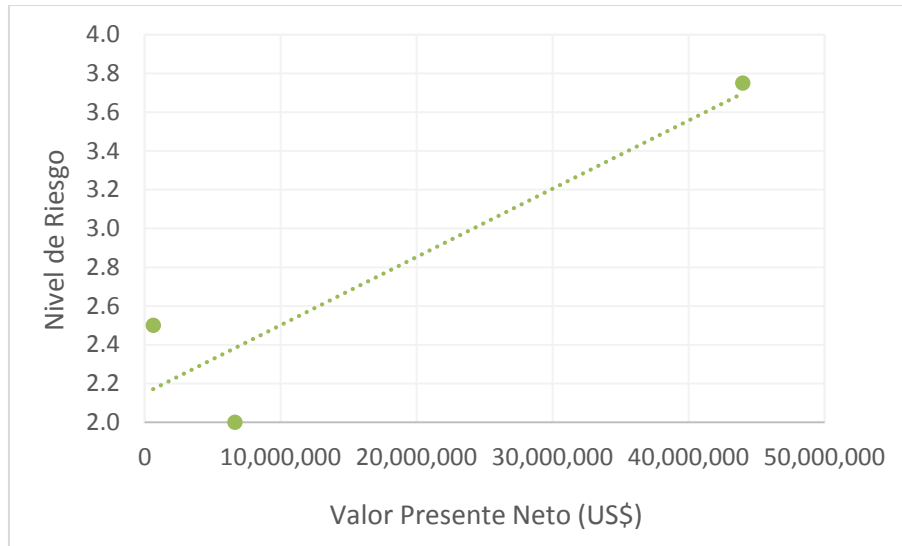


Figura 8 Relación entre el nivel de riesgo socioambiental y el valor presente neto

Es importante mencionar que los tres proyectos que tienen beneficios netos positivos están cerca o atraviesan comunidades nativas. El tomador de decisiones debe tener en cuenta este hecho, así como la legislación existente, para tomar una decisión final. Lo más probable es que la construcción o mejora de cualquier carretera que atraviese comunidades nativas resulte en cambios significativos en el entorno, incluyendo el ambiente, la economía local y la sociedad.

Para todos los proyectos con VPN positivos, recomendamos:

1. Análisis en profundidad, incluyendo nuevas variables socioambientales y la valoración económica de las mismas.
2. Consulta previa, libre e informada y cooperación constante con los pueblos indígenas en las áreas impactadas. Estos análisis complementarios deberían ser requisitos indispensables para poder establecer la conveniencia de estos proyectos para el Perú.

Dada la proyección de los impactos ambientales, es muy probable que la monetización de esos impactos y su internalización en el análisis de factibilidad económica cambie sustancialmente los resultados y resulte en un VPN negativo.

6 DISCUSIÓN

Del total de proyectos viales analizados en este estudio, tres consideran, explícitamente en sus informes, los beneficios que generaría la carretera a los productores locales. Los proyectos son: Mazuko - Puerto Mazuko, Boca Colorado - Punkiri y Huipoca - Santa Rosa. Además de estos proyectos, otros tres hacen referencia a los potenciales beneficios que tendrían los agricultores en caso de que se implementen los proyectos viales, esos proyectos son: Boca Manu - Boca

Colorado, Sepahua - Saringabeni y Santa Rosa - Puerto Carlos. Los seis proyectos mencionados presentan un VPN negativo.

Si bien no se cuenta con información específica sobre el impacto que tendrían estas carreteras sobre la rentabilidad de los productores agrícolas, con la información disponible es posible realizar un análisis simple que permita comparar el VPN calculado mediante el modelo RED, y la rentabilidad agrícola. Para hacer la comparación, primero dividimos el VPN estimado para cada carretera, por el área agrícola total dentro de un buffer de 20 km alrededor de cada proyecto. La excepción sería el proyecto vial Huipoca - Santa Rosa para el cual no se cuenta con datos oficiales sobre el área agrícola que sería positivamente afectada por la carretera.

Como resultado, obtenemos el beneficio económico neto generado por cada proyecto vial por hectárea. Dado que todos los proyectos no son económicamente viables (tienen un VPN negativo), los beneficios netos resultantes por hectárea son negativos (Tabla 8 Columna 5). Bajo el supuesto de que la comparación es posible, la ganancia económica generada por cada proyecto a los productores debe ser al menos igual a las pérdidas económicas que generarían estos proyectos viales. Es decir, cada proyecto podría ser justificable si la pérdida económica que generaría, expresadas en el VPN por hectárea, sería al menos igual a la ganancia económica generada por cada proyecto a los productores agrícolas. Así, utilizando como referencia el valor de producción promedio en cada departamento, se calculó el incremento porcentual requerido en producción, para alcanzar un $VPN = 0$. Por ejemplo, en el caso del proyecto vial Boca Colorado - Punkiri, la rentabilidad agrícola por hectárea debería aumentar en por lo menos 90% en un año, para que así sea posible alcanzar un balance entre los beneficios y los costos, y se pueda justificar económicamente el proyecto.

Aunque el presente análisis considera, en todos los casos, datos oficiales, es evidente que existen asimetrías de información respecto a los 21 tramos viales que están en planificación. En ese contexto, cabe mencionar que el modelo RED es altamente sensible a algunos de los datos usados como, por ejemplo, el costo de inversión, costo de mantenimiento y, principalmente, el tráfico. Cuanto mayor sea el tráfico, mayor será el valor presente neto.

Otro aspecto que se debe resaltar está relacionado con las variables ambientales. El presente estudio considera algunas de las variables más relevantes para establecer el nivel de riesgo ambiental de cada carretera, sin embargo, no considera otras variables que pueden ser relevantes. Esto responde, principalmente, a la necesidad de contar con información que permita analizar el conjunto de proyectos viales de manera simultánea y bajo los mismos criterios. Además de priorizar las variables a ser consideradas, para simplificar el análisis y evitar sesgos, también optamos por ponderaciones iguales y una distribución equitativa en términos de quintiles para crear el indicador de riesgo y las categorías.

Tabla 8 Comparación entre el VPN y el valor de la producción agrícola

Proyecto vial	Departamento	VPN (US\$) de cada proyecto vial	Superficie agrícola en dentro de un buffer de 20 km (ha)	VPN por hectárea (US\$/ha)	Valor promedio de la producción agrícola en 2016 (US\$/ha)	Incremento porcentual requerido en producción para alcanzar un VPN=0
Mazuko - Puerto Mazuko	Madre de Dios	-92.122	4.594	-20	2.149	1%
Boca Colorado - Punkiri		-14.699.546	7.560	-1.944		90%
Boca Manu - Boca Colorado		-2.413.077	1.644	-1.468		68%
Santa Rosa - Puerto Carlos		-1.619.775	5.954	-272		13%
Huipoca - Santa Rosa	Ucayali	-5.161.000	5.567 ^a	-927	1.395	66%
Sepahua - Saringabeni		-1.562.914	58.676	-27		2%

Fuente: Dirección Regional de Agricultura - Oficina de Estadística Agraria e Informática. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1502/libro.pdf y https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1510/libro.pdf.

Nota: Se consideraron los principales productos en cada departamento. Aunque estamos usando el valor de producción como un proxy de los ingresos del productor, vale la pena mencionar que los ingresos serían considerablemente más bajos una vez que se resten los costos. Aquí simplemente multiplicamos la cantidad por el precio; La tasa de cambio usada es 1 US\$ = S/. 3.81858789.a Superficie agrícola cultivada en el año 20 del proyecto (disponible en <https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/formato/verProyecto/72980>).

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de proyectos de carreteras en la Amazonía peruana es de suma importancia dado los potenciales impactos sociales y ambientales. Existen ya varias experiencias de carreteras en la Amazonía peruana fallaron en potenciar las cadenas de valor locales y articular esas cadenas a mercados nacionales e internacionales (Valdivia, s.d.). Estos casos deberían servir como referencia para que los procesos de evaluación de carreteras en Amazonía sean más rigurosos e integrales en cuanto al tipo y cantidad de criterios que consideran.

En el caso de los 21 tramos analizados en este estudio, se concluye que sólo el 14% (tres proyectos) tiene un VPN positivo. Es decir, en la mayoría de los proyectos analizados los costos superan a los beneficios y, por tanto, no existe una justificación económica para su construcción. Esto, aún sin incorporar en las estimaciones el valor económico de los potenciales impactos socioambientales. Estos proyectos deberían ser desestimados y buscar otras alternativas de conectividad, ya que además de generar pérdidas económicas, estarían generando pérdidas ambientales.

Otro hallazgo importante del estudio tiene que ver con la alta variabilidad observada entre los proyectos, con VPN que van desde un mínimo de -19 millones de dólares (negativo), hasta un máximo de 44 millones de dólares (positivo). Esta variabilidad responde, no solamente a los beneficios esperados de los proyectos, sino también a una alta variabilidad observada en los costos de inversión y mantenimiento proyectados. En muchos casos, esa variabilidad puede ser cuestionada considerando que se tratan de proyectos con similares características y proyectados para contextos topográficos también similares.

En términos sociales y ambientales se notó que el 29% de los proyectos presenta un nivel de riesgo socioambiental entre medio a alto. Los proyectos más riesgosos son Boca Manu – Boca Colorado y Caminos vecinales Manu y en Madre de Dios.

Todos los proyectos con VPN positivo cruzan o están cerca de comunidades nativas, áreas naturales protegidas, concesiones de conservación u otras modalidades de conservación. Es importante que el tomador de decisiones considere ese aspecto en el proceso de evaluación de estos proyectos. La recomendación de este estudio es que se haga un análisis en profundidad de los proyectos económicamente viables. Los análisis en profundidad deberían valorar económicamente los impactos socioambientales, e internalizar esos valores en el análisis costo-beneficio. Si luego de internalizar el valor económico de los impactos socioambientales el proyecto mantiene un VPN positivo, la siguiente recomendación sería llevar a cabo la respectiva consulta previa, libre e informada con los pueblos indígenas afectados sobre los potenciales riesgos y beneficios de los proyectos. Asimismo, se recomienda que estos análisis sean un requisito complementario e indispensable para la evaluación de la conveniencia de los proyectos

viales para el Perú. Finalmente, se recomienda la evaluación de alternativas de conectividad a nivel regional, que tomen en consideración las potencialidades del territorio, y que tengan una base comunitaria.

8 BIBLIOGRAFÍA

Archondo-Callao, R. (2004). The Roads Economic Decision Model (RED) for the economic valuation of low volume roads. Washington, DC: The World Bank.

INEI (2017) Censos Nacionales 2017. Departamento Cusco, Ucayali y Madre de Dios. <http://censo2017.inei.gob.pe/resultados-definitivos-de-los-censos-nacionales-2017/>

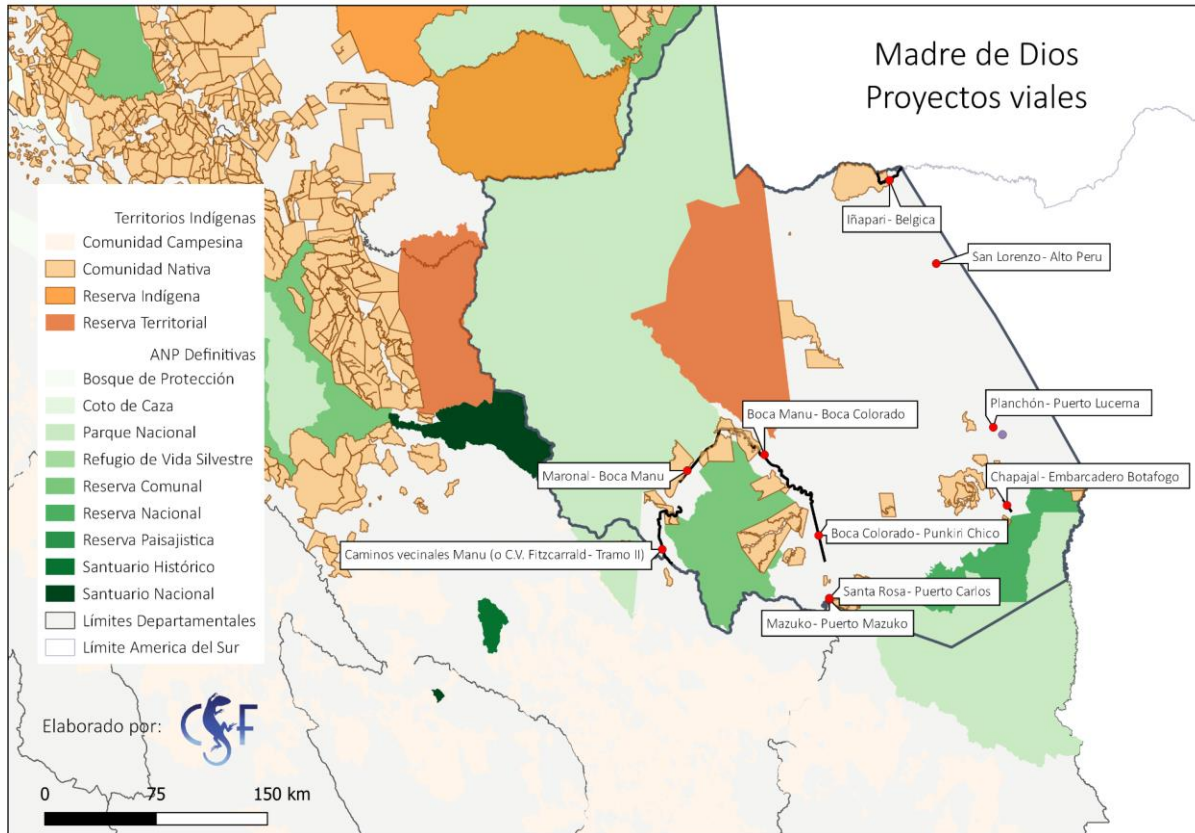
INEI (2020). Mapa de Pobreza Monetaria Provincial y Distrital 2018. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1718/Libro.pdf

INEI (2021). Población censada, según departamento y año censal. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/population/>

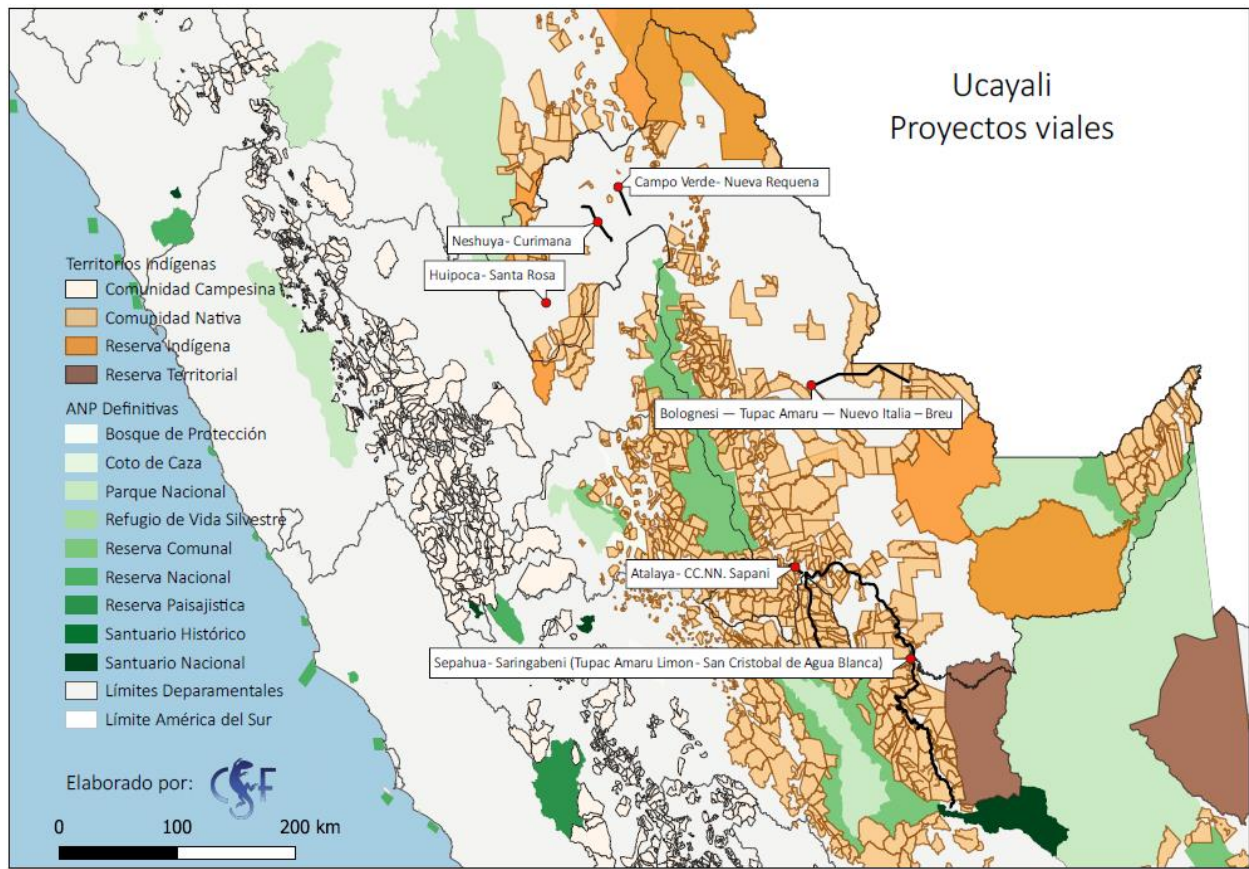
Malky et al. (2011). El filtro de carreteras: un análisis estratégico de proyectos viales en la Amazonía. Conservation Strategy Fund. Série Técnica No. 21.

Ministerio de Economía y Finanzas (2019). Anexo N° 11 Parámetros de Evaluación Social. Disponible en https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo11_directiva001_2019EF6301.pdf. Accedido en 21 de junio de 2021.

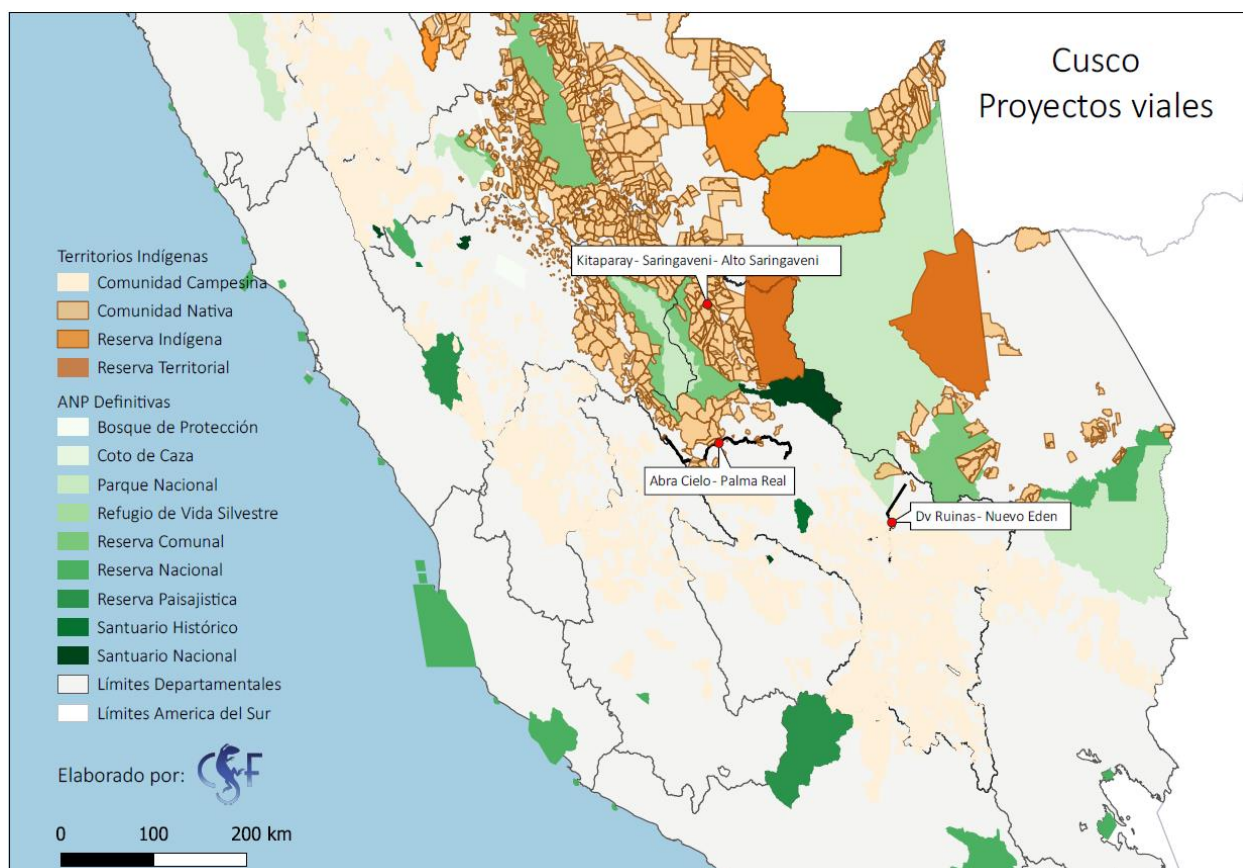
PNUD (2021). Índice de desarrollo humano 2019. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Disponible en: <https://www.pe.undp.org/content/peru/es/home/library/poverty/el-reto-de-la-igualdad.html>



Mapa 1A: Ubicación de los proyectos en el Departamento de Madre de Dios



Mapa 2A: Ubicación de los proyectos en el Departamento de Ucayali



Mapa 3A: Ubicación de los proyectos en el Departamento de Cusco.

Tabla 1A: Parámetros del modelo

Vehículo	Número de pasajeros (#)	Costo en tiempo por pasajeros (US\$/pas-hr)
Automóviles	3	1
Camioneta (Pick Up, Camioneta rural)	3	0,5
Microbus	10	0,5
Bus medio (2 ejes)	20	0,5
Bus grande (3 ejes)	40	0,5
Camiones livianos (camiones 2 ejes)	1	0,5
Camiones medianos (camiones 3 ejes)	1	0,5
Camiones pesados (camiones 4 ejes)	1	0,5
Camiones articulados (semi-trailer y trailer)	1	0,5

Tabla 2A: Parámetros del modelo - Costo económico unitario

	Automóviles	Camioneta	Microbus	Bus medio	Bus grande	Camiones livianos	Camiones medianos	Camiones pesados	Camiones articulados
Nuevo vehículo (US\$/vehículo)	11.855	18.579	89.700	89.700	89.700	69.000	86.250	103.500	120.750
Combustible (US\$/litro)	1,10	1,10	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	0,44	0,44
Lubricante (US\$/litro)	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	2,32	2,32
Par de neumáticos (US\$/neumático)	37	75	274	274	274	111	274	346	346
Costo laboral de mantenimiento (US\$/hora)	2,04	2,04	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
Tripulación (US\$/hora)	1	0,78	2,74	2,74	2,74	1,65	2,12	2,27	2,27
Tasa de interés (%)	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 3A: Parámetros del modelo - Características da frota

Vehículo	km conducidos (km/anual)	Horas anuales trabajadas	Tiempo de servicio (años)	Uso privado (%)	Peso bruto vehicular (t)
Automóviles	25.000	480	10	100	1,2
Camioneta (Pick Up, Camioneta rural)	35.000	1.100	8	0	2
Microbus	120.000	2.496	10	0	3
Bus medio (2 ejes)	120.000	2.496	10	0	6
Bus grande (3 ejes)	120.000	2.496	10	0	11
Camiones livianos (camiones 2 ejes)	30.000	1.300	8	0	6
Camiones medianos (camiones 3 ejes)	90.000	2.400	10	0	12
Camiones pesados (camiones 4 ejes)	100.000	2.400	10	0	20
Camiones articulados (semi-trailer y trailer)	100.000	2.400	10	0	30