

Asociaciones Público-Privadas versus Obra Pública: una comparación para el caso de redes viales en Perú y la Región

Red de Análisis y Buenas Prácticas en
Asociaciones Público-Privadas
Bien Público Regional



Sobre la Red APP y el presente trabajo

Red de Análisis y Buenas Prácticas en Asociaciones Público-Privadas ***Sectores público y privado trabajando juntos para una mejor infraestructura.***

Si bien la realidad de cada país de la región es diferente, los proyectos de infraestructura conllevan desafíos similares en su preparación, ejecución, operación, o mantenimiento, entre otros, que son extrapolables a las circunstancias de cada país. Son inversiones de gran envergadura, que tienen la capacidad de cambiar países y mejorar la calidad de vida de comunidades enteras. La complejidad y el esfuerzo requerido para llevar adelante estos proyectos, así como sus enormes impactos sobre la sociedad son razones de peso para fomentar la búsqueda de aprendizaje a partir de los proyectos existentes, y de este modo ayudar a mejorar el desempeño de futuros proyectos de infraestructura en la región. Si bien cada proyecto es diferente, y cada caso, país o región encierra particularidades que hacen únicos y desafiantes cada uno de los proyectos, la experiencia del trabajo en la región y el conocimiento compartido muestran que es posible identificar lecciones aprendidas que nos permiten repetir aciertos y evitar errores. La sistematización de experiencias se convierte en información, y el correcto análisis de la información se acaba transformando en evidencia, y, por tanto, en conocimiento práctico aplicado.

Con el apoyo de Gobiernos e instituciones de investigación de América Latina y el Caribe, desde el BID desarrollamos en 2020 la ***Red de Análisis y Buenas Prácticas en Asociaciones Público-Privadas (Red APP)***, con el objetivo de mejorar el desarrollo de infraestructura en la región en términos de calidad, sustentabilidad, competitividad, y eficiencia.

La Red APP nace con el objetivo de A) conectar las demandas públicas de conocimiento con la investigación aplicada desarrollada (en otras palabras, que los trabajos analíticos en materia de APPs respondan a lo que los desarrolladores de políticas y proyectos quieren saber sobre qué funciona y qué no); B) sistematizar la información: mediante la generación de información sistematizada para el análisis de proyectos, desde las decisiones de inversión hasta las de financiamiento; C) generar y coordinar la evidencia existente: mediante el desarrollo de trabajos analíticos a partir de información pública disponible generada por la red, así como conectar la investigación aplicada regional para potenciar sinergias en la generación de conocimiento.

A comienzos de 2020, y partir de una Consulta Pública a Gobiernos de la región, se determinaron una serie de temas de interés comunes en el desarrollo de infraestructura mediante APP en torno a cinco grandes áreas: Regulación e Institucionalidad, Factibilidad y Estructuración de Proyectos Sostenibles, Financiamiento de Proyectos, Gestión de Riesgos y Monitoreo, y Evaluación, Desempeño e Impacto. El presente trabajo ***“APP vs Obra Pública: una comparación para el caso de redes viales en Perú y la Región”*** responde a dicha demanda y ha sido seleccionado dentro del área de Evaluación, Desempeño e Impacto, a través de una convocatoria competitiva de propuestas. Los autores de este documento son José Luis Bonifaz y Antonio Fasanando de la Universidad del Pacífico. El documento ha sido supervisado y editado por los coordinadores de la Red, Ancor Suárez Alemán y Ángel Ferrero. Claudia Alvarez Pagliuca apoya en la gestión y coordinación de la Red, así como en los diferentes trabajos de diseminación y conocimiento.

Red de Análisis y Buenas Prácticas en Asociaciones Público-Privadas (Red APP)
Red-APP-BPR@iadb.org

**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Bonifaz, José Luis.

Asociaciones público-privadas versus obra pública: una comparación para el caso de redes viales en Perú y la región / José Luis Bonifaz, Antonio Fasanando; editores, Ancor Suárez Alemán, Ángel Ferrero, Claudia Alvarez Pagliuca.

p. cm. — (Monografía del BID ; 922)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Public-private sector cooperation-Peru. 2. Public-private sector cooperation-Latin America. 3. Roads-Peru-Design and construction-Finance. 4. Roads-Latin America-Design and construction-Finance. 5. Public works-Peru-Finance. 6. Public works-Latin America-Finance. 7. Road construction contracts-Peru. 8. Road construction contracts-Latin America. I. Fasanando, Antonio. II. Suárez-Alemán, Ancor, editor. III. Ferrero, Ángel, editor. IV. Alvarez Pagliuca, Claudia, editora. V. Banco Interamericano de Desarrollo. Vicepresidencia de Países. VI. Título. VII. Serie.

IDB-MG-922

Códigos JEL: H54; L9; N76; O18.

Palabras clave: Infraestructura vial; Asociaciones Público-Privadas; Evaluación; Desempeño; Perú; América Latina y el Caribe.

Copyright ©2021 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Resumen ejecutivo

Motivación

El entorno para las Asociaciones Público Privadas (APP) en América Latina y el Caribe ha evolucionado en los últimos diez años a medida que las APP se han vuelto algo más habituales en la región, y los países han creado, probado y mejorado las regulaciones, instituciones y condiciones que permiten asociaciones exitosas entre los sectores público y privado (Infrascope, 2019).

En relación a las concesiones en carreteras, se tiene que, en varios países de América Latina, las concesiones se han adjudicado mediante la combinación de una o más variables relacionadas con el valor de los peajes, la duración del contrato, un pago al fisco o subsidio solicitado por obtener la concesión, entre otras variables. Los contratos resultantes se caracterizan por tener un plazo específico, una determinada estructura tarifaria y con algún método de ajuste.

Dentro de este tipo de contratos están los de Colombia y Perú. La diferencia entre los contratos en Colombia y Perú es que los primeros no reconocen sobre costos y solamente permite utilizar los recaudos de peajes a tarifas pre-establecidas (que ingresan a un fondo fiduciario) y traslada los aportes presupuestales anuales, cuando los hay, a lo largo de la vida útil de la vía siempre y cuando esté prestando el servicio en condiciones mínimas de calidad pre-determinadas y certificadas anualmente. En Perú, en cambio, se introdujeron fórmulas de pago por la inversión y por la operación y mantenimiento sujeto a hitos constructivos y condiciones de serviciabilidad. En otros pocos países, como en Chile, se propuso otra forma de concesionar carreteras, consistente en adjudicar la concesión al postor que solicite el Menor Valor Presente de los Ingresos (MVPI).

En este trabajo se hará un especial énfasis en las concesiones de carreteras para los casos de Perú, Chile y Colombia, haciendo un análisis comparativo para algunas variables como accidentabilidad, sobre costos, sobrepagos, flujo vehicular, renegociaciones, entre otras.

Datos

Con respecto a la accidentabilidad, se tiene que, en el Perú, los accidentes de tránsito muestran cifras alarmantes. Según el Censo Nacional de Comisarías, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el periodo 2011-2019, se han reportado alrededor de 119,000 accidentes anualmente, los que han resultado en 3,145 fallecidos y cerca de 100,000 heridos. La mayoría de dichos siniestros ocurrieron en el sector urbano (55% en avenidas y 17% en calles, en promedio).

En Chile, según el MOP en el periodo 2015-2019, se han registrado un total de 60,727 accidentes en las carreteras concesionadas, llegando a una cifra de 36,315 heridos y 1,450 fallecidos. Mientras que Colombia, en el mismo periodo de tiempo, registró un total de 164,247 accidentes, llegando a una cifra de 54,955 heridos y 3,725 fallecidos.

En cuanto a los sobrecostos y sobreplazos, los datos muestran que del total de proyectos en carreteras concesionadas que tiene Perú, el 67% de ellas tiene sobrecosto y el 75% presenta sobreplazos. Con respecto a Chile, se tiene que el 97% de sus proyectos en carreteras concesionadas presentan sobrecostos, mientras que el 67% tiene sobreplazos. Por último, Colombia presenta sobrecostos en el 70% de sus carreteras concesionadas y el 80% presenta sobreplazos.

Resultados del análisis

El principal foco de este trabajo es comparar el nivel de accidentalidad promedio, sobrecostos y sobreplazos de los tramos de carreteras concesionadas con el nivel estimado que dichos tramos tendrían si no hubiesen sido concesionados para el caso peruano. Para este ejercicio, hemos utilizado la metodología de *Propensity Score Matching* que garantiza la correcta comparabilidad entre las carreteras concesionadas y no concesionadas. Esta técnica hace coincidir las características únicas que distinguen a los grupos de control (para tratar de hacerlos más parecidos) y tratamiento.

El principal resultado es que los tramos concesionados presentan menos accidentes, menor número de heridos y menor número de fallecidos que los tramos no concesionados. Incluso, los tramos concesionados presentan menos sobrecostos y menos sobreplazos que los tramos no concesionados.

Además de esto, también se ha estimado el costo por accidentes en las carreteras concesionadas y no concesionadas para Perú. En este caso se tiene que el costo promedio anual por accidente en las carreteras concesionadas en el quinquenio (2015-2019) fue de USD 65.72 millones, mientras que para las carreteras no concesionadas fue de USD 254 millones. Es decir, si todas las carreteras fueran concesionadas, el Perú se ahorraría en promedio US\$ 189 millones anuales por concepto de accidentes de tránsito. Asimismo, se espera que estos resultados sean similares en Chile y Colombia, pues poseen una red de carreteras concesionadas donde su calidad es mejor que el promedio regional, por lo que el caso peruano podría suponer un límite inferior.

Finalmente, en relación a las recomendaciones de política pública para mejorar el desarrollo y gestión vial en la región, se sugiere que los contratos de OPT incluyan aspectos relacionados con la seguridad vial. Si bien algunas incluyen algunas cláusulas, estos no desarrollan exigencias que puedan ser reguladas y supervisadas por parte del Estado. Asimismo, se recomienda que los contratos de concesión incluyan cláusulas que regulen la implementación inicial de obras de seguridad vial y también prevean el componente de seguridad vial desarrollado en el estudio definitivo. Asimismo, se sugiere que en los contratos de concesión se incluya alguna cláusula que regule algún mecanismo de actualización de la infraestructura ejecutada frente a cambios normativos en materia de seguridad vial.

**Consultoría en Desarrollo de Productos Analíticos en Asociaciones
Público-Privadas en Infraestructura para el Bien Público Regional:
Red de Análisis y Buenas Prácticas en Asociaciones Público-
Privadas en América Latina y el Caribe**

**Tema 8: Análisis comparativo de desempeño entre proyectos APP
y aquellos desarrollados como obra pública tradicional**

**Asociaciones Público-Privadas versus Obra
Pública: una comparación para
el caso de redes viales en Perú y la Región**

**Consultores
José Luis Bonifaz
Antonio Fasanando**

Mar 2021

Contenido

Índice de gráficos.....	5
Acrónimos.....	6
Introducción.....	8
1. Revisión de la literatura	11
1.1 Asociaciones Público Privadas y Obra Pública Tradicional	11
1.2 Sobrecostos, sobreplazos y accidentabilidad	13
1.3 Modelos de concesiones de carreteras	15
1.3.1 Licitaciones de plazo fijo	15
1.3.2 Licitación por menor valor presente de los ingresos (MVPI) o plazo variable	17
2. Asociaciones Público-Privadas en carreteras en la Región	20
2.1 Modelos de concesiones de carreteras en América Latina.....	20
2.1.1 Chile	21
2.1.2 Colombia	23
2.1.3 Perú.....	27
2.2 Análisis comparativo para Chile, Colombia y Perú.....	33
2.2.1 Sobrecostos y sobreplazo	33
2.2.2 Renegociaciones	37
2.2.3 Flujo vehicular y accidentabilidad.....	40
2.2.4 Mantenimiento e Índice de Rugosidad.....	45
3. Estimación del impacto de las concesiones de carreteras sobre los accidentes, sobreplazo y sobrecosto para Perú	55
3.1 Problemática de la seguridad vial en las redes viales concesionadas	55
3.2 Modelo teórico	57
3.3 Estimación empírica	59
3.3.1 Modelo Probit.....	61
3.3.2 Propensity Score Matching	63
3.4. Resultados	66
4. Conclusiones	69
Bibliografía.....	71
Anexo 1: Aspectos administrativos para llevar a cabo una APP y OPT	75

Anexo 2: Modelos APP en la Región	77
Anexo 3: APP en carreteras en algunos países de América Latina	80
Anexo 4: Lista de carreteras concesionadas: Chile, Colombia y Perú.....	83
Anexo 5: Niveles de servicio en los contratos de concesión en Perú	88
Anexo 6: Exigencias de seguridad vial para las carreteras no concesionadas en Perú	90
Anexo 7: Perú: Casos de análisis de 2 carreteras antes y después de ser concesionadas	92
Anexo 8: Metodología de estimación	96
Anexo 9: Tramos viales considerados en la estimación empírica.....	100

Índice de tablas

Cuadro 1. Principales características de los contratos de concesión en Chile.....	23
Cuadro 2. Principales características de los contratos de concesión en Colombia	27
Cuadro 3. Principales características de los contratos de concesión en Perú	32
Cuadro 4. Sobrecostos y sobreplazo: Chile, Colombia y Perú (US\$ en millones)	34
Cuadro 5. Colombia - Sobrecosto promedio de las carreteras concesionadas por generación	34
Cuadro 6. Sobrecosto promedio por rango de inversiones: Chile, Colombia y Perú.....	36
Cuadro 7. Sobreplazo promedio por rango de inversiones: Chile, Colombia y Perú	36
Cuadro 8. Características de los cambios de contrato (1993 - 2010)	39
Cuadro 9. Concesiones de carreteras - IRI	47
Cuadro 10. Rango de Calificación – Índice de Estado	50
Cuadro 11. Límites aceptables – Índice de Estado.....	50
Cuadro 12. Concesiones de carreteras - IRI	51
Cuadro 13. Concesiones de carreteras - Niveles de Servicio Global.....	53
Cuadro 14. Estadísticas descriptivas, por tipo de operación (2011-2019).....	60
Cuadro 15. Modelo probit para la estimación de la probabilidad de concesión (2011-2019)	62
Cuadro 16. Impacto estimado de la concesión en el nivel de accidentalidad (2011-2019).....	64
Cuadro 17. Impacto estimado de la concesión en el número de heridos (2011-2019).....	64
Cuadro 18. Impacto estimado de la concesión en el número de fallecidos (2011-2019).....	65
Cuadro 19. Impacto estimado de la concesión en los sobreplazos (2011-2019).....	65
Cuadro 20. Impacto estimado de la concesión en los sobrecostos (2011-2019)	66
Cuadro 21. Costo por accidentes en las carreteras concesionadas en Perú (2015-2019).....	67
Cuadro 22. Costo por accidentes en las carreteras no concesionadas en Perú (2015-2019).....	67
Cuadro 23. Sobrecostos en Perú (en millones de dólares)	68
Cuadro 24. Sobreplazos en Perú	68

Índice de gráficos

Gráfico 1. Esquema contractual bajo las modalidades de APP y OPT.....	12
Gráfico 2. Concesiones de la Red Vial Nacional (Inversión comprometida acumulada y kilómetros)	29
Gráfico 3. Compromisos del Estado en una APP.....	30
Gráfico 4. Porcentaje de concesiones con sobrecosto y sobreplazo (2015 – 2019).....	37
Gráfico 5. Flujo vehicular diario ligero en las carreteras concesionadas – En miles (2015 – 2019) .	40
Gráfico 6. Flujo vehicular diario pesado en las carreteras concesionadas - En miles (2015 – 2019)	41
Gráfico 7. Tasa de accidentes de las carreteras concesionadas por cada millón de vehículos (2015- 2019)	42
Gráfico 8. Tasa de fallecidos en accidente de tránsito de las carreteras concesionadas por cada millón de vehículos (2015 – 2019)	43
Gráfico 9. Tasa de heridos en accidentes de tránsito de las carreteras concesionadas por cada millón de vehículos (2015-2019).....	44
Gráfico 10. Red vial primaria pavimentada en malas condiciones (Como % de la Red Vial pavimentada)	46
Gráfico 11. Distribución del propensity score con soporte común (2011-2019).....	63

Acrónimos

ANI	Agencia Nacional de Infraestructura
ANSV	Acuerdo Nacional de Seguridad Vial
APP	Asociación Público Privada
BOT	Construir, operar y transferir (<i>Built, Operate and Transfer</i>)
CCO	Centros de Control de Operación
CEMAT	Centro de Monitoreo de Actividades de Transporte
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CONFIS	Consejo Superior de Política Fiscal
ENAHO	Encuesta Nacional de Hogares
FTE	Futuras Transferencias Estatales
GIM	Garantía de Ingresos Mínimos
GL	Garantía de Liquidez
IE	Ingresos Esperados
IE	Índice de Estado
INDOT	Departamento de Transporte de Indiana (<i>Indiana Department of Transportation</i>)
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INFRALATAM	Datos de Inversión en Infraestructura en América Latina y el Caribe
IP	Ingresos por Peaje
IRI	Índice de Rugosidad Internacional
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MINEDU	Ministerio de Educación
MINSA	Ministerio de Salud del Perú
MOP	Ministerio de Obras Públicas
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
MVPI	Menor Valor Presente de los Ingresos

OMS	Organización Mundial de la Salud
OPT	Obra Pública Tradicional
OSITRAN	Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte
PAO	Pago por Avance de Obra
PAMO	Pago Anual por Mantenimiento y Operación
PBI	Producto Bruto Interno
PROINVERSION	Agencia de Promoción de la Inversión Privada
PSM	Propensity Score Matching
RPI	Retribución por Inversión
RPMO	Retribución por Mantenimiento y Operación
SPV	Sociedad Vehículo del Proyecto

Introducción

Una Asociación Público-Privada (APP) es un contrato a largo plazo entre una parte privada y una entidad pública, para brindar un activo o servicio público en el que la parte privada asume un riesgo importante y la responsabilidad de la gestión, y la remuneración está vinculada al desempeño.¹

Durante el período contractual el Estado se compromete al pago periódico al sector privado por el costo de inversión, operación, mantenimiento y rehabilitación, considerando los recursos obtenidos por el sector privado por el derecho de concesión (ej: ingresos por peaje). Este sistema difiere de la ejecución, operación y mantenimiento de una infraestructura pública cuando es totalmente gestionada por parte del Estado y utilizando recursos públicos. Es decir, mediante la provisión a través de una Obra Pública Tradicional (OPT), el Estado asume el costo de construcción, operación, mantenimiento y rehabilitación de la obra pública, sin recurrir a ningún tipo de financiamiento del sector privado. Asimismo, la operación, mantenimiento y rehabilitación queda, a menudo, en manos de un contratista diferente al constructor.

Las concesiones, generalmente se han convertido en un mecanismo importante para atraer financiamiento y gestión privada al sector vial. Las carreteras son una de las áreas de la infraestructura de transporte en las que se ha aplicado ampliamente el concepto de inversiones de largo plazo en la conservación y la administración de carreteras. Muchos países en América Latina han optado cada vez más por mejorar sus redes viales a través de esquemas de concesión en lugar de la acción directa del Estado.

Según la CEPAL (2002), esta tendencia ha surgido en parte por el deseo de adaptar los sistemas de transporte a un mundo cada vez más competitivo sin sobrecargar a los contribuyentes, dado que los altos impuestos pueden socavar esfuerzos de los gobiernos para mejorar la competitividad. Según datos del Banco Mundial, en América Latina, la inversión privada promedio anual en carreteras entre los años 2008 y 2018 representó aproximadamente un 55% de la inversión privada total en el sector transporte.

En línea con lo anterior, este documento analiza algunos de los modelos de APP en carreteras en la región. En este documento se pone énfasis en el análisis de las concesiones de carreteras con

¹ Public-Private Partnerships Reference Guide, V 2.0 (World Bank 2014)

especial atención en los casos de Chile, Colombia y Perú^{2,3}. Se realizan comparaciones para algunas variables como accidentabilidad, sobrecostos, sobrepazos, flujo vehicular, mantenimiento y renegociaciones, entre otras.

Por otro lado, la accidentalidad vial constituye un problema de escala global que tiene implicaciones en la salud pública, la economía y el desarrollo de los países. Las cifras muestran que 1.3 millones de personas fallecen y más de 50 millones resultan heridas anualmente por accidentes de tránsito, por lo que son una de las causas de muerte más importantes en el mundo y la principal en la población comprendida entre los 15 y 29 años. En consecuencia, generan un alto costo económico para los países, el cual se estima en un 3% del PBI (OMS, 2015).

En general, los países de ingresos medios y bajos resultan los más afectados, dado que sus tasas de mortalidad por accidentes de tránsito ascienden a más del doble de las registradas en los países de ingresos altos y concentran un 90% de las víctimas por estos siniestros (OMS, 2015). Particularmente, la región de América Latina y el Caribe no se aleja de esta realidad, puesto que las víctimas por accidentes de tránsito alcanzan 100,000 fallecidos y 5 millones de heridos cada año (OMS, 2015). Según CEPAL (2015), la tasa de muertes por accidentes de tránsito en la Región creció de 14.75 a 17.68 muertes por 100,000 habitantes entre 2000 y 2010. Esta tasa de mortalidad es casi el doble del nivel observado en países de altos ingresos (10 por 100,000 habitantes) (Diez-Roux et al. 2012).

De lo anterior, se deduce que las necesidades de inversión y de mantenimiento y las consecuencias de malas o mal mantenidas redes viales, se pueden asociar a un mayor nivel de accidentabilidad. Asimismo, se pretende validar la hipótesis que un mejor mantenimiento o estado de la red vial por parte de carreteras concesionadas conducen a menor accidentabilidad que las carreteras no concesionadas. Esto último sucedería debido a que determinadas modalidades contractuales, por un mejor alineamiento de incentivos expresados en el contrato de concesión, tienen un impacto sobre el performance de la red vial, expresada entre otras variables en sus niveles de accidentalidad.

Dado que existen pocas indagaciones sobre este efecto en América Latina y el Perú, el objetivo de este trabajo es comparar el nivel de accidentalidad promedio de los tramos de carreteras

² En cuanto a las concesiones de carreteras en Chile, Colombia y Perú, se debe aclarar lo siguiente: Chile usó mucho el Menor Valor Presente de los Ingresos como mecanismo para sus concesiones de carreteras. Luego relicitó algunas de sus carreteras. Para el caso de Colombia, aplicó modelos que denominó 4G y 5G. Perú tuvo una oleada de carreteras autofinanciadas y luego con las cofinanciadas (utilizando distintos esquemas de pagos). Para más detalle ver la sección 2.2.

³ Se ha hecho énfasis en estos tres países dado que los modelos de concesión de carreteras de Chile, Colombia y Perú tienen ciertas características que engloban a la gran mayoría de modelos de concesiones de carreteras en América Latina. Además, estos países son miembros de la Alianza del Pacífico. También es importante mencionar que Chile, Colombia y Perú se encuentran ubicados en los tres primeros puestos en el puntaje general del Infrascopio 2019, en relación al entorno para desarrollar APP.

concesionadas con el nivel de accidentalidad estimado que dichos tramos tendrían si no hubiesen sido concesionados para el Perú. Este escenario contrafactual estará conformado por diversos tramos no concesionados pertenecientes a la Red Vial Nacional.

También debemos señalar que uno de los principales problemas de hacer ejercicios comparativos es encontrar buenos comparadores. En efecto, el sector infraestructura es particularmente complejo para encontrar buenos controles-tratamientos. Dicho esto, primero debemos resaltar que la asignación de las concesiones sigue un comportamiento determinístico, lo cual impide el uso de algunos métodos de evaluación de impacto como el modelo de asignación aleatoria, el de promoción aleatoria y el de regresión discontinua (Gertler et al., 2011). Segundo, la ausencia de una línea de base para cuantificar los cambios en el nivel de accidentalidad relacionados a la presencia de una concesión limitó el uso de otros métodos como el indicador de diferencia en diferencias.

Es por eso que usamos la metodología del *propensity score matching* mediante un modelo *probit*. El efecto promedio de la concesión en el grupo de tratamiento será estimado utilizando algunos algoritmos de emparejamiento. Si esta diferencia resulta negativa, se estaría comprobando la hipótesis que afirma que los tramos concesionados presentan menos accidentes que los tramos no concesionados. El mismo procedimiento se realizará para el número de heridos y de fallecidos y los sobrecostos y sobreplazos.

El documento se divide en cuatro secciones. En la primera sección se definen los conceptos de APP y OPT y se realiza una revisión de la literatura de sobrecostos, sobreplazos y accidentalidad en carreteras. Asimismo, se realiza una aproximación teórica a los modelos de APP en carreteras en la Región.

En la segunda sección se hace un esbozo de los modelos de APP de carreteras en la región. También se incluyen análisis comparativos de sobrecostos, sobreplazos, accidentabilidad, flujo vehicular, mantenimiento y renegociaciones de las carreteras concesionadas con énfasis en los casos de Chile, Colombia y Perú. La tercera sección incluye la estimación del impacto de las concesiones de carreteras sobre los accidentes, sobreplazos y sobrecostos para Perú, en la que se hace uso de la metodología del *propensity score matching* mediante un modelo *probit*. En la cuarta sección se presentan los resultados, el análisis de las estimaciones empíricas y las conclusiones.

1. Revisión de la literatura

1.1 Asociaciones Público Privadas y Obra Pública Tradicional

Las APP son contratos a largo plazo entre una parte privada y una entidad pública, para brindar un activo o servicio público en el que la parte privada asume un riesgo importante y la responsabilidad de la gestión, y la remuneración está vinculada al desempeño. El término APP se usa para describir una gama amplia de acuerdos contractuales; que puede incluir obligación de diseño, construcción, financiamiento, operación, mantenimiento, rehabilitación y gerenciamiento.

De otro lado, las OPT son un conjunto de edificaciones, infraestructuras y equipamiento, promovido y construido por el gobierno o delegado a un privado, el cual se financia con fondos públicos del Estado. Cabe señalar que, en la mayoría de los casos, no está garantizado el mantenimiento y operación de la infraestructura, sino que estas acciones quedan a cargo del gobierno. Las diferencias entre ambas modalidades no solo son conceptuales, sino también procedimentales o administrativos para acometer proyectos de infraestructura⁴.

Existen diversos estudios que comparan teóricamente las prácticas de las APP con las OPT para un mismo tipo de infraestructura provista. Grimsey y Lewis (2004) postulan que una característica clave, y una gran ventaja de una APP es que las tareas tanto de construcción de una instalación como su posterior operación y mantenimiento se agrupan y se delegan a un único contratista privado, mientras que en el sistema de OPT, las dos tareas se delegan a distintos contratistas independientes. Por ejemplo, en la OPT, para el caso de la construcción de una carretera, el Gobierno contrata a una firma privada ('el constructor') para la construcción de la misma. Una vez que la carretera fue construida, el Gobierno contrata a otra firma ('el operador') para operar y mantener la infraestructura o lo asume el mismo por administración directa.

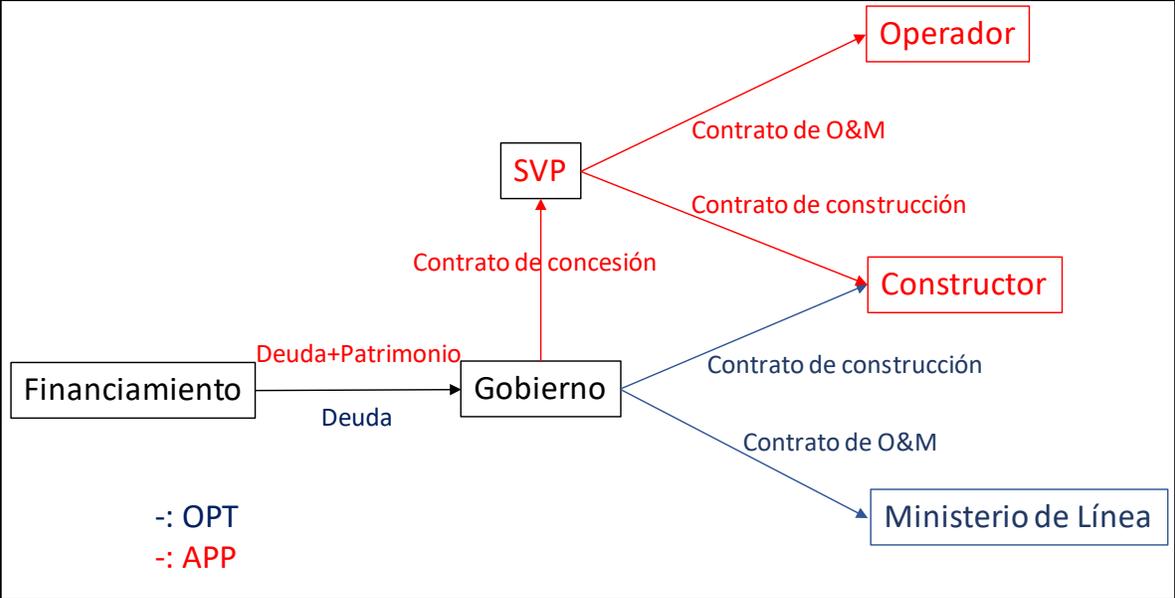
Complementando el estudio anterior, Yescombe (2007) y Hart (2003) indican que cuando un solo contratista es responsable de la construcción y operación de un servicio público, este tendrá fuertes incentivos de invertir eficientemente en la etapa de construcción a fin de reducir los costos incurridos en la etapa de operación. Hart (2003) indica que en un procedimiento de OPT, el constructor no tiene mayores incentivos de invertir eficientemente, dado que los futuros costos de operación tendrán que ser asumidos por la otra parte responsable.

El gráfico siguiente ilustra las diferencias contractuales entre el esquema APP y la OPT. Bajo el contrato APP se establece que la sociedad vehículo del proyecto (SVP) tiene todos los cargos de los

⁴ Ver Anexo 1.

componentes del proyecto como obtener los fondos de financiamiento, pagar las deudas, recibir los pagos del Estado y los pagos a terceros (dependiendo el tipo del proyecto) así como construir, operar y mantener la infraestructura para luego transferirla al Estado. En tanto, bajo la modalidad de OPT el Gobierno financia la obra con recursos públicos o deuda y contrata separadamente a un constructor y a veces a un operador o lo asume el propio Ministerio de Línea.

Gráfico 1. Esquema contractual bajo las modalidades de APP y OPT



Nota: SVP (Sociedad Vehículo del Proyecto)
 Fuente: Engel, Fischer y Galetovic (2012).
 Elaboración y adaptación propia.

Sobre el impacto de la participación del sector privado en infraestructura, Andrés, Guasch, Haven & Foster (2016) examinan y evalúan los determinantes de ese impacto en términos de las características del entorno regulatorio y los contratos de participación privada para ayudar a los gobiernos a mejorar el diseño de los programas futuros de participación privada en infraestructura. Los autores muestran que los beneficios de esos programas son muy grandes, en particular en cuanto a ganancias en productividad, calidad de servicio y cobertura.

Así, la agrupación de la construcción y la operación en un solo contrato, junto con una asignación de riesgos adecuada, induce al contratista a internalizar las externalidades que existen en las etapas de la infraestructura y la provisión de servicios. Esto proporciona al contratista incentivos extracontractuales para invertir en infraestructuras de mejor calidad y reducir el costo. Sin embargo, se requieren instituciones sólidas para garantizar que lo que se especifica ex ante en el contrato y se acuerde en la etapa de adquisición se implemente ex post. La certeza de los términos del contrato

y la ausencia de interferencia política en asuntos regulatorios son una condición necesaria para que esto ocurra. El autor señala que la única forma en que las APP pueden manifestar su potencial para ofrecer infraestructuras y servicios más rentables y que mejoren la calidad es mediante una asignación adecuada de riesgos. Si bien esto es cierto para todas las APP, es particularmente importante para las APP de carreteras, dada su alta inversión de capital y la larga duración del contrato.

Por su parte, Iossa (2015) analiza los mecanismos de financiamiento alternativos para cubrir los costos de las carreteras y su impacto en la asignación del riesgo de demanda, los incentivos, el costo de capital y la probabilidad de renegociación. En este estudio se llega a la conclusión de que las APP, para construir y administrar carreteras, tienen el potencial de ofrecer infraestructuras viales de mayor calidad y más rentables.

Finalmente, Fischer (2011) usa la experiencia de Chile y otros países en desarrollo, en el que examinan los beneficios y las falencias de las APP, a la vez que ofrece recomendaciones para resolver problemas comunes. En su estudio señalan que la ventaja de las APP es que agrupan inversiones, operaciones y mantenimiento, reduciendo así los costos del ciclo de vida de una instalación de infraestructura. Asimismo, menciona que, en el caso de las APP de carreteras, el mantenimiento continuo de la carretera es la principal ventaja.

1.2 Sobrecostos, sobreplazos y accidentabilidad

Existe importante literatura sobre los temas de sobrecostos, sobreplazos y accidentabilidad asociados a las carreteras.

Por un lado, Anastasopoulos, Haddock y Peeta (2014) comparan el costo de la oferta ganadora de un grupo grande de contratos en diversas regiones del mundo con el costo final de construcción de los proyectos de mantenimiento y rehabilitación de carreteras, determinando así los posibles sobrecostos en todo el proyecto e identificando factores influyentes que los afectan. Los resultados del estudio muestran que varios factores influyen en la determinación del sobrecosto, incluido el tamaño del proyecto (costo, duración y tamaño) y actividades específicas de mantenimiento y rehabilitación. Existirían una serie de características del proyecto (duración planificada del proyecto, duración, estimación de costos del ingeniero y cantidad de actividades de trabajo incluidas en el contrato) que afectan tanto la probabilidad como la cantidad de costos desbordados para la mayoría de los enfoques de APP. El estudio evidencia que los proyectos de gran tamaño, en términos de duración, tamaño y costo, son generalmente más propensos a tener costos excesivos. Los autores también señalan que los tipos de trabajo que generalmente tienen altos costos o un alto nivel de riesgo de implementación tienen más probabilidades de generar sobrecostos.

Asimismo, Bhargava et al. (2010) usan datos de los proyectos de carreteras de Indiana para proporcionar evidencia empírica de que existe una relación simultánea entre los sobrecostos y sobreplazos, en el que el análisis de estos dos resultados contractuales debe tener en cuenta dicha simultaneidad. Los autores usan la técnica de mínimos cuadrados en tres etapas, en el que identifican una serie de factores que afectan significativamente los sobrecostos y sobreplazos, además se muestra cómo el efecto de estas variables varía según atributos como el tipo de proyecto y los resultados del proceso de licitación.

También en Indiana, Bordat, McCullouch, Labi y Sinha (2004) muestran que la tasa general de los montos de sobrecostos para los proyectos del Departamento de Transporte (INDOT, por sus siglas en inglés) entre 1996 y 2001 fue de 4.5%. Se encontró que el 55% de todos los contratos INDOT experimentaron sobrecostos. Además, el 12% de todos los contratos INDOT experimentan retrasos en el tiempo, y el retraso promedio por contrato fue de 115 días. De los diversos análisis estadísticos, los autores determinaron que los factores que influyen en los sobrecostos y sobreplazos son el monto de la oferta del contrato, la diferencia entre oferta ganadora y segunda oferta, diferencia entre la oferta ganadora y la estimación de la ingeniería, el tipo de proyecto y la ubicación por distrito.

Con respecto al ámbito de seguridad vial, actualmente no se cuenta con estudios que hayan evaluado el efecto de las concesiones viales sobre la seguridad vial de manera empírica en la Región. No obstante, la evidencia en otros países sí sugiere que las concesiones viales poseen menores niveles de accidentalidad que las vías públicas.

Por ejemplo, Rangel, Vassallo y Arenas (2013) analizan si los incentivos para mejorar la seguridad vial en las APP son eficaces en la mejora de relaciones de seguridad en España. Para ello, los modelos de regresión binominal negativa se han aplicado con la información de la red española de alta capacidad en 2006. Los resultados indican que a pesar de que la seguridad vial está muy influenciada por variables que no son controlables tanto por el contratista como por el tráfico medio diario anual y el porcentaje de vehículos pesados en la autopista, la aplicación de incentivos de seguridad en las APP tiene una influencia positiva en la reducción de las muertes, lesiones y accidentes.

Por otro lado, Albalate y Bel-Piñana (2016) encuentran a través de un estudio de las concesiones en España que los segmentos concesionados cuentan con 17% a 42% menos accidentes con víctimas por kilómetro que los tramos no concesionados. Los autores atribuyen estos resultados a los estándares mínimos de calidad requeridos en los contratos de concesión. Estos autores utilizan la técnica del *Propensity Score Matching* para evaluar estos cambios.

Los mismos autores, Albalate y Bel-Piñana (2019), estudian los efectos de las APP en los resultados de seguridad vial aprovechando la variedad de modelos de producción que ofrece la red de

carreteras española. Los resultados basados en un modelo de datos de panel con efectos fijos muestran que el aspecto más relevante que influye en los resultados de seguridad vial es la calidad del diseño de la carretera. Sin embargo, los autores encontraron evidencia que sugiere que las autopistas privadas (APP) se correlacionan positivamente con mejores resultados de seguridad vial para carreteras con una calidad similar.

En adición, Vasallo et al. (2009) enfatiza el uso de incentivos explícitos de seguridad vial como medida para reducir los accidentes de tránsito. Los autores encuentran que, en promedio, los accidentes de tránsito en España se reducen en -0.87% si la carretera concesionada cuenta con incentivos de mejora.

De manera complementaria, O'Conneide et al. (2004) encuentran que el tipo de vía es un factor predominante en la determinación de la probabilidad de accidentalidad. Así, los autores sustentan que, para el caso de Irlanda, la accidentalidad en autopistas controlada por la longitud del tramo es bastante menor a la encontrada en carreteras de dos carriles.

Por último, Albaladejo & Bel-Piñana (2012) encuentran a través de un estudio empírico en 15 países europeos que los peajes pueden servir como incentivo perverso para optar por rutas alternas de menor calidad, lo cual genera que aumente la probabilidad de accidentes automovilísticos en las autopistas libres de costo. Sus resultados revelan que las autopistas generan una reducción de 0.2% en los accidentes de tránsito. Sin embargo, si esta presenta una unidad de peaje, ese impacto se ve reducido a -0.05% dado el efecto re-routing.

Así, la literatura revisada brinda luces sobre el efecto positivo que tienen las concesiones sobre la seguridad vial en otros países. No obstante, la escasez de indagaciones sobre este efecto en América Latina y el Perú genera un espacio de investigación para la realización de evaluaciones empíricas en este ámbito.

1.3 Modelos de concesiones de carreteras

En esta sección se hará un breve análisis de los principales modelos de concesiones de carreteras. Básicamente existen dos modalidades de licitación de carreteras en América Latina: licitación a plazo fijo y licitación a plazo variable.

1.3.1 Licitaciones de plazo fijo

Este método es el más usado en las licitaciones de carreteras alrededor del mundo. La simplicidad es su principal característica. En él, el Estado fija el tiempo de la concesión y las tarifas máximas y mínimas. Gana la licitación, la firma que ofrece la menor tarifa dentro del rango y si más de una

ofrece la tarifa mínima, la que solicita el menor plazo de concesión. Si la menor oferta es la máxima tarifa, se adjudica la licitación, la firma que solicita el menor subsidio al Estado. Mediante este método se han realizado las concesiones viales en Chile. Si bien el mecanismo es simple y transparente, también tiene algunas desventajas.

La primera es la dificultad para distinguir entre períodos de alto tránsito y períodos de bajo tránsito cuando el peaje es fijo. En este caso es imposible adaptar el peaje a las condiciones de la demanda. Además, los cambios en los peajes tienen un impacto importante sobre las utilidades del concesionario, lo que haría complicado dicho cambio.

La segunda se refiere a que, si la concesión es muy beneficiosa para el concesionario, es muy probable que el peaje resultante del proceso de licitación esté por debajo de la solución óptima, es decir, el peaje de congestión. Para combatir este problema sería necesario hacer un cálculo muy preciso del valor de las tarifas a imponer durante el período de concesión, lo cual resulta virtualmente imposible⁵.

La tercera crítica apunta a las características de la infraestructura a proveer. Estos requerimientos deberán ser calculados *ex-ante*, porque si luego éstos se alejan de lo que efectivamente necesita el mercado, el peaje licitado y la tasa de rentabilidad exigida también lo harán. Por lo tanto, bajo este esquema, es difícil modificar los contratos originales⁶ (por ejemplo, ampliar el número de pistas). Para atenuar este problema es fundamental diseñar un esquema de licitación que considere a todo el sistema de transporte y no sólo a la infraestructura vial, de tal forma que las características de la infraestructura queden, en lo posible, establecidas en el inicio de la concesión. En tales condiciones, habría equilibrio en el sistema de transportes y no sería necesario recurrir a la modificación de contratos ya existentes.

La cuarta desventaja está relacionada con el tema del riesgo que enfrenta el concesionario. Al ser este negocio riesgoso, ha sido necesario que el Estado otorgue “garantías mínimas de tráfico” en todos los casos, con el objetivo que las firmas accedan a financiamiento para la ejecución de sus proyectos. Como contrapartida, el Estado les exige que compartan su rentabilidad cuando ésta sea muy alta. Sin embargo, surge un problema para el Estado: debe averiguar los costos del concesionario para determinar su rentabilidad, lo cual es complicado por la dificultad de acceso a la información. Además, la imposición de garantías tiene consecuencias: primero, es más probable que se apliquen en épocas de recesión, agudizando los problemas fiscales que sobrevienen en dichas etapas; segundo, reducen uno de los principales atractivos de incorporar a los privados en el negocio

⁵ Engel, E., R. Fischer y A. Galetovic (1997).

⁶ El problema aparece porque la compensación que debiera recibir el concesionario por la modificación del contrato, no se puede calcular a partir de datos contables. El concesionario tendrá incentivos para exagerar sus proyecciones de ingresos futuros y el regulador puede actuar en forma discrecional (Engel, Fischer y Galetovic, 1997b).

de las concesiones, es decir, evitar la construcción de "elefantes blancos" (Engel, Fischer y Galetovic, 1996 y 1997b).

Por último, se analiza el efecto de la "maldición del ganador". Debido a la imposibilidad de confiar en una predicción de tráfico de veinte años (duración promedio de este tipo de licitaciones), es posible que se adjudique la licitación quien realice la estimación (en forma equivocada) más optimista por la demanda futura de la carretera. Si los licitantes internalizan este problema, deberían corregir sus estimaciones castigándolas en función de cuán inciertas sean éstas. Aunque esto haría menos probable la quiebra del concesionario, la tasa de retorno será más alta y los usuarios tendrán que pagar más, debido a que el concesionario trasladó el riesgo al Estado para compensar la "maldición del ganador" (Engel, Fischer y Galetovic, 1996).

Sin embargo, en la práctica existen muchos optimistas imprudentes que hacen caso omiso de la "maldición del ganador", ganando las subastas en las que participan. Luego tienen que luchar para superar esta situación difícil, consiguiéndolo sólo cuando las cantidades involucradas son bajas. Lo paradójico es que con esta conducta pueden apartar de muchos mercados a aquellos postores que sí ajustan sus estimaciones a la baja.

1.3.2 Licitación por menor valor presente de los ingresos⁷ (MVPI) o plazo variable

Mediante este mecanismo, el Estado fija el valor mínimo y máximo que podrá tomar el peaje en cada año de la concesión, el plazo máximo de concesión y la tasa de descuento. Gana la licitación aquella firma que solicita el menor valor presente de sus ingresos (MVPI) por peajes, descontados con la tasa de descuento especificada en las bases de la licitación. En este caso, el plazo de concesión queda variable y la concesión finaliza cuando se alcanza el valor presente de los ingresos por peajes solicitado por el concesionario o el plazo máximo de concesión.

A continuación, mencionaremos algunas de las principales ventajas de este mecanismo. La primera se refiere al ajuste automático del período de concesión, de acuerdo con el tráfico vehicular de la carretera. Esto reduce el riesgo que enfrenta el concesionario al estimar la demanda por el flujo vehicular, y cualquier sobreestimación de la demanda se traduce en un acortamiento del período de concesión.

La segunda es el traslado del riesgo del concesionario a los usuarios. De esta manera logra reducirlo, ya que los usuarios no saben con certeza cuánto tiempo durará la concesión ni cuándo bajarán los

⁷ Creado por Engel, E., R. Fischer y A. Galetovic.

peajes. Asimismo, al enfrentar un menor riesgo, el concesionario exigirá al proyecto una menor rentabilidad con el consecuente ahorro para los usuarios.

La tercera ventaja es que dicho mecanismo permite modificar los contratos y reducir las posibilidades de quiebra. Por ejemplo, si el tráfico vehicular crece por encima de lo estimado y el regulador decide ampliar la carretera, se debe compensar al concesionario con el valor esperado de los ingresos que habría percibido durante el período restante de la concesión. Esto es muy difícil de estimar en el caso de una concesión de plazo fijo. La diferencia entre los ingresos solicitados y los recaudados (ambos en valor presente) menos los costos de mantenimiento y operación ahorrados, corresponde a la compensación justa que debiera recibir el concesionario (Engel, Fischer y Galetovic, 1997b). Asimismo, como las posibilidades de quiebra son menores, las probabilidades de efectuar renegociaciones también lo son. Esto ocurre porque el Estado le ofrece un “seguro” al concesionario, al fijarle (con probabilidad uno) la suma solicitada en la licitación.

Por último, se podrían incorporar consideraciones de equidad en el manejo de las tarifas. Por ejemplo, podrían cobrarse peajes similares a lo largo de una ruta. En aquellos tramos más rentables, la concesión terminará antes.

Entre las desventajas de este mecanismo tenemos, en primer lugar, las reducciones en la calidad y en el mantenimiento de la construcción. Es más probable que exista subinversión en la calidad de la infraestructura en una licitación por MVPI que en una de plazo fijo. En esta última, como ya se mencionó, dicha subinversión ocurre al final de la concesión. En una licitación por MVPI, los baches de la vía que reducen la demanda no resultan tan costosos para el concesionario, ya que el déficit de ingresos se traduce en un incremento del período de la concesión. Una solución a este problema consistiría en dar flexibilidad a la autoridad pública para que pueda supervisar y vigilar este problema (Tirole, 1997). Cabe anotar que la diferencia de incentivos para mantener la carretera es menor mientras mayor es el poder de mercado del concesionario. Además, es necesaria la intervención del órgano regulador, pues si la carretera tiene una demanda totalmente inelástica, el concesionario no tendrá ningún incentivo para mantenerla adecuadamente, independientemente del mecanismo de licitación utilizado.

En segundo lugar, se encuentran los incentivos para estimar adecuadamente la demanda por flujo vehicular. En una licitación de plazo fijo, las firmas invierten considerables sumas de dinero con el objetivo de realizar dicha estimación y, además, es muy probable que se dupliquen esfuerzos para obtener dicha información. En cambio, en una licitación por MVPI no existirían los suficientes incentivos para estimar la demanda adecuadamente, pues los errores de estimación son corregidos con el ajuste automático del plazo de la concesión. Esto podría derivar en problemas, en el sentido que dicha estimación es una información de suma importancia cuando existen dudas acerca de si se debiera o no construir la infraestructura. Asimismo, una información adecuada sobre la demanda

contribuye al dimensionamiento del proyecto. Sin embargo, se debe tener en cuenta que aún bajo el método de MVPI, las firmas deben reunir información sobre la demanda con el fin de determinar si el proyecto es viable, dada la tarifa máxima establecida por la autoridad. Por consiguiente, es más probable que la firma más eficiente se adjudique la licitación, reduciéndose además el “desperdicio” de recursos de una recolección excesiva de información (Tirole, 1997).

Por último, en el tema de estructuración bancaria, como el plazo de la concesión es variable, el financiamiento del proyecto puede tener ciertas dificultades. En este caso, para mitigar el riesgo de prepago, se incluye de manera directa o indirecta la posibilidad de tener una provisión que permite retirar el principal antes de que finalice el periodo de maduración. Así, una cuenta de reserva que acumule ingresos en caso que el proyecto termine en un plazo anterior a la emisión del bono que permita pagar los cupones con cargo a esta cuenta de reserva, minimiza de manera sustancial el riesgo de prepago (Hinojosa, 2015).

Se puede concluir que la diferencia fundamental entre el método de MVPI y el método de licitación por plazo fijo es que, en el primero, el concesionario tiene prácticamente garantizados sus ingresos; mientras que, en el segundo, los ingresos dependen del tráfico de la concesión. La garantía de los ingresos por MVPI se logra extendiendo el plazo de concesión, hasta el momento en que la empresa concesionaria termina de recuperar los ingresos solicitados más los intereses correspondientes⁸. Así, en el método de MVPI, el concesionario no asume riesgo en relación con la demanda, siendo ésta su principal ventaja. En cambio, en una licitación de plazo fijo, los ingresos dependen claramente del flujo vehicular, de manera que el concesionario asume los riesgos del negocio al estimar el tráfico vehicular.

Si se aplicara el método de licitación de plazo fijo será muy importante, para el éxito del programa, estimar adecuadamente los costos de construcción y los flujos de demanda vehicular en los próximos veinte años⁹. Asimismo, el contrato de concesión será sumamente explícito acerca de los niveles de mantenimiento de dicha infraestructura. Si se decidiera utilizar el método de MVPI, se tendrá cuidado principalmente en el manejo y control de las nuevas modalidades financieras; en la inversión realizada para la medición de los diversos parámetros de calidad, con el fin de establecer multas si no se cumple con los requisitos mínimos; en la determinación de incentivos monetarios para el mejoramiento de la calidad de la infraestructura; y en el cabal entendimiento, por parte de las firmas participantes de la licitación, de la mecánica del concurso bajo este método.

⁸ Las garantías mínimas pueden combinarse con una licitación que utiliza el MVPI. Éstas se aplicarían en el caso que el concesionario no haya logrado recaudar el monto solicitado al finalizar el plazo máximo de concesión. Incluso, EFG sugieren que estas garantías sean una fracción (80%) del ingreso solicitado por el concesionario, de manera que quede sujeto a la competencia de la licitación (Engel, Fischer y Galetovic, 1997b).

⁹ Esta afirmación se refiere a que las predicciones de demanda por tráfico vehicular son muy imprecisas, aun cuando se utilicen los modelos más sofisticados disponibles. Ejemplos de errores en las predicciones de demanda pueden verse en Tirole (1997).

2. Asociaciones Público-Privadas en carreteras en la Región

2.1 Modelos de concesiones de carreteras en América Latina

En América Latina muchos países han implementado las concesiones en carreteras. En varios países, las concesiones se han adjudicado mediante la combinación de una o más variables relacionadas con el valor de los peajes, la duración del contrato, monto de un pago al fisco o subsidio solicitado por obtener la concesión, calificación técnica de la oferta, servicios adicionales ofrecidos a los usuarios, entre otras variables. Los contratos resultantes se caracterizan por tener un plazo específico, una determinada estructura tarifaria y con algún método de ajuste¹⁰.

Dentro de este tipo de contratos están los de Colombia y Perú. La diferencia entre los contratos en Colombia y Perú es que los primeros no reconocen sobrecostos y solamente permite utilizar los recaudos de peajes a tarifas pre-establecidas (que ingresan a un fondo fiduciario) y traslada los aportes presupuestales anuales, cuando los hay, a lo largo de la vida útil de la vía siempre y cuando esté prestando el servicio en condiciones mínimas de calidad pre-determinadas y certificadas anualmente. En Perú, en cambio, se introdujeron fórmulas de pago por la inversión y por la operación y mantenimiento sujeto a hitos constructivos y condiciones de serviciabilidad.

En otros pocos países, como en Chile, se propuso otra forma de concesionar carreteras, consistente en adjudicar la concesión al ponente que solicite el Menor Valor Presente de los Ingresos (MVPI). En estos casos, como se vio en la sección anterior, la concesión nace con un plazo variable y se extingue automáticamente en el mes en que se alcance el valor señalado.

Sin embargo, en esta sección nos concentraremos en analizar los modelos de Chile, Colombia y Perú por tratarse de modelos de concesión de carreteras que tienen ciertas características que engloban a la gran mayoría de modelos de concesiones de carreteras en América Latina. Por estas razones, se analiza a profundidad las características de los modelos de concesión de carreteras para Chile, Colombia y Perú¹¹.

¹⁰ Ver en Anexo 3 las características de los contratos de concesión de carreteras de un grupo de países de América Latina.

¹¹ Ver en Anexo 4 el detalle de las carreteras concesionadas en los 3 países.

2.1.1 Chile

A comienzos de la década de 1990 existía un déficit de infraestructura en Chile, con un crecimiento económico a un ritmo mucho mayor al de la oferta de carreteras. Además, las vías existentes estaban en mal estado y ya eran demasiado pequeñas, mientras que los planes de desarrollo de infraestructura no daban abasto con el incremento de la demanda¹². Por estos motivos, a partir de 1993, el gobierno chileno comenzó a desprenderse de las principales carreteras para que fuesen construidas, financiadas y operadas por empresas privadas. A cambio de esto, las empresas adquirirían el derecho de cobrar peajes por un período limitado, que normalmente oscilaba entre los 20 y 30 años, sin embargo, la ley permite que estos proyectos se extiendan por un periodo máximo de 50 años. Estas concesiones se realizan mediante contratos del tipo Built, Operate and Transfer (BOT).

En 1996 se creó la Ley 19460, en el que se destaca la incorporación del MVPI (Menor Valor Presente de los Ingresos), lo que proporcionó mayor flexibilidad a los contratos de concesiones. Esta normativa además incorporó mejoras relativas a la modificación de los contratos, estableciendo que el monto de las nuevas inversiones generadas por las modificaciones incorporadas en el proyecto no debe superar el 15% del monto total de la inversión inicial, si las bases de licitación no fijan estos límites. Si bien es cierto que en el año 1996 se incorporó el modelo MVPI, sin embargo; recién en el año 2006 el MOP adoptó el MVPI para licitar carreteras.

Entre los años 1993 y 2005, se licitaron 25 concesiones de autopistas urbanas e interurbanas siendo 25 concesiones de plazo fijo y 1 de plazo variable. Entre los años 2006 y 2017, se licitaron 17 concesiones más, siendo solo 2 concesiones de plazo fijo y 15 concesiones de plazo variable. De las 12 carreteras concesionadas desde 2006, 11 se licitaron por MVPI, con inversiones que exceden los US\$ 4,000 millones. La experiencia muestra que sus ventajas eran efectivas. La primera, es que el plazo variable estabiliza los ingresos del concesionario, quien ya no asume el riesgo de demanda. Por eso, no se necesita garantizar un ingreso mínimo, y si cae la demanda, los concesionarios no solicitan renegociar el contrato. En efecto, los contratos por MVPI se han renegociado mucho menos que los de plazo fijo y los usuarios han pagado lo menos posible por la carretera.

Las concesiones de plazo fijo en Chile se abandonaron porque el concesionario asume el riesgo de demanda, a pesar de que no lo puede controlar. Este riesgo es grande, porque los contratos duran varias décadas y las proyecciones de demanda de largo plazo son imprecisas. El concesionario cobra caro por asumir el riesgo de demanda o exige garantías de tráfico mínimo. Además, era común que los contratos de plazo fijo se renegociaran en favor del concesionario si la demanda era mucho menor que la proyectada, que fue lo que sucedió durante la recesión de fines de los 90. Las

¹² Albornoz (2019).

renegociaciones anulan los beneficios de la competencia de la licitación y favorecen a las empresas con capacidad de lobby, no a las más eficientes¹³.

Por otro lado, el MVPI es más flexible y permite recomprar el contrato pagándole al concesionario lo que falte por recaudar. Esto es útil si el gobierno desea poner fin anticipado a una concesión, por ejemplo, porque la demanda fue mucho más alta que lo anticipado y se requiere agregar nuevas pistas a la carretera, o porque tecnologías de vehículos autónomos requieren nueva infraestructura y métodos de gestión. Cuando la concesión es de plazo fijo, por contraste, no existe una compensación justa y simple, lo que da pie para largos conflictos.

Por último, Engel y Fischer señalan que el plazo variable le permite al gobierno ajustar los peajes sin renegociar, porque el plazo de la concesión se ajusta automáticamente para que el ingreso del concesionario se mantenga. El costo de no tener esta opción queda de manifiesto en que el MOP y las concesionarias urbanas llevan varios meses negociando una reducción de la tasa de alza de peajes sin alcanzar un acuerdo. Si estas concesiones hubieran sido por MVPI en vez de plazo fijo, el Gobierno hubiese evitado estas negociaciones.

Desde una perspectiva general, los contratos de concesión en Chile se pueden dividir en dos grandes grupos; aquellos con un plazo fijo y aquellos con un plazo variable (ver cuadro siguiente). En ambos casos, los concesionarios recuperan sus inversiones principalmente a través de peajes, para lo cual la regulación establece un límite superior de precios.

Entre los contratos a plazo fijo, la variable principal utilizada para seleccionar las ofertas ganadoras depende de la autosostenibilidad de los proyectos. Los proyectos con alta demanda esperada generalmente se otorgaban en función del precio de peaje más bajo requerido por la parte privada, pero los procesos de licitación a menudo consideraban otros factores, como el plazo del contrato propuesto. Los proyectos con demanda insuficiente involucraron contribuciones estatales a los concesionarios, pagados anualmente durante 5 a 15 años. La mayoría de estos proyectos se entregaron en función de la menor cantidad de pagos estatales requeridos por las ofertas, a veces también considerando otros factores, como los precios de peaje propuestos y el plazo del contrato. Los pagos se realizaron solo después de que el proyecto estaba en funcionamiento, lo que aseguró que el Estado estaba pagando por un activo que ya se había construido.

El siguiente cuadro muestra las principales características de los contratos de concesión de carreteras en Chile según el tipo de concesión. Es decir, considerando contratos a plazo fijo y a plazo variable.

¹³ Engel, Fischer y Galetovic (2015).

Cuadro 1. Principales características de los contratos de concesión en Chile

Tipo de concesión	Al inicio del contrato		Durante la vida del contrato	
Contratos a plazo fijo	Adjudicación del contrato:	Tarifa de peaje, contribuciones estatales, retribución o plazo del concesionario	Privado:	Recibe ingresos por peajes.
	Privado:	100% inversión inicial		Costos de supervisión.
	Estado:	Sin contribución inicial.		Paga/recibe transferencias hacia /desde.
		Permisos ambientales.	Estado según demanda.	
		Expropiación de tierras.	Estado:	Pago de GIM después de cierto punto si es necesario.
	La mayoría de la construcción en sobrecostos.			
Más obras complementarias.				
Contratos a plazo variable	Adjudicación del contrato:	VPN: Menor ingreso esperado para privados.	Privado:	Recibe ingresos por peajes.
	Privado:	100% inversión inicial		Costos de supervisión.
	Estado:	Sin contribución inicial.		El plazo del contrato varió hasta que se obtuvieron los ingresos esperados.
		Permisos ambientales.	Estado:	Pago de GIM después de cierto punto si es necesario.
		Expropiación de tierras.		La mayoría de la construcción en sobrecostos.
	Más obras complementarias.			

Nota: GIM significa Garantía de Ingresos Mínimos
Fuente: Cepeda (2009), Bitran y Villena (2010).

2.1.2 Colombia

El desarrollo de infraestructura vial en Colombia, con vinculación de participación privada, se remonta a mediados de la década de los años 90, con el lanzamiento de la primera generación de concesiones viales. Desde entonces, la participación privada en infraestructura vial se ha mantenido, producto de la oferta de proyectos a través de los programas de segunda y tercera generación de concesiones que buscaron recoger los aciertos alcanzados y mejorar algunos aspectos presentados durante la ejecución de los contratos.

A través del Decreto 222 de 1983, se empieza a incorporar en la legislación colombiana la posibilidad de otorgar al sector privado contratos de obra pública a través del mecanismo de concesión, y con la Constitución Política de 1991, se fortalece el marco normativo para impulsar el desarrollo de la participación privada en infraestructura (CONPES, 2013).

Posteriormente, a través del documento CONPES 2597 de 1992, la Ley 80 de 1993 y la Ley 105 de 1993, se establecieron lineamientos de política y los principios generales que sirvieron de plataforma para el lanzamiento de la primera generación de concesiones viales. Mediante esta normativa, se establecieron los mecanismos de recuperación de la inversión y propuestas de mecanismos financieros de largo plazo, tales como la titularización de flujos futuros. Dicha generación inició en 1994 y se suscribieron 11 contratos de concesión de carreteras, enfocados principalmente a labores de rehabilitación y ampliación de calzadas en 1,649 km de vías, concentrados en aquellos tramos donde mayor tráfico se presentaba, pero sin incorporar criterios de continuidad de corredor dentro de la red vial nacional.

En 1995 se expide el documento CONPES 2775 con el fin de fijar políticas tendientes a mejorar temas relacionados con aspectos financieros, esquemas de responsabilidad y riesgos, entre otros, que fueron la base de la segunda generación de concesiones viales, en la cual se intervinieron 470 km de vías como parte de una estrategia orientada hacia la construcción de nuevos tramos de vías, de segundas calzadas en los accesos a las principales ciudades y la rehabilitación de tramos viales existentes.

Posteriormente, en los documentos CONPES 304 de 1998 y 3413 de 2006 se identificaron los proyectos que hicieron parte de la tercera generación de concesiones y se realizaron ajustes normativos, tales como el previsto en el artículo 28 de la Ley 1150 de 2007, el cual buscaba modificar aspectos relacionados con las prórrogas y adiciones en los contratos de concesión. En este programa, se incluyeron 3,557 km, destacándose el proyecto Ruta del Sol, que incorporó variables estructurales en temas de asignación de riesgos y criterios de adjudicación de contratos. En relación con el componente de manejo de riesgo en los proyectos, mediante la Ley 448 de 1998, el Decreto 423 de 2001, los documentos CONPES 3107 y 3133 de 2001, el Gobierno Nacional adoptó lineamientos de política de manejo de riesgo contractual para procesos de participación privada en infraestructura, que fueron complementados a través de la expedición del documento CONPES 3714 de 2011 y el Decreto 1510 de 2013.

Según CONPES, los contratos de concesión vial en Colombia de primera, segunda y tercera generación han presentado atrasos significativos con relación a los cronogramas de obras originales, controversias que han llevado a la instalación de múltiples tribunales de arbitraje, demandas y aplicación de multas por situaciones tales como adiciones en los contratos (en plazo y monto), obras adicionales ejecutadas sin el perfeccionamiento de todos los requisitos, sobrecostos prediales y

ambientales, desplazamiento de cronogramas y el consecuente desbalance financiero en los contratos, controversias en los procesos licitatorios y de adjudicación, ofertas artificialmente bajas esperando renegociaciones posteriores, entre otros.

En este contexto, Colombia está ejecutando el programa de concesiones de carreteras de cuarta generación, conocido como las 4G por valor de aproximadamente US\$ 19,000 millones de inversión. El programa está compuesto por 30 grandes proyectos ya adjudicados, de los cuales 10 se financian exclusivamente con peajes y 20 reciben además aportes del Gobierno. Se están construyendo o mejorando 5,000 kilómetros de autopistas mejorando la conexión entre centros urbanos y entre ellos y los puertos y las fronteras con Ecuador y Venezuela. De ellos 937 kilómetros son en doble calzada. El programa incluye 140 túneles y 1,300 viaductos nuevos, cuyas longitudes suman 125 y 146 kilómetros, respectivamente. El programa se inició a comienzos del año 2016 (primera adjudicación) y a 2018, de los 30 proyectos contemplados, 21 están en construcción (dos con avances superiores al 70%), 12 tienen cierres financieros definitivos y 2 más cierres parciales.

Los contratos de las concesiones de carreteras de cuarta generación distribuyen mucho mejor el riesgo entre el Estado y los concesionarios que los utilizados en las tres generaciones anteriores de concesiones viales. La teoría sugiere que en alianzas público-privadas cada riesgo se debe asignar a quien mejor lo pueda mitigar¹⁴.

En este tipo de contratos el Estado no reconoce sobrecostos y solamente permite utilizar los recaudos de peajes a tarifas pre-establecidas (que ingresan a un fondo fiduciario) y traslada los aportes presupuestales anuales, cuando los hay, a lo largo de la vida útil de la vía siempre y cuando esta esté prestando el servicio en condiciones mínimas de calidad pre-determinadas y certificadas anualmente.

Estos contratos también distribuyen el riesgo de mercado (tráfico) entre los concesionarios y el Estado, puesto que este riesgo no depende exclusivamente de las condiciones de la actividad económica y la calidad de la vía concesionada, sino también de la existencia y calidad de vías alternas. Por ello los niveles de tráfico se revisarán cada 5 años y pueden dar lugar a reembolsos compensatorios cuando estén por debajo de mínimos pre-establecidos. La distribución de este riesgo puede no ser óptima, pero representa una mejora importante sobre las generosas garantías de tráfico de las generaciones previas de concesiones.

Por último, Colombia acaba de poner en marcha la quinta generación de obras de infraestructura (5G) al abrir la licitación del primer proyecto Nueva Malla Vial del Valle del Cauca (Accesos Cali-Palmira), con inversiones por 1.1 billones de pesos (US\$ 303 millones aproximadamente). Además del proyecto Accesos Cali-Palmira, el componente vial de las concesiones 5G lo complementan cinco

¹⁴ Perry (2018).

iniciativas. La primera, que está estructurada y a la que se le ha trabajado en los últimos 18 meses, la ruta Buga-Loboguerrero y Loboguerrero-Buenaventura, en el Valle. Ahí las inversiones previstas suman 2.4 billones de pesos (US\$ 660 millones), para hacer la doble calzada completa entre Buga y Buenaventura, que no ha sido posible en los últimos 20 años y que quedará viabilizada.

Esta licitación se prevé abrir en el segundo semestre de 2020, una vez concluyan las consultas previas, que fue necesario interrumpir por la emergencia sanitaria que causó el Covid -19. Otro de los proyectos es la terminación del proyecto Ruta del Sol 2, ahora denominado Troncal del Magdalena. El primer tramo va desde Puerto Salgar hasta Barrancabermeja, con una inversión cercana a los US\$ 550 millones, y el segundo, desde este punto hasta San Roque, Cesar, por US\$ 440 millones.

El diseño de los contratos de concesión en Colombia se puede dividir cronológicamente en cuatro generaciones (Ver cuadro siguiente). El primero incluyó 11 proyectos adjudicados entre 1994 y 1997. En virtud de estos contratos, la empresa privada realizó toda la inversión inicial y el gobierno garantizó ingresos de peaje mínimos a partir de entonces. La segunda generación representó solo dos proyectos, y presentó una mejora en el diseño del contrato con respecto a la primera generación. Por ejemplo, se introdujo el concepto de tasa de rendimiento (y también se mantuvieron las garantías mínimas anuales de ingresos por peajes).

La tercera generación de contratos, un grupo de 10 concesiones adjudicadas entre 2001 y 2007, se basó en una tasa de rendimiento esperada que se logrará variando el plazo de la concesión. El Estado hizo algunas contribuciones para la inversión inicial y Se transfirieron más riesgos al concesionario (en particular, todos los riesgos de construcción). La cuarta generación de contratos comenzó en 2010, y bajo este marco diseñó y subastó la Ruta del Sol con la asistencia técnica de la Corporación Financiera Internacional. Deja toda la inversión inicial y el financiamiento a la empresa privada, pero implica grandes transferencias fiscales anuales futuras por parte del gobierno, previamente asignadas por el CONFIS (Consejo Superior de Política Fiscal) para ese propósito.

A continuación, se presenta el siguiente cuadro que resumen las características principales de las 4 generaciones de contratos de concesión en Colombia, según tipo de concesión:

Cuadro 2. Principales características de los contratos de concesión en Colombia

Tipo de concesión	Al inicio del contrato		Durante la vida del contrato	
Primera generación 1994 - 1997	Adjudicación del contrato:	Menor valor.	Privado:	Recibe ingresos por peaje
	Privado:	Toda la inversión inicial.		Construcción en sobrecostos >50%.
	Estado:	Sin contribución inicial.	Estado:	Pago de GIM
		Construcción en sobrecostos <50%.		
			100% de obras complementarias.	
Segunda generación 1997 - 1999	Adjudicación del contrato:	Menor GL+GIM+IE-trabajo adicional	Privado:	Recibe ingresos por peaje
	Privado:	Toda la inversión inicial.		Construcción en sobrecostos >50%.
	Estado:	Aportes para asegurar liquidez.	Estado:	Pago de GIM
		Construcción en sobrecostos <50%.		
			100% de obras complementarias.	
Tercera generación 2001 - 2007	Adjudicación del contrato:	Menor ingreso esperado	Privado:	Recibe ingresos por peaje
	Privado:	La mayor parte de la inversión inicial		Mayores sobrecostos
	Estado:	Pequeñas contribuciones iniciales.	Estado:	Pequeñas transferencias fiscales.
		100% de obras complementarias.		
			El plazo varió para alcanzar el ingreso esperado.	
Cuarta generación 2010	Adjudicación del contrato:	Menor VPN (IP+FTE)	Privado:	Recibe ingresos por peaje
	Privado:	La mayor parte de la inversión inicial		Grandes transferencias fiscales.
	Estado:	Contribuciones		100% de obras complementarias.

Notas: GL (Garantía de Liquidez), GIM (Garantía de Ingresos Mínimos), IE (Ingresos Esperados), IP (Ingresos por Peaje) y FTE (Futuras Transferencias Estatales).

Fuente: Benavides (2010), Bitran et al. (2013)

2.1.3 Perú

Las concesiones en el sector transporte, se iniciaron en 1994 con la entrega de la carretera Arequipa – Matarani a la empresa CONCAR S.A.¹⁵ Luego en el año 1998, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) aprobó 11 Redes Viales para ser concesionadas, como parte de proceso de

¹⁵ Dicha concesión caducó en diciembre de 2007 con la entrega al Concesionario del Tramo 5 de la Carretera Interoceánica Sur.

transferencias de actividades productivas del Estado al sector privado, con el objeto de lograr una mayor eficiencia en la asignación de recursos así como al óptimo mantenimiento de las vías rehabilitadas; con este objeto se crearon dos organismos uno para la promoción (COPRI, que luego se llamó a partir del 2001, PROINVERSION) y el encargado de la regulación y supervisión de las inversiones, OSITRAN.

En base a estos acuerdos, el MTC decide llevar adelante las dos primeras concesiones: (a) Red Vial N° 5: Lima-Huacho-Pativilca, Lima-Canta-Unish; (b) Red Vial N°6: Lima-Ica, Pisco-Ayacucho encomendándole llevar a cabo este proceso a la COPRI. Posteriormente estas dos redes viales se ejecutaron parcialmente: (a) Dv. Ancón-Huacho-Pativilca y (b) Pte. Pucusana-Ica.

La base legal cuando el Estado decidió delegar en el sector privado la operación, mantenimiento, conservación y construcción de obras públicas de infraestructura y de servicios público, estableció como única modalidad la concesión, mediante Decretos legislativos N° 758 y 839, los cuales fueron compilados a través del Texto Único Ordenado de las Normas con Rango de Ley que regulan la entrega en Concesión al Sector Privado de las Obras Públicas de Infraestructura y de Servicios Públicos, aprobado por Decreto Supremo N° 059-96-PCM.

En mayo de 2008, a través del Decreto Legislativo N° 1012, se dio inicio a una tercera fase de los procesos de promoción de la inversión privada con el objeto de crear, desarrollar, mejorar, operar o mantener infraestructura pública o proveer servicios públicos, a la que se denominó Asociación Público Privada (APP) estableciendo otras modalidades como la asociación en participación, contratos de gerencia, contratos de riesgo compartido, contratos de especialización, así como cualquier otra modalidad contractual permitida por ley, además de la concesión. Estas pueden ser autosostenibles (cuando no requieren de ningún aporte del Estado), o cofinanciadas, cuando parte de la inversión la aporta el Estado.

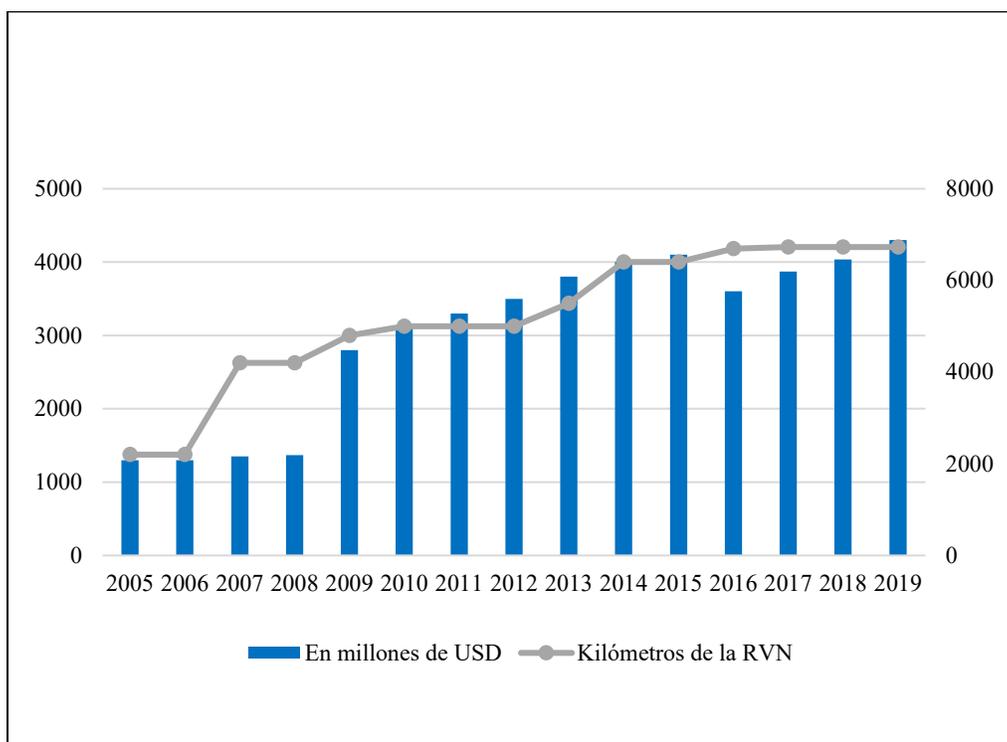
El proceso de concesión comienza con la convocatoria y termina con la firma del contrato. Todo esto bajo la responsabilidad de PROINVERSION. Antes de la convocatoria hay un trabajo previo de informes, estudios, evaluaciones, opiniones y otros a cargo del MTC y del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), a fin de incorporar el proyecto a los procesos de promoción de la inversión privada. Luego de la firma de contrato y durante todo el tiempo que dure la concesión sigue el proceso de supervisión de la misma, a cargo de OSITRAN y del MTC.

Actualmente existen 16 concesiones de carreteras en el Perú, en el que el plazo promedio de estas concesiones es de 23 años, aproximadamente. Del total de concesiones viales, seis son de tipo autosostenible y diez de tipo cofinanciada. La entidad que supervisa a estas 16 concesiones es OSITRAN. En estas concesiones, OSITRAN supervisa los avances de inversión, el cumplimiento de las obras en los plazos establecidos, que se realice un correcto mantenimiento y señalización de las

vías, que se regulen las tarifas, se brinde un óptimo servicio y se atiendan las sugerencias, reclamos y/o denuncias de los usuarios.

Estas concesiones viales intervienen actualmente en 6,695 kilómetros y comprenden un 25% de la Red Vial Nacional. De acuerdo con OSITRAN, el programa de concesiones viales ha generado una inversión comprometida acumulada de US\$ 4,598 millones al 2015, de la cual un 76% corresponde a inversión reconocida (US\$ 3,470 millones). En el gráfico siguiente, se observa la evolución de dicha inversión y de los kilómetros concesionados en los últimos años.

Gráfico 2. Concesiones de la Red Vial Nacional (Inversión comprometida acumulada y kilómetros)



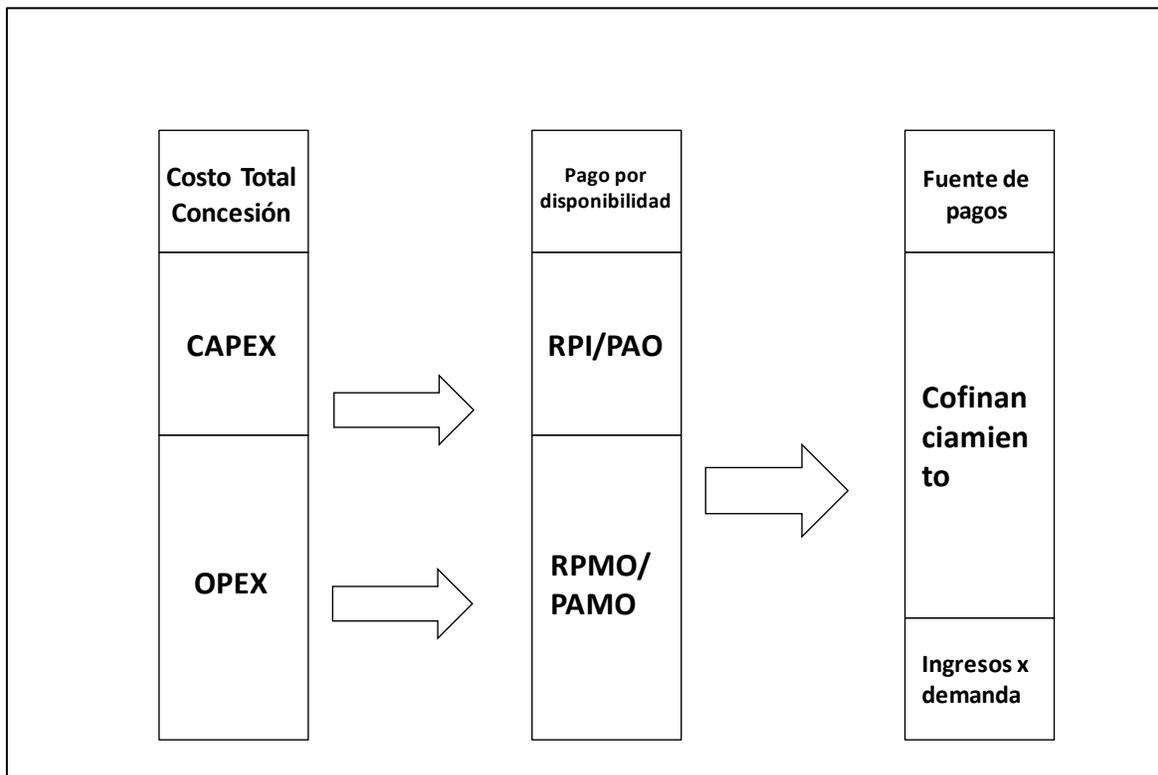
Fuente: OSITRAN.
Elaboración propia.

Cabe señalar que, debido a la naturaleza de APP, suele existir una participación activa del Estado mediante la asunción de compromisos de pago por parte de la entidad pública, así como aseguramientos del Estado en forma de garantías (financieras y no financieras). Estos compromisos y garantías nacen de la relación contractual entre el sector público y el sector privado. Es así que el sector público, normalmente a través de la entidad contratante, puede asumir distintos tipos de compromiso para apoyar la viabilidad de un contrato de APP. Los compromisos que el Estado ha asumido en los contratos de concesión de carreteras son las siguientes:

- i. **Pago por Avance de Obra (PAO).** Es la retribución que el concedente se compromete a pagar al concesionario por el avance del hito o hitos ejecutados correspondientes a las obras del proyecto.
- ii. **Pago Anual por Mantenimiento y Operación (PAMO).** Para que el concesionario pueda cobrar el PAMO debe cumplir con una serie de niveles de servicio y calidad; el PAMO no será cancelado hasta que estos indicadores sean satisfechos.
- iii. **Retribución por Inversión (RPI).** Esta definición es variable en función del tipo de contrato. Aplica tanto a proyectos autofinanciados como a proyectos cofinanciados. Se tratan de subvenciones al capital pagados en plazos diferidos.
- iv. **Retribución por Mantenimiento y Operación (RPMO):** Es la retribución por costos de operación y mantenimiento.

Se definen pagos por disponibilidad de infraestructura y de servicio:

Gráfico 3. Compromisos del Estado en una APP



Fuente: PROINVERSION.

Es importante distinguir ambos conceptos (RPI-RPMO) porque la primera está vinculada a obligaciones de inversión (recuperables en el largo plazo) y la segunda a obligaciones de prestación

de algún tipo de servicio (recuperables en el corto plazo). Es decir, responden a naturalezas distintas. Esto además permite que el RPI esté vinculado sólo a los riesgos inherentes a la etapa construcción y el RPMO sólo a los riesgos inherentes a la etapa de operación.

Debe aclararse que, en el caso del PAO, se difieren los pagos del Estado en el tiempo, mediante la generación de obligaciones de pagos futuros del Estado, denominados Retribución por Inversión (RPI), que se distribuyen usualmente durante un periodo de 15 años a partir de la fecha en que se estima ya esté operando la infraestructura. En este caso, el concesionario debe conseguir el financiamiento del proyecto y aportar capital propio. En síntesis, el PAO y el RPI son remuneración correspondiente al CAPEX, y su proporción varía de proyecto en proyecto.

Si la Concesión se desarrollase normalmente durante todo su período de vigencia, el concesionario recibirá RPI + RPMO a cambio de la prestación brindada (Obra + Servicio). Pero en caso de caducidad sólo se paga RPI porque no procede seguir pagando el RPMO en la medida que se deja de prestar el servicio.

Cabe señalar que, de acuerdo con el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1362, las APP autosostenibles son aquellas en las que las garantías financieras son consideradas como mínimas si no superan el 5% del costo total de inversión, el 5% del costo total del proyecto en caso de proyectos que no contengan componente de inversión o cuando las garantías no financieras tienen probabilidad mínima o nula (es decir, cuando la probabilidad de demandar cofinanciamiento no sea mayor al 10% para cada uno de los primeros 5 años de vigencia de la cobertura de la garantía prevista en el contrato).

Por su parte, las APP cofinanciadas son aquellas que requieren cofinanciamiento por parte del Estado. En caso de requerir garantías financieras, éstas deben superar el porcentaje establecido del 5%; mientras que, en caso de requerir garantías no financieras, éstas tengan una probabilidad significativa de demandar cofinanciamiento (es decir, cuando la probabilidad de demandar cofinanciamiento exceda los límites del 10% para cada uno de los primeros 5 años de vigencia de la cobertura de la garantía prevista en el contrato).

En el caso de las concesiones autosostenibles, los primeros proyectos otorgados en concesión fueron la Red Vial N° 5 en 2003 y la Red Vial N° 6 en el año 2005, las cuales tuvieron como factor de competencia la mayor retribución al Estado. Posteriormente, entre 2009 y 2013, se otorgaron en concesión la Red Vial N° 4, Autopista del Sol, IIRSA Centro - Tramo 2 y el Tramo Vial: Dv. Quilca - La Concordia, los cuales tuvieron factores de competencia relacionados con las mayores inversiones en infraestructura (cantidad de kilómetros continuos de longitud de segunda calzada, mayor extensión de segunda calzada, ejecución de obras obligatorias y obras adicionales). En este tipo de concesiones, se les otorga a los concesionarios la facultad de explotación de la infraestructura, la

cual prevé el cobro de tarifas de peaje a los usuarios con la finalidad de financiar las labores de inversión, operación y mantenimiento de la carretera.

Por su parte, en el caso de las carreteras cofinanciadas, todos los proyectos fueron concesionados entre los años 2005 y 2009, con excepción de la carretera Longitudinal de la Sierra - Tramo 2 que fue concesionada en el año 2014. Así, el factor de competencia de los proyectos concesionados hasta el 2009 estuvo relacionado con el menor cofinanciamiento solicitado (PAMO y/o PAO); mientras que en el caso de la carretera Longitudinal de la Sierra - Tramo 2, se estableció un factor de competencia relacionado con el menor monto por PAO, RPI y PAMO ofertados con relación a los montos máximos determinados por el Estado. Las características principales de los contratos de concesión de carreteras en Perú, se pueden observar en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Principales características de los contratos de concesión en Perú

Tipo de concesión	Al inicio del contrato		Durante la vida del contrato	
Autosostenibles Proyectos de alta demanda	Adjudicación del contrato:	Mayor retribución al estado o km más continuo de carretera de doble carril por encima del mínimo.	Privado:	Recibe ingresos por peaje.
				Costo de supervisión.
	Privado:	100% inversión inicial.	Estado:	Puede pagar retribuciones al Estado.
	Estado:	Sin contribución inicial.		Pago de GIM si es necesario.
			La mayoría de la construcción en sobrecostos.	
				Más Obras complementarias.
Cofinanciadas Proyectos de baja demanda	Adjudicación del contrato:	Pago anual más bajo por parte del Estado.	Privado:	Costo de supervisión.
	Privado:	100% inversión inicial.		Pago anual por construcción.
	Estado:	Sin contribución inicial.	Estado:	Pago anual por operación y mantenimiento
				Recibe ingresos por peaje.
				La mayoría de la construcción en sobrecostos.
			Más Obras complementarias.	

Notas: GIM (Garantía de Ingresos Mínimos).

Fuente: OSITRAN, MTC y Bitrán et al. (2013)

La estructura “cofinanciada” se ha utilizado para 12 proyectos con menos tráfico, generalmente carreteras que cruzan la cordillera de los Andes para unir la costa con las regiones menos ricas del Amazonas y la Sierra. Según estos contratos, el Estado paga un monto anual a la empresa, que generalmente consiste en dos tipos de pago. Primero, un pago por adelanto de obras (PAO - Pago Anual por Obras - o PPO - Pago por Obras -), pagado una vez o durante los primeros años del

contrato. Segundo, un pago por mantenimiento y operación (PAMO - Pago Anual por Mantenimiento y Operaciones -) pagado desde cierto punto de la concesión hasta su finalización.

Al igual que en el caso de las concesiones autosostenibles, los proyectos de concesión cofinanciados deben efectuar un pago al regulador por concepto de supervisión de obras equivalente a un porcentaje del monto de inversión contemplado en el proyecto referencial para cada etapa. No obstante, no se contemplan pagos por retribución al Estado o por derecho de concesión.

2.2 Análisis comparativo para Chile, Colombia y Perú.

En esta sección se realiza un análisis comparativo de algunas variables relacionadas con las concesiones de carreteras para Colombia, Chile y Perú¹⁶. Entre las variables a analizar se encuentran: plazo máximo, plazo promedio, número de renegociaciones, sobrecostos, sobreplazo, flujo vehicular y accidentabilidad.

2.2.1 Sobrecostos y sobreplazo

En relación a los plazos máximos, la mayoría de las normativas de APP lo establecen. Como se mencionó líneas arriba, en Chile, con la Ley DS MOP N° 900 de 1996, se estableció un plazo máximo de 50 años. En el caso de concesión de carreteras y autopistas, se tiene que en Chile se han adjudicado con plazos entre 20 y 40 años. En Perú se han adjudicado con plazos entre 10 y 30 años, mientras que en Colombia los plazos fueron entre 9 y 42 años. A la fecha el plazo total promedio de las concesiones de carreteras en Chile, Colombia y Perú fueron de 364, 323 y 281 meses respectivamente, siendo Chile el país que tiene más plazo total promedio de concesiones de carreteras entre los tres países.

En cuanto a los sobrecostos de las carreteras concesionadas, Colombia tiene un sobrecosto promedio muy alto que llega a los 197 %, siendo el mayor de los tres países. Esto probablemente se debe a que la concesión de los tramos Bogotá – Villavicencio y Cartagena – Barranquilla presentan sobrecostos de 3,692% y 805%, respectivamente; elevando así el promedio general de sobrecostos. De otro lado, Perú presenta un promedio de sobrecostos de 71%, mientras que Chile presenta un sobrecosto promedio de 40% (ver cuadro siguiente).

¹⁶ Cabe aclarar que en esta sección solo se están incluyendo los proyectos de APP

Cuadro 4. Sobrecostos y sobreplazo: Chile, Colombia y Perú (US\$ en millones)

Sobrecostos y sobreplazos	Chile	Colombia	Perú
Monto promedio de las inversiones	350	450	323
Promedio de los sobrecostos	40%	197%	71%
Monto promedio sobrecostos	102	128	133
Plazo promedio de construcción (meses)	56	54	74
Promedio de los sobreplazos*	25%	32%	44%
Sobreplazo Promedio (meses)	12	11	22

*: Los sobreplazos son con respecto al periodo de construcción.

Fuente: Perú – OSITRAN, Chile – MOP, Colombia – ANI

Elaboración propia.

Con respecto al monto promedio de las inversiones en las carreteras concesionadas de cada país (Perú, Chile y Colombia), se tiene que Colombia presenta un monto promedio de inversión de US\$ 450 millones por carretera concesionada, seguido por Chile con US\$ 350 millones y por último Perú con US\$ 323 millones.

Con respecto a los sobreplazos de las carreteras concesionadas, en el cuadro anterior se observa que Perú tiene un sobreplazo promedio que llega a 44%, siendo el mayor de los tres países. Mientras que Colombia y Chile presentan sobreplazos promedio de 32% y 25% respectivamente. Además de esto, el cuadro nos muestra que Perú tiene el mayor plazo promedio de construcción en sus carreteras concesionadas con un periodo de 74 meses, mientras que Chile y Colombia presentan un plazo promedio de construcción de 56 y 54 meses, respectivamente.

También se puede estimar el monto promedio de los sobrecostos y el valor promedio en meses de los sobreplazos para las carreteras concesionadas en Perú, Chile y Colombia, como se observa en el cuadro anterior.

Además de esto, como ya se observó en el Cuadro 4, llama la atención que Colombia tenga un sobrecosto promedio de 197%; por lo que se ha decidido separar a los sobrecostos promedio por generación.

Cuadro 5. Colombia - Sobrecosto promedio de las carreteras concesionadas por generación

Generación	Sobrecosto promedio
1G	451%
3G	146%
4G	66%

Fuente: ANI.

Elaboración propia

Según lo que se observa en el cuadro anterior, el mayor sobrecosto promedio de los proyectos de concesión en Colombia pertenece a los de la Primera Generación (451%). Los 2 tramos concesionados mencionados anteriormente (Bogotá – Villavicencio y Cartagena – Barranquilla) pertenecen a esta generación de concesiones.

Este primer grupo de proyectos concesionados (1G) comenzó a partir del año 1992 y consideraba la construcción y pavimentación de 2,228 km y la rehabilitación de 2,234 km de las redes viales colombianas. Dado por la rapidez con la que fueron concebidas, éstas no contaban con estudios suficientes de demanda ni de las inversiones requeridas. Debido a esto se generaron sobrecostos de construcción y disminución de tráfico en comparación con las que se proyectaba.

Con respecto al tramo concesionado Bogotá – Villavicencio, presenta un sobrecosto de 3,692%. La Cámara de Comercio de Villavicencio informó que una de las principales causas por la que esta carretera concesionada presenta sobrecostos es debido a la construcción del túnel de Buenavista, obra que hace parte del tercer tramo de la vía al Llano, que tiene un costo de 72,000 millones de pesos, presentaba un sobrecosto de 20,000 millones de pesos y un retraso de ocho meses. Según se informó la obra del túnel de Buenavista costó cuatro veces más que el proyecto inicial.

También cabe señalar que el proyecto Bogotá – Villavicencio fue iniciado por la firma italiana Recci en 1994 por un valor de 23,000 millones de pesos, pero se retiró de la obra. Recci solo ejecutó el 21% de la obra y facturó 19,000 millones de pesos, es decir que casi el valor de la obra. En 1998 el gobierno entregó a la firma Conconcreto la ejecución del proyecto por un valor de 72,000 millones de pesos. Al 31 de enero de 2000 la compañía ejecutó el 35% de la obra física y facturó 37,000 millones de pesos, es decir un 55% del valor total de la obra. Invías explicó que el contratista Recci logró un avance de obra de 1,097 metros en 31 meses y que gastó 17 meses superando un acuífero confinado (agua, lodo y arena) y que Conconcreto en tan sólo 23 meses ha logrado un avance de 1,342 metros y ha superado 7 acuíferos. Según Invías, lo que logró Conconcreto confirma que la firma italiana no tenía razón en pedir más dinero por la construcción del proyecto con el fin de superar los acuíferos. Esto trajo como consecuencia que el tramo concesionado Bogotá – Villavicencio presentara más sobrecostos. En cuanto al tramo concesionado Cartagena – Barranquilla, esta presenta un sobrecosto de 805%.

Uno de los principales motivos por el que se presentaron grandes sobrecostos en este proyecto fue debido a los problemas sociales (Rivero, 2004). El descontento de las comunidades “afectadas” por este proyecto llegó a paralizar la circulación por la vía y se pidió la eliminación definitiva del cobro del peaje. Esta situación se generó en todo el trayecto vial. Esto condujo a la firma del acta modificatoria del 21 de junio de 1996, donde se acordó la modificación de la estructura tarifaria y la reubicación de las casetas, disminuyendo las tarifas de automóviles en un 50%. Estas protestas

generaron mayor permanencia en las obras, lo que condujo a mayores costos en la etapa de construcción con valores cercanos a los 350 millones de pesos en el año 1995.

Cuadro 6. Sobrecosto promedio por rango de inversiones: Chile, Colombia y Perú

Rango de inversiones (US\$ millones)	Chile	Colombia	Perú	Número de Concesiones
7 - 300	31%	258%	36%	34
301 - 600	34%	79%	33%	34
601 - 900	121%	460%	180%	14
901 - 1200	59%	66%	-	4

Fuente: ANI, MOP, OSITRAN.

Elaboración propia.

Al desagregar el sobrecosto promedio por rango de inversiones de las carreteras concesionadas, se tiene que Colombia presenta el mayor sobrecosto promedio en todos los intervalos, resaltando así la cifra de 460% en el rango de inversiones que va de US\$ 601 a US\$ 900 millones.

Cuadro 7. Sobreplazo promedio por rango de inversiones: Chile, Colombia y Perú

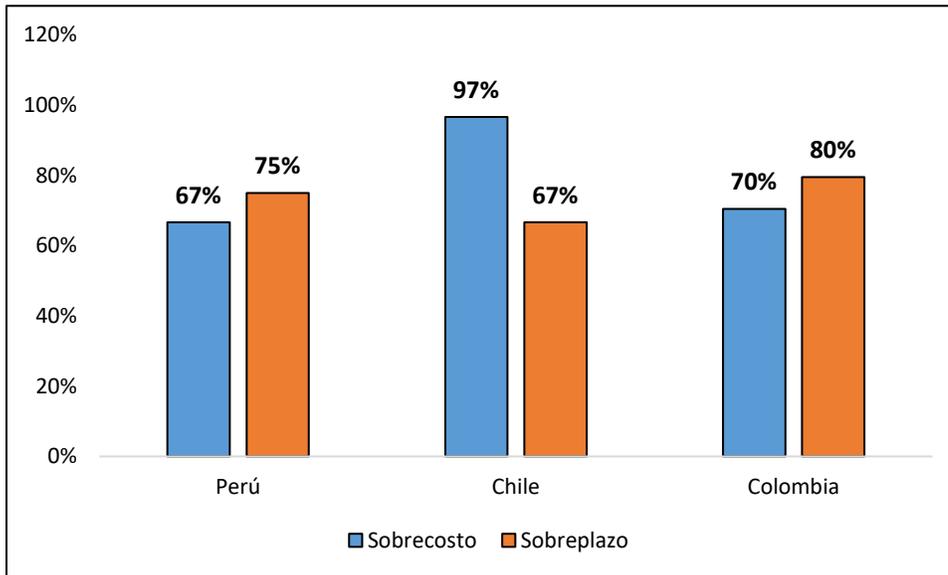
Rango de inversiones (US\$ millones)	Chile	Colombia	Perú
7 - 300	19%	52%	30%
301 - 600	31%	25%	122%
601 - 900	0%	32%	25%
901 - 1350	81%	10%	-

Fuente: ANI, MOP, OSITRAN.

Elaboración propia.

Con respecto al sobreplazo promedio por rango de inversiones de las carreteras concesionadas, se tiene que Colombia presenta el mayor sobreplazo promedio (52%) en el rango de US\$ 7 a US\$ 300 millones. En el segundo rango de inversiones, Perú lidera la lista con un sobreplazo promedio de 122%. Luego, en el tercer rango de inversiones; Colombia vuelve a presentar el mayor sobreplazo promedio con un 32%. Por último, en el rango que va de US\$ 901 a US\$ 1350 millones, Chile tiene el mayor sobreplazo promedio con 81%.

Gráfico 4. Porcentaje de concesiones con sobrecosto y sobreplazo (2015 – 2019)



Fuente: ANI, MOP, OSITRAN.
Elaboración propia.

Como se observa en el gráfico anterior, se tiene que del total de proyectos en carreteras concesionadas que tiene Perú, el 67% de ellas tiene sobrecosto y el 75% presenta sobreplazos. Con respecto a Chile, se tiene que el 97% de sus proyectos en carreteras concesionadas presentan sobrecostos, mientras que el 67% tiene sobreplazos. Por último, Colombia presenta sobrecostos en el 70% de sus carreteras concesionadas y el 80% presenta sobreplazos.

2.2.2 Renegociaciones

Bitran et al. (2010) estudia las renegociaciones de concesiones viales en Chile, Colombia y Perú para el período 1993-2010. Primero, los autores analizan el marco legal, el diseño institucional y los tipos de concesiones de estos países, y segundo, utilizan datos compuestos de una muestra de 61 de los 62 contratos de concesiones viales para explorar la renegociación de estas concesiones.

Los autores encontraron que 50 de los 61 contratos se han modificado al menos una vez, lo que resulta en más de 540 renegociaciones. Todos los contratos modificados se modificaron por primera vez menos de 3 años después de la firma inicial de la concesión. El análisis empírico sugiere que las renegociaciones dirigidas por el Estado, que eran más comunes que las renegociaciones dirigidas por empresas, estaban motivadas por el comportamiento oportunista de los gobiernos.

El estudio concluye que las renegociaciones de contratos han implicado altos costos fiscales y un aumento en los términos de los contratos. Entre los contratos renegociados, en promedio, el costo fiscal superó los US\$ 25 millones, US\$ 45 millones y US\$ 265 millones en Perú, Chile y Colombia, respectivamente (precios constantes en US\$ de 2009). Esto representa un costo fiscal sobre el valor inicial cercano al 15% en Chile y Perú, y más del 280% en Colombia. El plazo agregado es cercano a 1 año en Chile y Perú, y 6 años en Colombia. El uso de renegociaciones para agregar nuevos tramos en Colombia (es decir, más de 50 km de longitud adicional en promedio en las concesiones renegociadas) explica en parte estas diferencias considerables con respecto a Chile y Perú. Los nuevos tramos de carreteras en Colombia representaron más de un tercio de los costos fiscales totales de la renegociación.

Como se observa en el cuadro siguiente, en Chile y Colombia, las renegociaciones durante la construcción, que generalmente no duran más de 4 años, fueron ligeramente superiores al 50%, mientras que más del 60% en Perú. Además, en el caso de Colombia, el primer cambio en el contrato fue en promedio menos de un año después de la firma de los contratos. Los primeros cambios en Perú y Chile ocurrieron en promedio 1.4 años y 2.7 años después de la firma de los contratos, respectivamente.

Cuadro 8. Características de los cambios de contrato (1993 - 2010)

País		Chile	Colombia	Perú
Total		60	403	44
Cómo	Acuerdo bilateral	83%	98%	100%
	Arbitraje	17%	2%	0%
	Liderado por el gobierno	84%	40%	64%
	Dirigido por la empresa	12%	20%	23%
	Dirigido conjuntamente	4%	40%	13%
Cuándo	Durante la construcción	53%	51%	62%
	Después de la construcción	47%	49%	38%
Para qué	Obras complementarios	69%	39%	17%
	Cambiar condiciones	22%	55%	83%
	Ambos	9%	1%	0%
	Agregar nuevos tramos	0%	5%	0%
Cuándo fueron pagadas	Transferencia fiscal actual	66%	42%	14%
	Fondos fiscales diferidos	55%	6%	0%
	Otros costos realizados después	36%	28%	39%
	Sin costo	14%	24%	47%
Tipos de costo	Transferencia fiscal	66%	48%	20%
	Aumentar plazo de concesión	12%	12%	14%
	Tarifas de peaje más altas	24%	1%	0%
	Otros tipos de pago	16%	0%	0%
	Sin costo directo	15%	45%	77%

Fuente: Bitran et al. (2013)

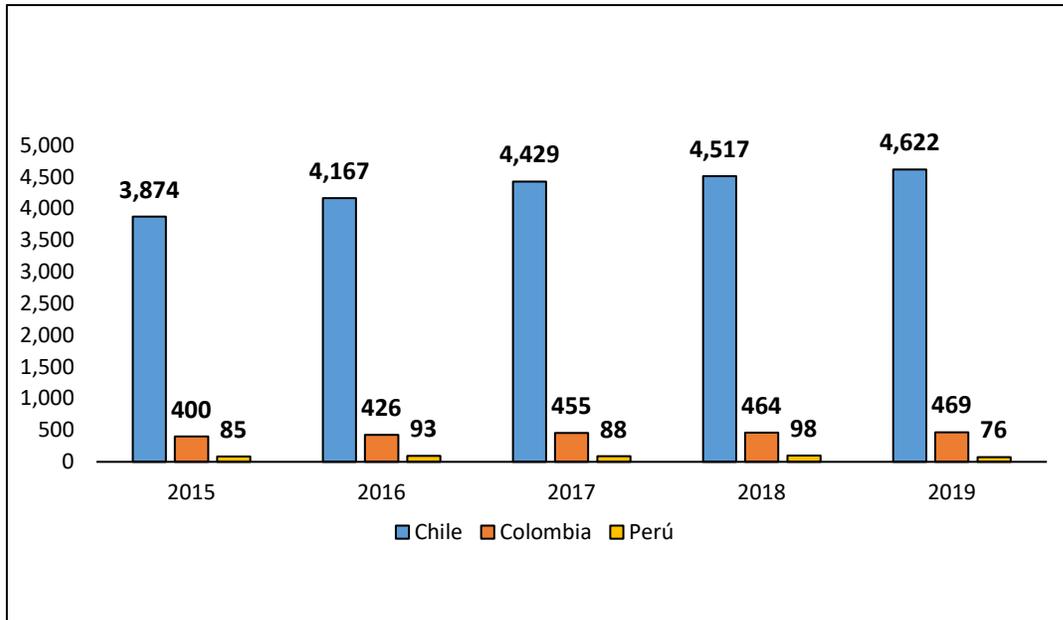
Además, algunas renegociaciones agregaron tramos de carretera que no estaban incluidos en el contrato inicial. Por ejemplo, en el caso de Colombia, aunque solo el 5% de las renegociaciones corresponden a este tipo de renegociación, representan un tercio del costo total de las renegociaciones. Este tipo de renegociación sugiere que los proyectos de concesión se han utilizado para lograr objetivos para los cuales no fueron diseñados.

De otro lado, los tipos de costos de renegociación difieren significativamente entre los tres países. En Chile, dos tercios de las renegociaciones resultaron en un pago del gobierno al concesionario. Sin embargo, también se utilizaron otros tipos de pagos, como el aumento de los precios de los peajes, la asignación de garantías de ingresos o los nuevos riesgos cubiertos por el gobierno. Mientras que en Colombia aproximadamente la mitad de las renegociaciones vieron al gobierno hacer una transferencia fiscal, solo una quinta parte de ellas lo hizo en Perú. Finalmente, en los tres países, entre el 10% y el 15% de las renegociaciones aumentaron el plazo de concesión.

2.2.3 Flujo vehicular y accidentabilidad

En cuanto al flujo vehicular diario ligero, se tiene que, en el 2019, Chile ha registrado un aumento de 19% frente al 2015. Por su lado, Colombia, en el mismo periodo, registra un aumento de 17%. En cambio, Perú, en el 2019, experimentó un descenso de 10.6% frente al 2015.

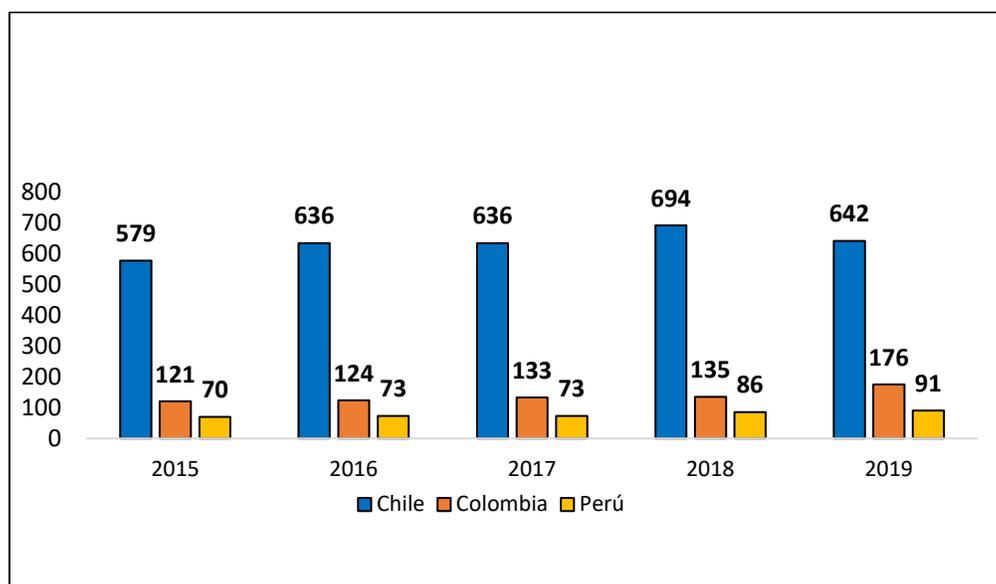
Gráfico 5. Flujo vehicular diario ligero en las carreteras concesionadas – En miles (2015 – 2019)



Fuente: ANI, MOP, OSITRAN.
Elaboración propia.

Por otro lado, como se observa en el siguiente gráfico, en el 2019, Chile ha registrado un aumento de 10.88% en su flujo vehicular pesado frente al 2015. Colombia anotó un crecimiento en su flujo vehicular diario pesado de 45% en el mismo periodo. Mientras que Perú en el 2019, registró un crecimiento en su flujo vehicular diario pesado de 30% frente al 2015.

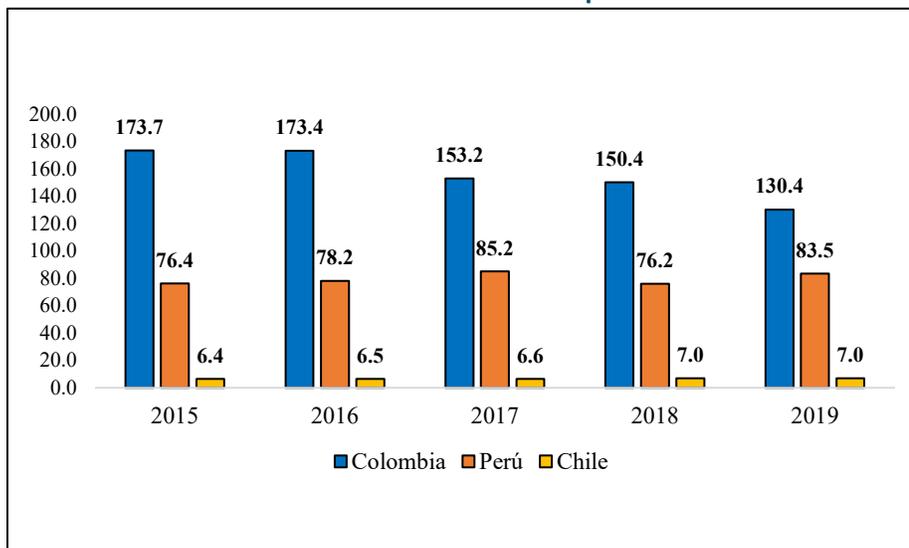
Gráfico 6. Flujo vehicular diario pesado en las carreteras concesionadas - En miles (2015 – 2019)



Fuente: ANI, MOP, OSITRAN.
Elaboración propia.

Con respecto a la tasa de accidentes en las carreteras concesionadas, en el siguiente gráfico, se tiene que, por cada millón de vehículos, Colombia es el país que más accidentes registra, aunque su tasa de accidentes haya descendido en un 25% en el 2019 frente al 2015. El segundo país que sigue en la lista es Perú, que registró en el año 2019 una tasa de accidentes de 83.5 por cada millón de vehículos. Esta cifra representa un aumento en 9.30% frente a lo anotado en el año 2015. Mientras que Chile, se ha mantenido a una tasa casi constante entre el año 2018 y 2019, sin embargo; si hacemos una comparación frente al año 2015 se tiene un leve aumento en dicha tasa en un 9.4%. Chile es el país que tiene la menor tasa de accidentes por cada millón de vehículos.

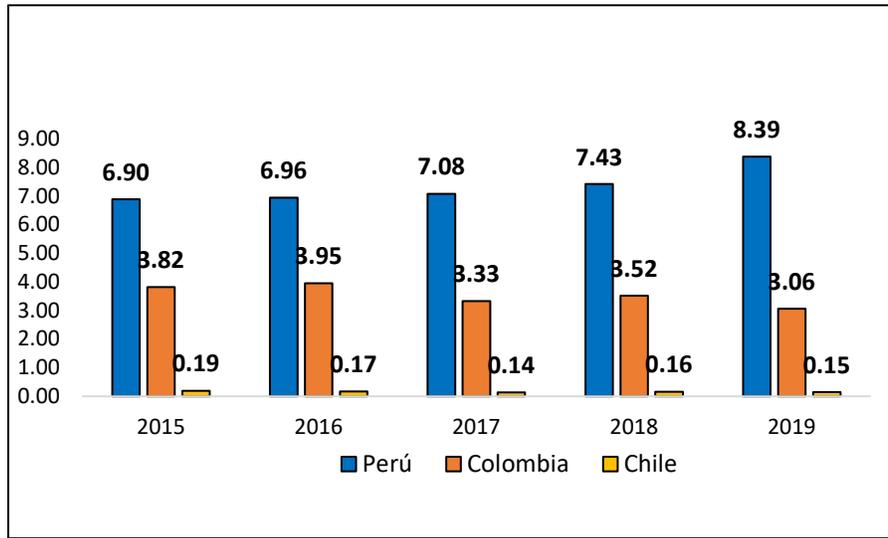
Gráfico 7. Tasa de accidentes de las carreteras concesionadas por cada millón de vehículos (2015-2019)



Fuente: ANI, MOP, OSITRAN.
Elaboración propia.

En cuanto a la tasa de fallecidos en accidentes de tránsito en las carreteras concesionadas, en el siguiente gráfico, observamos que Perú es el país que más tasa de fallecidos tiene por cada millón de vehículos, situándose en el año 2019 en una tasa de 8.39, registrando así un aumento de 21.6% frente al 2015. El segundo país que sigue en la lista es Colombia, con una tasa de fallecidos de 3.06 en el año 2019. Aunque si lo comparamos con el año 2015, observamos que la tasa de fallecidos en accidentes de tránsito en las carreteras concesionadas por cada millón de vehículos descendió en un 20% aproximadamente. Mientras que Chile es el país que menos tasa de fallecidos tiene, registrando una tasa de tan solo 0.15 en el año 2019.

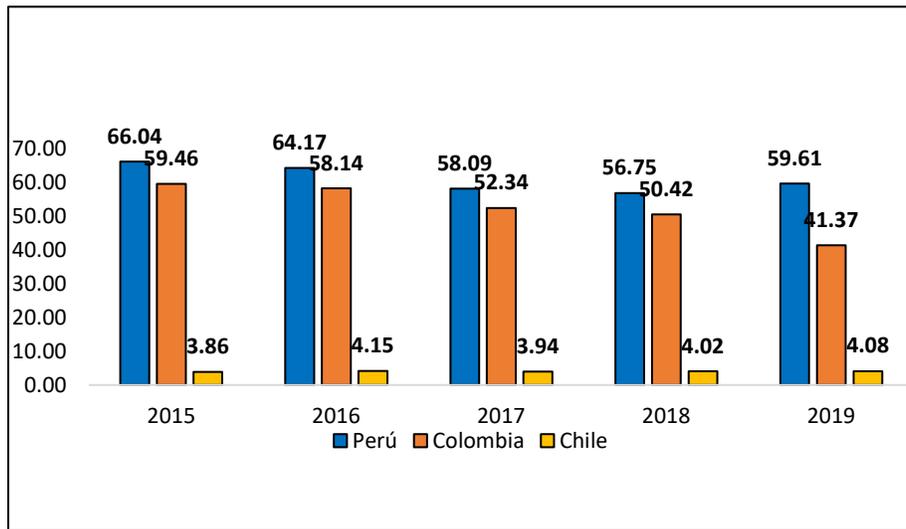
Gráfico 8. Tasa de fallecidos en accidente de tránsito de las carreteras concesionadas por cada millón de vehículos (2015 – 2019)



Fuente: ANI, MOP, OSITRAN.
Elaboración propia.

Con respecto a la tasa de heridos en accidentes de tránsito en las carreteras concesionadas, observamos que Perú es el país que más tasa de heridos tiene por cada millón de vehículos, situándose en el año 2019 en una tasa de 59.61. El segundo país que sigue en la lista es Colombia, con una tasa de heridos de 41.37 en el año 2019. Aunque si lo comparamos con el año 2015, observamos que la tasa de heridos en accidentes de tránsito en las carreteras concesionadas por cada millón de vehículos descendió en un 30.4% aproximadamente. Mientras que Chile es el país que menos tasa de heridos tiene, registrando una tasa de tan solo 4.08 en el año 2019.

Gráfico 9. Tasa de heridos en accidentes de tránsito de las carreteras concesionadas por cada millón de vehículos (2015-2019)



Fuente: ANI, MOP, OSITRAN.
Elaboración propia.

Como se ha podido observar en los últimos 3 gráficos anteriores, resalta que Chile tenga una baja tasa de accidentes viales, heridos y fallecidos. Según el Ministerio de Transportes, esto principalmente se adjudica a la nueva normativa para el traslado de niños, a la entrada en vigencia de las leyes Tolerancia Cero, Emilia, la nueva ley que reduce la velocidad máxima de 60km/h a 50 km/h y a las nuevas políticas que se elaboraron en el Acuerdo Nacional de Seguridad Vial en el año 2018.

Con el fin de reducir la alta tasa de niños heridos y fallecidos por accidentes de tránsito, es que el 17 de marzo de 2018 entró en vigencia la nueva normativa para el traslado de niños en vehículos. Esta modificación amplía las edades de traslado en las sillas de seguridad. Así también, se intensificaron las sanciones por incumplimiento, ya que no trasladar a un niño en una silla de retención infantil pasará de ser una falta grave a gravísima. Esto significa que las multas variaron entre 1.5 y 3 UTM (aproximadamente entre US\$ 80 y US\$ 170) sumado a la suspensión de la licencia de conducir entre 5 y 45 días. Además, se implantaron las leyes llamadas “Tolerancia Cero” y “Emilia” con respecto a los grados de alcohol permitidos en la sangre para conducir.

Además de esto, cabe resaltar que según un informe de la OMS (2015), señala que Chile es el país con la menor tasa de heridos y fallecidos en los accidentes viales en toda Sudamérica. Incluso, a nivel de todo el continente americano, Chile luce la sexta tasa de mortalidad más baja en accidentes viales, sólo superado por Canadá.

2.2.4 Mantenimiento¹⁷ e Índice de Rugosidad

La necesidad de invertir en mantenimiento es obvia pues hace que la infraestructura existente funcione adecuadamente y por muchos años. Así, no gastar en mantenimiento hace que los activos se deterioren con mayor rapidez y acelera la necesidad de mayor mantenimiento futuro. Los baches dañan los automóviles y aumentan la probabilidad de accidentes. Una infraestructura mal mantenida también puede requerir que las empresas inviertan en equipo de respaldo, desviando recursos de su actividad principal y reduciendo su competitividad.

La falta de mantenimiento adecuado tiene claras raíces políticas e institucionales. Las agencias gubernamentales y las empresas privadas de infraestructura conocen la importancia del mantenimiento y su impacto en el costo de los activos durante su ciclo de vida. Por otro lado, las demandas por mantenimiento aumentan cuando nuevos activos se construyen e inauguran. Los réditos políticos de los proyectos de construcción son más altos que los de mantenimiento. La transparencia es menor y la complejidad mayor con nueva construcción¹⁸.

Claramente, los países invierten sistemáticamente muy poco en mantenimiento. Sin embargo, existe escasez de información en gastos de mantenimiento. Esto se debe, en parte, a que los países usan diferentes metodologías que complican la identificación e informes de gastos de mantenimiento.

Así, la evidencia escasa y parcial muestra que el mantenimiento está lejos de ser óptimo. Gran parte de la primaria la red de carreteras está en mal estado (ver gráfico siguiente). Algunos países de América Latina y el Caribe han tomado medidas para reducir los retrasos de mantenimiento. Un ejemplo, implementado a fines de la década de 1990 en Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, se trata de contratos basados en el desempeño entre agencias viales y empresas privadas que agrupan rehabilitación y mantenimiento.

Las evaluaciones de estos contratos son pocas, y la mayoría no utilizan rigurosas técnicas econométricas. Una excepción son Pérez y Pereyra (2019), que trabajan con datos para contratos basados en el desempeño en Uruguay, encontraron que el Índice Internacional de Rugosidad (IRI)¹⁹,

¹⁷ Basado en Pastor (2019).

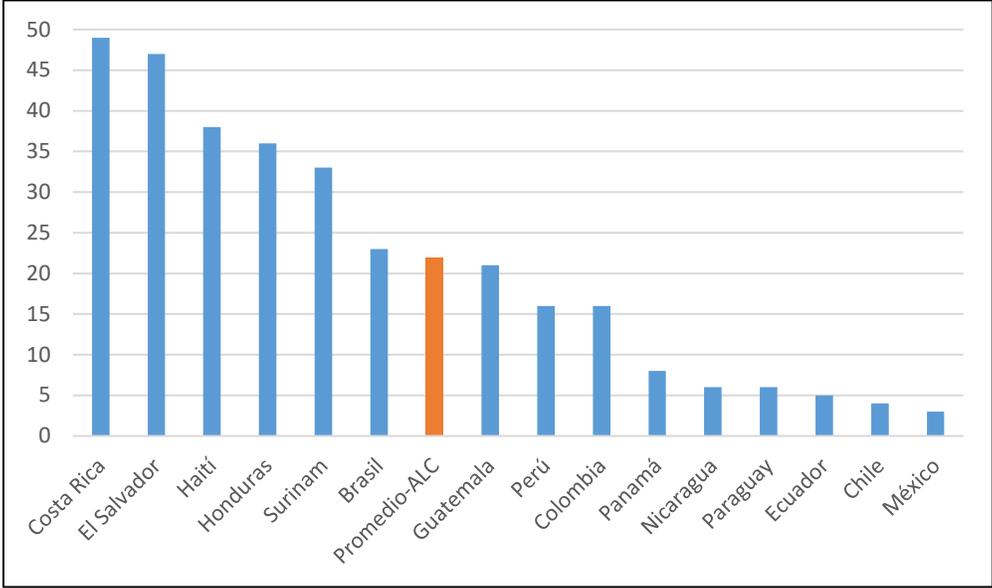
¹⁸ Jaffe (2015).

¹⁹ El método para la determinación de la rugosidad superficial de pavimentos asfálticos, de hormigón, tratamiento superficial, es expresada mediante el indicador IRI (índice de Rugosidad Internacional). En este sentido, la rugosidad se define como las irregularidades en la superficie del pavimento que afectan adversamente a la calidad de rodado, seguridad y costos de mantención y operación del vehículo. La rugosidad tiene el mayor efecto en la evaluación de los usuarios que califican la calidad de rodado. El perfil real de una carretera recién construida representa un estado definido por su IRI inicial con un rango aproximado de 1.5 – 2.5 (m/km). Una vez puesta en servicio, la rugosidad del pavimento se modifica

una medida de la calidad del pavimento, tuvo mejores valores en carreteras administradas bajo contratos basados en el desempeño que en aquellos mantenidos convencionalmente (generalmente contratos basados en insumos). Los costos de rehabilitación y mantenimiento de carreteras son entre 25% y 30% más bajos cuando se comparan las APP con la contratación tradicional.

En el siguiente gráfico se muestra el estado de una carretera determinado por una puntuación en el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) que excede un cierto umbral. Como se observa, Chile tiene el umbral mínimo en la región.

Gráfico 10. Red vial primaria pavimentada en malas condiciones (Como % de la Red Vial pavimentada)



Fuente: Pastor (2019).

Nota: Los caminos cubiertos en cada país son los siguientes: en Chile, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Honduras y Perú, caminos primarios pavimentados; en Guatemala y Nicaragua, carreteras pavimentadas totales; en Brasil, carreteras pavimentadas federales y estatales principales; en Colombia, excluye carreteras primarias pavimentadas concesionadas; en Panamá, caminos interurbanos pavimentados; en Haití y México, carreteras primarias pavimentadas y sin pavimentar; en Surinam, carreteras pavimentadas totales bajo control de la Autoridad de Carreteras. Los datos de los países varían entre 2012 y 2019.

lentamente en función del paso del tránsito, evolucionando hacia los valores más elevados del IRI (mayores irregularidades).

El gráfico anterior muestra que una alta proporción de la red de carreteras primarias pavimentadas está en malas condiciones en la región. En promedio, 21% de la red vial primaria pavimentada en ALC se encuentra en malas condiciones; lo que podría ser indicador de falta de mantenimiento.

En el caso chileno, según el Ministerio de Obras Públicas (MOP) existen diversas clases de equipos para medir la rugosidad superficial y fueron agrupados en cuatro categorías, que son: perfiles de precisión, otros métodos perfilométricos, estimación del IRI mediante correlaciones, valoraciones subjetivas y medidas sin calibrar. En Chile existen cuatro equipos disponibles que son, el instrumento Merlin, el Mays-Meter y dos tipos de perfilómetros, el óptico y el láser.

En el siguiente cuadro se aprecia el IRI para algunos de los tramos de las carreteras en Chile.

Cuadro 9. Concesiones de carreteras - IRI

Tramo	IRI	Tipo de Carretera
General Velásquez - Antofagasta al sur	2.6	Infraestructura vial interurbana
Sta. Rosa - Américo Vespucio al sur	3.1	Infraestructura vial urbana
Exequiel Fernández - B. Rebolledo Departamental	2.1	Infraestructura vial urbana
Américo Vespucio - Los Tilos, Toro y Zambrano	1.7	Infraestructura vial urbana
Bilbao - Tobalaba - Juan de Asturia	3.4	Infraestructura vial urbana
Isabel Riquelme - Vicuña Mackenna	5	Infraestructura vial urbana
Sta. María - Gran Vía	3.2	Infraestructura vial urbana
Departamental - Vespucio R. Toro Ibañez	3.3	Infraestructura vial urbana
Vasconia - Vicuña Mackenna al oriente	5.9	Infraestructura vial urbana

Fuente: PUC – Chile.

Elaboración propia.

Como se aprecia, el mayor IRI es para el tramo Vasconia – Vicuña Mackenna al oriente (5.9); mientras que el menor IRI corresponde al tramo Américo Vespucio - Los Tilos, Toro y Zambrano (1.7).

En cuanto a la seguridad vial, se tiene que en diciembre del año 2017 se publicó la nueva Política Nacional de Seguridad de vial, la cual se construyó a partir de un trabajo participativo que reunió la opinión de distintas entidades públicas y privadas, tales como agrupaciones ciudadanas, asociaciones de víctimas de siniestros viales y actores relevantes en materia de seguridad vial. Esta política, que renueva el compromiso de todos los involucrados en la seguridad de tránsito - se remonta a la Política Nacional de Seguridad de Tránsito de 1993-, busca terminar con la tendencia a la estabilización de las cifras de mortalidad que se ha producido durante los últimos años en Chile.

Esta política presenta cinco ejes estratégicos, que son los siguientes:

- i. Gestión de la seguridad de tránsito.
- ii. Vías y movilidad más segura.
- iii. Vehículos más seguros.
- iv. Usuarios de las vías más seguros.
- v. Respuesta tras los siniestros de tránsito.

La política de 2017 se estructura en cinco Ejes Estratégicos que se basan en los cinco pilares para la Década de Acción de las Naciones Unidas, y, dentro de estos, se plasman los respectivos Objetivos Estratégicos que, al mismo tiempo, contienen un conjunto de líneas de acción. Dentro de estas líneas de acción se deben definir las medidas que se establezcan mediante el Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial y que serán contenidas en la Estrategia Nacional de Seguridad de Tránsito 2020-2030.

Los principales compromisos suscritos en el Acuerdo Nacional de Seguridad Vial 2018 fueron los siguientes.

- i. Adoptar, fomentar y propiciar todas las acciones que, dentro de sus respectivos ámbitos de acción o competencias, procedan para mejorar los indicadores de seguridad vial del país.
- ii. Situar las iniciativas de seguridad vial en los primeros niveles de sus prioridades de actuación, evitando que se impongan otras que pudieran afectar el preferente desarrollo de estas actividades.
- iii. Evitar cualquier iniciativa que, aun respondiendo a otros intereses legítimos, pueda ser perjudicial para la seguridad vial.
- iv. Cooperar con los demás organismos, entidades o instituciones en sus trabajos por la seguridad vial, en la medida en que esta cooperación pueda ser necesaria y útil a los fines propuestos.

En el caso colombiano, según la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), el Índice de Estado (IE) corresponde a la sumatoria de los productos efectuados entre la calificación ponderada de cada elemento medido (rugosidad, fisuras y grietas, resistencia al deslizamiento, estado de las bermas, zonas laterales, señalización, ahuellamiento y deformaciones) por su respectivo factor de influencia. Es un valor numérico que varía entre 0 y 5, por medio del cual se califica la funcionalidad de la vía, además del nivel de servicio que esta y sus zonas adyacentes prestan a los usuarios de la carretera.

La concepción del IE en las carreteras colombianas, se enfoca en el nivel de servicio y condiciones de funcionalidad, viéndose reflejadas en la seguridad y la comodidad prestada a los usuarios, en condiciones netamente objetivas, acerca de la capacidad estructural de la carretera. Este requisito siempre ha estado asociado a un sistema de imposición de penalidades económicas, en caso de incumplimiento por parte de los concesionarios. Con relación a los parámetros que componen el IE, estos se pueden definir de la siguiente forma:

- La rugosidad consiste en la evaluación del estado de la superficie de rodadura, desde el punto de vista de irregularidades longitudinales y ondulaciones que presente.
- Fisuras y grietas, la cual mide las fallas en la superficie de rodadura por las solicitudes del tránsito, las situaciones medioambientales o la deficiencia en los materiales.
- Ahuellamientos y deformaciones, son parámetros que representan los hundimientos presentados en la superficie de rodadura, puntuales o a lo largo de las huellas, debido a la canalización del tránsito, sobrecargas de los vehículos, deficiencias en la estructura o inestabilidad de la banca.
- Estado de bermas, lo cual determina el grado de deterioro de las bermas paralelas a la estructura de pavimento.
- Zonas laterales, las cuales evalúan la cantidad de obstáculos que tiene la vía a ambos costados de estas.
- Señalización, que evalúa la señalización horizontal y vertical de la vía, teniendo en cuenta condiciones como reflectividad, luminiscencia, cantidad de señales en la vía y estado de estas mismas señales.

En ese sentido, Sánchez Sabogal (2019) en su estudio sobre el Índice de Estado en las concesiones de Colombia, propuso una tabla con los valores que deben ser aceptados para la calificación del IE en los proyectos de concesión de tercera generación, la cual se muestra a continuación:

Cuadro 10. Rango de Calificación – Índice de Estado

Elemento	Unidad de medida de calificación	Rango de calificación			
		Muy bueno (5 - 4)	Bueno (4 -3)	Regular (3 - 2)	Malo (2 - 0)
Rugosidad	IRI (m/km)	1 - 2.5	2.5 - 3.5	3.5 - 5.5	mayor a 5.5
Ahuellamientos y deformaciones	mm	0 - 10	10 - 20	20 - 35	mayor a 35
Fisuras y grietas	% área afectada	0 - 0.5	0.5 - 0.3	3.1 - 5	mayor a 5.5
Resistencia al deslizamiento	Coficiente resistencia al deslizamiento	75 - 55	55 - 45	45 - 35	menor a 35

Fuente: Sánchez Sabogal (2019).

De lo anterior se entienden como límites aceptables aquellos que presentan una calificación superior a 4.0, razón por la cual se propone la siguiente tabla de límites aceptables para los parámetros de calificación en una concesión vial de Colombia:

Cuadro 11. Límites aceptables – Índice de Estado

Elemento	Unidad de medida de calificación	Límite aceptable
Rugosidad	IRI (m/km)	2.5
Ahuellamientos y deformaciones	mm	10
Fisuras y grietas	% área afectada	0.5
Resistencia al deslizamiento	Coficiente resistencia al deslizamiento	55
Estado de Bermas	% área afectada	2

Fuente: Gamboa Beltrán (2019)

En cuanto a la rugosidad o regularidad superficial es un factor que está directamente relacionado con el estado superficial de una carretera, por tanto, se ha constituido como factor primario en el análisis del IE de los pavimentos y la comodidad de los usuarios que transitan por ellos.

Cuadro 12. Concesiones de carreteras - IRI

Carretera Concesionada	IRI (m/km)
Fontibón - Facatativá - Los Alpes	4.59
Neiva - Espinal - Girardot	4.63
DEVIMED	3.98
Armenia - Pereira - Manizales	3.92
Malla Vial del Meta	4.51
Bogotá - Villeta	4.14
Santa Marta - Paraguachón	4.27
Bogotá - Villavicencio	4.60
Cartagena - Barranquilla	4.73
DEVINORTE	4.63
Ruta Caribe	3.18
Córdoba - Sucre	2.83

Fuente: Gamboa Beltrán (2019)

Como se aprecia, durante 2019, se ha realizado la medición de los niveles de servicio exigidos para 12 concesiones de carreteras supervisadas, los resultados obtenidos han mostrado que dichas carreteras poseen un nivel de servicio global por encima de los límites establecidos en sus respectivos contratos de concesión.

En cuanto a la seguridad vial, la Superintendencia de Puertos y Transporte señala que de las 54 vías concesionadas que hay en Colombia, en cada una de ellas se enfrentará, en promedio, a 16 sectores críticos, es decir, un tramo de la carretera en el cual durante un trimestre ocurren tres accidentes simples o uno con víctimas fatales.

En el estudio, la Superintendencia identificó 898 sectores críticos de accidentalidad en las 54 rutas que operan como concesiones viales, que entre todas suman 10,040 kilómetros de la red vial nacional, es decir, que en promedio hay un sector peligroso cada 11.1 kilómetros. Además de esto, el Centro de Monitoreo de Actividades de Transporte (Cemat) muestra que, por ejemplo, la concesión Desarrollo Vial del Oriente de Medellín, Valle de Rionegro y Conexión a Puerto Salgar, en sus 341 kilómetros concesionados tiene 85 sectores críticos. En el año 2017 los siniestros viales ocurridos en estas carreteras dejaron 86 víctimas aproximadamente.

El segundo lugar en el top 10 de las concesiones viales con más sectores críticos de accidentalidad lo ocupa la vía Armenia-Pereira-Manizales a cargo de la firma Autopistas del Café. En sus 270 kilómetros tiene 51 sectores críticos; en el año 2017 registró 27 víctimas en accidentes de tránsito. La carretera Bogotá-Girardot a cargo de Vía Exprés S.A.S., con 145 kilómetros de longitud, tiene 47 sectores críticos o zonas de accidentalidad. En el año 2017 hubo 39 víctimas en esa carretera.

La Agencia Nacional de Infraestructura señala que una de las particularidades de las nuevas concesiones de vías de cuarta generación (4G) es que hay una obligación del concesionario de hacer inversiones, desde el primer momento, en la seguridad de la vía. Esto contempla equipamientos, apoyo a la Policía con motos, equipos de comunicación, radares, agentes, grúas, ambulancias y equipos de última generación que deben renovar cada cinco años.

En el año 2016, las 24 concesiones de autopistas 4G en marcha reportaron inversiones por US\$ 17 millones para mejorar la atención y los servicios, el control y la seguridad vial. Parte de ese dinero se destinaron para la compra de camionetas, motocicletas y radios de comunicación para la Policía. En la lista de compras figuran también radares con cámaras de velocidad, alcohosensores, comparenderas electrónicas, chalecos reflectivos, brazaletes, computadores, linternas, etc.

Incluso, las concesiones tienen un convenio con la Policía Nacional para que los agentes se desplacen a los centros de control de operación (los CCO, desde donde vigilan carreteras y túneles), patrullen y hagan operativos en las vías. Aunque las autopistas de 4G deben cumplir con obligaciones, cabe señalar que las anteriores generaciones tampoco escapan a estos compromisos. La diferencia está, según ANI, en que a las viejas concesiones si no cumplen, se les sigue un proceso jurídico, que resulta demorado. En cambio, las concesiones 4G deben responder a unos indicadores en los tiempos para la atención de incidentes, accidentes o emergencias y si los incumplen, les afecta directamente en la retribución, en el ingreso por peajes.

Por último, en el caso de Perú, según OSITRAN, el indicador global de cumplimiento de los niveles de servicios, se construye a partir de una ponderación del nivel de cumplimiento alcanzado en cada uno de los indicadores relacionados con el estado de las calzadas, bermas, drenajes, puentes y viaductos, así como el derecho de vía y la seguridad vial.

Cuadro 13. Concesiones de carreteras - Niveles de Servicio Global

Carretera Concesionada	Nivel de Servicio Global		Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	
	Umbral	Valor de última evaluación	Umbral en conservación	Valor de última evaluación
Enpalme 1B - Buenos Aires - Canchaque	95%	98.33%	C.A: 3.5/TSB4	2.28
IIRSA Norte: Paita - Yurimaguas	95%	(****)	C.A: 3.5/TSB4	(****)
Nuevo Mocupe - Cayaltí - Oyotún	95%	100%	3.5	1.07
Autopista el Sol: Tramo vial: Trujillo Sullana	95%	97.54%	C.A: 3.5/TSB4	1.8
Longitudinal de la Sierra - Tramo 2	95%	(****)	C.A: 3.5/TSB4	(****)
Red Vial N° 4	95%	97.10%	C.A: 3.5/TSB4	1.14
Red Vial N° 5	(*)	99.18%	C.A: 3.5	1.72
Óvalo Chancay / Dv. Variante Pasamayo - Huaral - Acos	95%	(****)	C.A: 3.5/TSB4	(****)
IIRSA Centro - Tramo2	95%	(****)	3.5	(****)
Red Vial N°6	95%	98.45%	C.A: 3.0/TSB4	1.5
IIRSA Sur - Tramo 1	(*)	97.41%	C.A: 3.5/TSB4	2.07
IIRSA Sur - Tramo 2	95%	97.49%	C.A: 3.5/TSB4	1.83
IIRSA Sur - Tramo 3	95%	98.00%	C.A: 3.5/TSB4	2.13
IIRSA Sur - Tramo 4	95%	98.99%	C.A: 3.5/TSB4	1.43
IIRSA Sur - Tramo 5	(*)	96.69%	C.A: 3.5/TSB4	2.21
Tramo Vial: Dv. Quilca - Dv. Arequipa (Repartición)-Dv. Matarani - Dv. Moquegua - Dv. Ilo-Tacna-La Concordia(**)	95%	(*)	3.5	(*)

Nota: Los recuadros de color verde representan a las carreteras concesionadas que tienen niveles de servicio por encima del umbral exigido (95%) y el índice de rugosidad internacional por debajo del valor máximo aceptable (3.5 metros por kilómetro).

(*) En el contrato no se indica el umbral.

(**) Aún en construcción.

(***) Actualmente solo es exigible a la nueva segunda calzada del subtramo Huarmey-Casma

(****) Aún no aplica porque aún se encuentra en etapa de construcción de obras.

Fuente: OSITRAN

Como se aprecia, durante 2017, OSITRAN ha realizado la medición de los niveles de servicio exigidos para 11 concesiones de carreteras supervisadas, los resultados obtenidos han mostrado que dichas carreteras poseen un nivel de servicio global por encima de los límites establecidos en sus respectivos contratos de concesión.

Cabe señalar que el Tramo Vial Mocupe - Cayaltí – Oyotún; Longitudinal de la Sierra Tramo 2; Tramo Vial - Ovalo Chancay - Huaral – Acos e IIRSA Centro - Tramo 2 no se realizó la medición de los niveles de servicio en 2017, pues la infraestructura se encontraba en etapa de construcción de obras. En el caso de este último debido a que se encontraba en la Fase de Reconstrucción de obras por el Fenómeno del Niño Costero.

3. Estimación del impacto de las concesiones de carreteras sobre los accidentes, sobreplazo y sobrecosto para Perú

3.1 Problemática de la seguridad vial en las redes viales concesionadas

Los problemas relacionados con la seguridad vial de las concesiones es un tema especialmente sensible. Como ya se mencionó, el número de accidentes en las carreteras concesionadas se ha incrementado en los últimos años. La ocurrencia de accidentes genera altos costos asociados a la morbilidad y mortalidad de pasajeros, así como por daños a la infraestructura y vehículos. Dentro de las causas de accidentes se observa que muchas de las vías construidas se proyectaron como una autopista de dos vías (por ejemplo, Red Vial N° 4, Red Vial N° 5; Red vial N°6, entre otras); sin embargo, su ejecución no fue integral y al realizarse por etapas tuvo que adecuarse inicialmente con señalización de doble vía en una sola, afectando la seguridad vial.

Adicionalmente al haberse mejorado las vías se ha incrementado la velocidad de los vehículos, lo que incrementa la posibilidad de accidentes de tránsito. En el caso de la IIRSA Norte, entre el 2013 y 2016, el 58% de los accidentes fueron provocados por imprudencia del chofer y exceso de velocidad, en la IIRSA Sur Tramo 5 y IIRSA Centro – Tramo 2, el exceso de velocidad fue motivo del 43% y 38% respectivamente, considerando 3 de las concesiones con tránsito elevado.

Algunos contratos de concesión no se incluyen aspectos relacionados con la seguridad vial; mientras que en otros si bien incluyen cláusulas referidas a temas de seguridad vial, estos no desarrollan exigencias respecto a su supervisión y regulación del Estado. Originalmente, dentro del marco de los contratos de concesión de carreteras, los concesionarios se encontraban obligados a elaborar los Estudios Definitivos de Ingeniería de cada una de las obras a su cargo y a ejecutarlos, acorde a los parámetros, niveles de servicio, índices de serviciabilidad establecidos en los contratos de Concesión, así como en la normativa técnica vigente sobre Seguridad Vial²⁰.

²⁰ Ver en Anexos 5 y 6 un resumen de los niveles de servicio incluidos en los contratos de concesión y las exigencias de seguridad vial para carreteras concesionadas y carreteras no concesionadas.

Sin embargo, la referencia a inversiones en seguridad vial no era parte de las inversiones iniciales, así por ejemplo, en el caso del Contrato de Concesión de la Red Vial N° 4, el primer contrato de las redes viales autosostenibles, firmado en el año 2004, se incluía dentro de sus cláusulas referencia a inversiones asociadas a temas de seguridad vial, aunque asociadas a obras complementarias y obras nuevas que se deban hacer a fin de mejorar dicho aspecto luego de la construcción de la nueva autopista.

De igual forma, en lo que respecta a concesiones cofinanciadas, la carretera IIRSA Norte, la red vial concesionada más extensa, cuyo contrato se firmó en el año 2005, el tema de seguridad vial esta principalmente asociado a la adición de obras complementarias las cuales deberán pasar por la aprobación del Concedente.

Similar trato se ha dado al resto de contratos firmados, que no incluyen cláusulas que regulen la implementación inicial de obras de seguridad vial. La no inclusión de este tipo de cláusulas se debió a que el diseño del contrato de concesión se desarrolló basado principalmente en un enfoque de cobertura, mas no en aspectos relacionados a mayor seguridad vial. Así, conforme a diagnostico efectuado por el MTC (2018), se han identificado los siguientes problemas en los Contratos de Concesión en relación a la seguridad vial:

- Los estudios de ingeniería de detalle, elaborados tanto por el concedente como por el concesionario, han sido aprobados considerando la normativa técnica vigente a la fecha de su elaboración.
- Los Contratos de Concesión no prevén el componente de seguridad vial desarrollado en el estudio definitivo.
- Los Concesionarios tienen la obligación de ejecutar las obras sobre la base de los estudios de ingeniería definitivos aprobados por el concedente, sea que estos hayan sido elaborados por este último o por el concesionario. Estos estudios incluyen un componente de seguridad vial.
- Los Contratos de Carreteras no regulan un mecanismo de actualización de la infraestructura ejecutada frente a cambios normativos en materia de seguridad vial.
- Si bien los Contratos de Concesión prevén la posibilidad de la aplicación de cambios normativos, sean de carácter general o sectorial, ello no implica que el concedente pueda imponer al concesionario el cumplimiento de dichos cambios normativos a su cuenta costo y riesgo.

3.2 Modelo teórico

Esta sección busca evaluar el impacto de las concesiones viales sobre la seguridad vial, por lo cual se pretende hallar su efecto en el número de accidentes de tránsito, así como el número de heridos y fallecidos a causa de estos siniestros. Para ello, se realizará una evaluación de impacto mediante la comparación del nivel de accidentalidad en tramos concesionados con un estimado del nivel de accidentalidad que tendrían si no se hubiesen concesionado dichas vías. Esta sección explica la metodología elegida para la estimación, así como su aplicación para esta evaluación.

Trabajos recientes como el de Alves et al. (2020), a diferencia nuestra, usa el método de diferencia en diferencias para examinar el efecto causal de las concesiones viales en los resultados de seguridad vial. Los autores señalan que el escenario ideal sería comparar las tasas de fatalidad observadas en cada segmento tratado de la carretera con su contrafactual, es decir, si la concesión nunca se hubiera implementado. Sin embargo, dado que no pudieron observar tal contrafactual, el problema se abordó mediante el uso de una estrategia cuasi-experimental utilizando la técnica de diferencias en diferencias²¹.

Sin embargo, en este trabajo adoptamos otra metodología. Primero se debe señalar que la asignación de las concesiones sigue un comportamiento determinístico, lo cual impide el uso de algunos métodos de evaluación de impacto como el modelo de asignación aleatoria, el de promoción aleatoria y el de regresión discontinua (Gertler et al., 2011). Segundo, la ausencia de una línea de base para cuantificar los cambios en el nivel de accidentalidad relacionados a la presencia de una concesión limitó el uso de otros métodos más precisos como el indicador de diferencia en diferencias.

En este trabajo, usamos el *Propensity Score Matching* (PSM)²². Esta técnica busca encontrar, para cada elemento del grupo de tratamiento, un elemento o elementos similares del grupo de control, dadas las características pre-observadas de los mismos. Así, mediante los valores de dichas características, se calcula la probabilidad de participación en el programa para cada unidad de tratamiento y de control, la cual se denomina *propensity score* (Gertler et al., 2011). Esta probabilidad de participación permite construir un grupo de control ficticio estadísticamente comparable al grupo de tratamiento, con el cual se puede realizar el pareamiento respectivo²³.

²¹ En el Anexo 7, se muestran los casos de 2 carreteras concesionadas con datos de accidentabilidad antes y después de ser concesionadas.

²² El *propensity score matching* (PSM) es un método alternativo para estimar los efectos de recibir tratamiento cuando la asignación aleatoria de tratamientos a sujetos no es factible. Desde que el concepto de PSM fue introducido por primera vez por Rosenbaum y Rubin (1983), el método ha sido ampliamente usado en ensayos médicos (Xu, Z. and Kalbfleisch J.D., 2010) y en evaluación de políticas de intervención como los programas de capacitación en el mercado laboral (Heckman et al., 1997; Dehejia and Wahba, 1999).

²³ Ver Anexo 8 para mayor detalle.

Además de esto, el PSM permite estimar efectos heterogéneos y permite poner más énfasis en variables específicas.

La metodología del PSM garantiza una correcta comparabilidad entre las carreteras concesionadas y no concesionadas. Esta técnica hace coincidir las características únicas que distinguen a los grupos de control (para tratar de hacerlos más parecidos) y tratamiento. Es decir, el PSM reduce el sesgo debido a la confusión de las variables que se pueden encontrar en una estimación del efecto del tratamiento obtenido de la simple comparación de los resultados entre unidades que recibieron el tratamiento frente a los que no lo hicieron.

Para estimar el *propensity score*, el primer paso es modelar la probabilidad de ser asignado al grupo tratado. En principio, se puede usar cualquier modelo de elección discreta, pero para una variable de tratamiento binario, se prefieren los modelos *logit* o *probit* que los modelos de probabilidad lineal. Otra decisión importante son las variables incluidas en la estimación del *propensity score*. En la literatura se recomienda introducir variables que influyen fuertemente en las selecciones en el tratamiento y los resultados, variables que son estadísticamente significativas en el modelo de regresión, variables basadas en la teoría económica y los hallazgos empíricos anteriores.

La idea detrás de la correspondencia es para cada observación tratada que necesitamos encontrar coincidencias de observaciones de control con *propensity scores* similares. Así, la idea detrás del Nearest-Neighbor Matching, es que cada observación tratada selecciona una observación de control que tiene las características más cercanas en términos del propensity score. Luego, en el Radius Matching, cada observación tratada se corresponde con las observaciones de control que se encuentran dentro de un radio específico. Por último, la idea detrás del Kernel Matching es que cada observación tratada se corresponde con varias observaciones de control, con pesos inversamente proporcionales a la distancia entre las observaciones tratadas y las de control. La coincidencia de estratificación compara la diferencia media en los resultados entre las observaciones tratadas y de control dentro de los bloques (particiones) del *propensity score* en el soporte común.

Así, el efecto promedio de la concesión en el grupo de tratamiento será estimado utilizando los algoritmos de emparejamiento mencionados anteriormente. Si esta diferencia resulta negativa, se estaría comprobando la hipótesis principal de este trabajo de investigación, la cual afirma que los tramos concesionados presentan menos accidentes que los tramos no concesionados. El mismo procedimiento se realizará para el número de heridos y de fallecidos y para los sobrecostos y sobreplazos.

3.3 Estimación empírica

Los datos utilizados en este estudio fueron los siguientes: el número de accidentes de tránsito, que fue extraído del Censo Nacional de Comisarías (elaborado por el INEI), el flujo vehicular correspondiente a los peajes concesionados proviene de OSITRAN, mientras que la de los peajes no concesionados de Provías Nacional, la data sobre la longitud de los tramos viales se registró en base a los mapas de infraestructura vial del MTC y la información de las características socioeconómicas de los distritos donde se encuentran ubicados los tramos viales seleccionados. Para ello, se seleccionó la data de diversas bases de datos de instituciones públicas como el INEI, el Ministerio de Salud (MINSa) y el Ministerio de Educación (MINEDU), así como de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHo).

Se recogieron datos para 48 tramos de carreteras concesionadas y 23 tramos de carreteras no concesionadas²⁴. En el siguiente cuadro se presentan los estadísticos descriptivos de las variables utilizadas en la estimación del modelo.

²⁴ Ver lista de tramos en Anexo 9.

Cuadro 14. Estadísticas descriptivas, por tipo de operación (2011-2019)

Variables	Tipo de operación	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo
Número de accidentes	Total	47	51	0	335
	C	52	57	0	335
	NC	35	35	0	167
Número de heridos	Total	59	67	0	507
	C	65	73	0	507
	NC	46	48	0	233
Número de fallecidos	Total	5	8	0	91
	C	5	9	0	91
	NC	4	5	0	44
Flujo vehicular ligero (diario)	Total	1,433	1,750	0	13,019
	C	1,690	2,013	27	13,019
	NC	915	818	0	5,483
Flujo vehicular pesado (diario)	Total	1,296	1,429	0	7,455
	C	1,584	1,597	38	7,455
	NC	714	714	0	4,595
Longitud	Total	38	21	4	100
	C	40	23	5	100
	NC	33	15	4	71
Número de habitantes del distrito	Total	30,748	45,879	1,159	319,455
	C	34,144	51,280	1,159	319,455
	NC	23,856	31,248	1,192	130,530
Centros de salud por 10,000 habitantes en el distrito	Total	6.53	4.70	0.75	25.89
	C	6.92	5.31	0.75	25.89
	NC	5.76	2.96	1.95	13.34
Centros educativos por 10,000 habitantes en el distrito	Total	41.57	22.35	7.67	113.69
	C	40.13	22.89	7.67	113.69
	NC	44.48	20.98	14.35	106.74
Ingreso mensual de los hogares del distrito	Total	901.40	704.15	0	4,137.13
	C	1,008	721	0	4,137.13
	NC	685	616	0	2,200
% de hogares con electricidad	Total	1.44	2.14	0	13.67
	C	1.69	2.49	0	13.67
	NC	0.92	0.96	0	3.97

C: Tramos concesionados, NC: Tramos no concesionados.

Elaboración Propia

3.3.1 Modelo Probit

Como se ha mencionado, para cada observación tratada, se necesita encontrar observaciones de control que tengan *propensity scores* muy similares. Esto se lleva a cabo a través de ciertos algoritmos matemáticos como lo son vecino más cercano, distancia máxima, estratificación y *kernel*. Así, se busca comparar el nivel de accidentalidad promedio en tramos concesionados con el nivel de accidentalidad estimado que dichos tramos tendrían si no hubiesen sido concesionados. Este escenario contrafactual estará conformado por diversos tramos no concesionados pertenecientes a la Red Vial Nacional.

Según la metodología de emparejamiento, el primer paso recae en la estimación de la probabilidad de que un tramo vial sea concesionado, a partir de las características pre-observables que influirían en dicha decisión. Dicha estimación se realizará mediante un modelo *probit* y la elección de las variables incluidas en la especificación se basó en la literatura revisada y en el modelo planteado por Albalade y Bel-Piñana (2016).

En el siguiente cuadro se presentan los resultados estimados mediante el modelo de regresión *probit*. La variable dependiente es la tratada, se define como una *dummy* en el que toma el valor de 1 si la carretera está concesionada y 0 si la carretera no está concesionada y todas las variables que tienen una influencia en la probabilidad de ser asignadas en el grupo de tratamiento como el flujo vehicular ligero, flujo vehicular pesado, la longitud, el número de habitantes, los centros de salud por 10,000 habitantes, los centros educativos por 10,000 habitantes, el ingreso mensual promedio de los hogares, la variable *dummy* de región sierra y el porcentaje de hogares con electricidad son incluidas en el modelo de regresión *probit*.

Cuadro 15. Modelo probit para la estimación de la probabilidad de concesión (2011-2019)

Variables	Prob. Concesión
Constante	-1.73***
	(0.2816685)
Flujo vehicular ligero	0.000000546***
	(0.000000171)
Flujo vehicular pesado	0.00000118***
	(0.000000195)
Longitud	0.0151422***
	(0.0036557)
Número de habitantes	-0.00000169
	(0.00000228)
Centros de salud por 10,000 habitantes	0.0797333***
	(0.0192933)
Centros educativos por 10,000 habitantes	0.0013547
	(0.003971)
Ingreso mensual promedio de los hogares	0.0001679
	(0.0001083)
<i>Dummy</i> región sierra	0.0323794
	(0.1425458)
% de hogares con electricidad	0.1889079***
	(0.0570869)
Nota: Errores estándar entre paréntesis.	
Niveles de significancia: ***p<0.01, ** p<0.05, * p<0.10	
<i>Capacidad predicción modelo probit: 70.68%</i>	

Fuente y Elaboración propia.

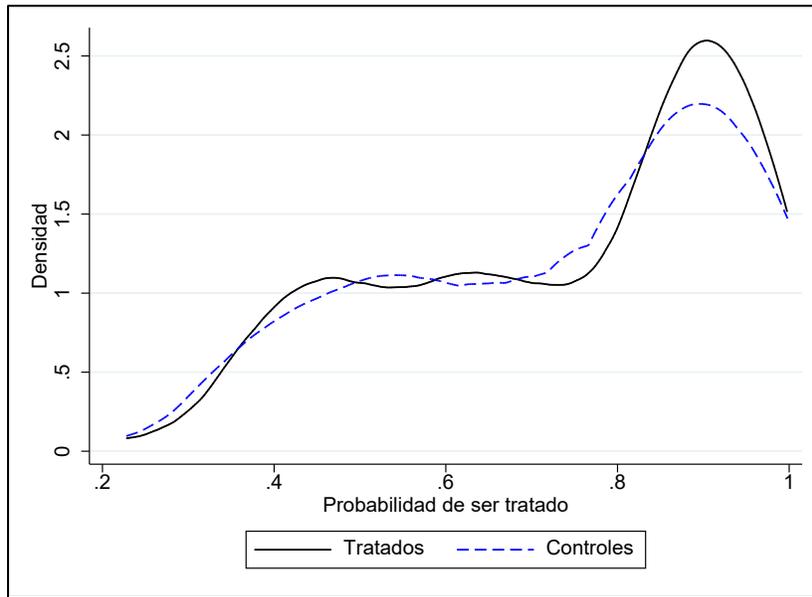
En el cuadro anterior se muestran los resultados de una regresión lineal *probit*. La variable dependiente es la tratada, que se define como una *dummy* en el que toma el valor de 1 si la carretera está concesionada y 0 si la carretera no está concesionada y todas las variables que tienen una influencia en la probabilidad de ser asignadas en el grupo de tratamiento como el flujo vehicular ligero, flujo vehicular pesado, la longitud, el número de habitantes, los centros de salud por 10,000 habitantes, los centros educativos por 10,000 habitantes, el ingreso mensual promedio de los hogares, la variable *dummy* de región sierra y el porcentaje de hogares con electricidad fueron incluidas en el modelo de regresión *probit*.

El modelo *probit* estimado, nos muestra que las variables como el flujo vehicular ligero y pesado, la longitud de los tramos viales, los centros de salud por 10,000 habitantes y el porcentaje de hogares con electricidad son altamente significativas. Además de esto, el modelo nos proporcionó una capacidad predictiva del 70.68%.

3.3.2 Propensity Score Matching

La estimación del *propensity score* se hizo con soporte común. Para ello, se utilizó el criterio del mínimo y máximo, el cual elimina las observaciones con un *propensity score* inferior al mínimo y mayor al máximo del otro grupo. Después de esto, procedimos a realizar el emparejamiento para evaluar la diferencia entre el nivel de accidentalidad promedio registrado en los tramos concesionados y el nivel de accidentalidad promedio en los tramos de control.

Gráfico 11. Distribución del propensity score con soporte común (2011-2019)



Fuente y Elaboración propia.

El efecto promedio de la concesión (ATT) en el grupo de tratamiento fue estimado utilizando los algoritmos de emparejamiento siguientes: Nearest-Neighbor matching, Radius matching (Caliper 0.05) y el Kernel matching. En los siguientes cuadros se presenta el impacto estimado de la concesión en el nivel de accidentalidad, en el número de heridos, en el número de fallecidos, en los sobrepagos y sobrecostos.

Cuadro 16. Impacto estimado de la concesión en el nivel de accidentalidad (2011-2019)

Método de emparejamiento	ATT
Vecino más cercano	-17.1759259 *
	(9.9227358)
2 Vecinos más cercanos	-10.4212963
	(8.3773628)
Distancia máxima (0.05)	-8.21931801
	(7.5041353)
<i>Kernel</i>	-9.11365867
	(7.5628679)
Nota: Los errores estándar entre paréntesis. Errores estándar simulados por <i>bootstrapping</i> .	
Niveles de significancia: ***p<0.01, ** p<0.05, * p<0.10	

Fuente y Elaboración propia.

Cuadro 17. Impacto estimado de la concesión en el número de heridos (2011-2019)

Método de emparejamiento	ATT
Vecino más cercano	-21.9506173 *
	(13.1400543)
2 Vecinos más cercanos	-9.85185185
	(11.1673008)
Distancia máxima (0.05)	-7.98624331
	(10.3013048)
<i>Kernel</i>	-9.47004276
	(10.3839229)
Nota: Las pruebas t entre paréntesis. Errores estándar simulados por <i>bootstrapping</i> .	
Niveles de significancia: ***p<0.01, ** p<0.05, * p<0.10	

Fuente y Elaboración propia.

Cuadro 18. Impacto estimado de la concesión en el número de fallecidos (2011-2019)

Método de emparejamiento	ATT
Vecino más cercano	-1.78395062 (1.16850905)
2 Vecinos más cercanos	-1.41512346 (1.29384983)
Distancia máxima (0.05)	-1.0510799 (1.14925064)
<i>Kernel</i>	-1.17117911 (1.15830334)
Nota: Los errores estándar entre paréntesis. Errores estándar simulados por <i>bootstrapping</i> .	
Niveles de significancia: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$	

Fuente y Elaboración propia.

Cuadro 19. Impacto estimado de la concesión en los sobreplazos (2011-2019)

Método de emparejamiento	ATT
Vecino más cercano	-0.582428315 *** (0.136011357)
2 Vecinos más cercanos	-0.70780914 *** (0.104595244)
Distancia máxima (0.05)	-0.711692929 *** (0.091280237)
<i>Kernel</i>	-0.699955873 *** (0.09112364)
Nota: Los errores estándar entre paréntesis. Errores estándar simulados por <i>bootstrapping</i> .	
Niveles de significancia: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$	

Fuente y Elaboración propia.

Cuadro 20. Impacto estimado de la concesión en los sobrecostos (2011-2019)

Método de emparejamiento	ATT
Vecino más cercano	-0.161322782 (0.131737686)
2 Vecinos más cercanos	-0.048588786 (0.114830784)
Distancia máxima (0.05)	-0.046113322 (0.118193212)
<i>Kernel</i>	-0.058004517 (0.120520057)
Nota: Los errores estándar entre paréntesis. Errores estándar simulados por <i>bootstrapping</i> .	
Niveles de significancia: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$	

Fuente y Elaboración propia.

Como se puede observar en los cuadros 16 al 18, la diferencia en los tres algoritmos de emparejamiento resultó negativa, esto quiere decir que los tramos concesionados presentan menos accidentes, menor número de heridos y menor número de fallecidos que los tramos no concesionados. Asimismo, los cuadros 19 y 20 también presentan una diferencia negativa en los tres algoritmos de emparejamiento, lo que nos quiere indicar que los tramos concesionados presentan menos sobrecostos y menos sobreplazos que los tramos no concesionados. De esta manera se comprueba la hipótesis principal de este trabajo de investigación, la que afirma que los tramos concesionados presentan menos accidentes, menor número de heridos y fallecidos y menores sobrecostos y sobreplazos que los tramos no concesionados.

3.4. Resultados

La siguiente estimación está basada en las cifras de Seminario (2017), en el que se estimó que el costo de la vida humana en Perú es de S/. 465,784.50 (US\$ 138,007.70).

Esto nos permite cuantificar cuáles fueron las pérdidas que produjeron estos accidentes de tránsito, tanto en términos absolutos como en porcentaje del producto bruto interno. Si multiplicamos el número de muertos por el costo de la vida humana obtenemos un estimado del costo de estos accidentes.

Cuadro 21. Costo por accidentes en las carreteras concesionadas en Perú (2015-2019)

Año	Fallecidos	Costo (millones de soles)	Costo (millones de dólares)	% PBI
2015	432	201.22	59.62	0.042%
2016	464	216.12	64.04	0.043%
2017	431	200.75	59.48	0.039%
2018	511	238.02	70.52	0.044%
2019	543	252.92	74.94	0.046%
Promedio	476	221.81	65.72	0.043%
Acumulado	2381	1109.03	328.60	-

Fuente y Elaboración propia.

Cuadro 22. Costo por accidentes en las carreteras no concesionadas en Perú (2015-2019)

Año	Fallecidos	Costo (millones de soles)	Costo (millones de dólares)	% PBI
2015	1572	732.32	216.98	0.15%
2016	1667	776.62	230.10	0.15%
2017	2007	935.05	277.05	0.18%
2018	1988	925.98	274.36	0.17%
2019	1981	922.72	273.39	0.17%
Promedio	1843	858.54	254.38	0.17%
Acumulado	9216	4292.68	1271.88	-

Fuente y Elaboración propia.

De los cuadros anteriores se concluye que el costo por accidentes en las carreteras concesionadas es mucho menor que el costo por accidentes en las carreteras no concesionadas, siendo que la diferencia entre estos es de US\$ 189 millones de dólares. En otras palabras, si todas las carreteras fueran concesionadas, el Perú se ahorraría US\$ 189 millones anuales por concepto de accidentes de tránsito.

Asimismo, se analizaron los sobrecostos y sobreplazos en las carreteras concesionadas y no concesionadas. Se encontró que los sobrecostos y los sobreplazos son mayores en las carreteras no concesionadas. En el caso de los sobrecostos, estos son fácilmente observables de las fichas de los contratos de concesión y de las obras no concesionadas.

Cuadro 23. Sobrecostos en Perú (en millones de dólares)

Carreteras	Promedio	Monto total
Concesionadas	71%	1,595
No Concesionadas	88%	2,156

Fuente y Elaboración propia.

Cuadro 24. Sobreplazos en Perú

Carreteras	Promedio	Promedio (en meses)
Concesionadas	44%	22
No Concesionadas	72%	28

Fuente y Elaboración propia.

4. Conclusiones

Las concesiones se han convertido en un mecanismo importante en América Latina para atraer financiamiento y gestión privada al sector vial. Las carreteras son una de las áreas de la infraestructura de transporte en las que se ha aplicado ampliamente el concepto de inversiones de largo plazo en la conservación y la administración de carreteras.

En este trabajo se hace un análisis de los modelos concesiones de carreteras en la región y se realizan comparaciones de sobrecostos, sobreplazos, accidentabilidad, flujo vehicular, mantenimiento y renegociaciones de las carreteras concesionadas con énfasis en los casos de Chile, Colombia y Perú.

Respecto al costo por accidentes en las carreteras se tiene que en el lustro (2015-2019) murieron en promedio en el Perú 2,319 personas por accidentes de tránsito en carreteras. Las pérdidas económicas que producen estos accidentes son significativas, pues totalizan en promedio US\$ 320 millones, una cifra equivalente, en promedio, a 0.21% del PBI. Además, se tiene que el costo por accidentes en las carreteras representa el 9% de la inversión total promedio anual en infraestructura vial en el país²⁵.

Asimismo, este trabajo adopta la metodología del *propensity score matching* para estimar el impacto de las APP en el número de accidentes, heridos y fallecidos en las carreteras en Perú. Nuestros resultados indican que, si desagregamos las cifras en carreteras concesionadas y no concesionadas, se tiene que en las carreteras concesionadas el costo por accidentes en el quinquenio (2015 – 2019) es de US\$ 65.72 millones, mientras que en las carreteras no concesionadas el costo por accidentes en el mismo periodo es de US\$ 254.38 millones. Es decir, si todas las carreteras fueran concesionadas, el Perú se ahorraría US\$ 189 millones anualmente en accidentes de tránsito.

De otro lado, al comparar los sobrecostos entre las carreteras concesionadas y no concesionadas²⁶, se obtuvo que el sobrecosto promedio para las carreteras concesionadas es de 71.28%, mientras que para las carreteras no concesionadas es de 88%. Al comparar los montos totales, se tiene que las carreteras concesionadas presentan un sobrecosto de US\$ 1,595 millones, mientras que las carreteras no concesionadas muestran un sobrecosto de US\$ 2,156 millones. Con estos resultados se tiene que el sobrecosto de las carreteras concesionadas es inferior al de carreteras no

²⁵ Según INFRALATAM y el Banco Mundial, la inversión total promedio anual en infraestructura vial en el Perú es USD 3,439 millones aproximadamente. Para ver más detalles entrar a <https://ppi.worldbank.org/en/customquery> y <http://es.infralatam.info/dataviews/252248/transporte/>

²⁶ Las carreteras concesionadas y no concesionadas tienen características técnicas similares. Ver Anexos 5 y 6.

concesionadas en US\$ 561 millones. Con respecto al monto promedio de los sobrecostos, se observa que Colombia tiene el mayor sobrecosto promedio con una cifra de US\$ 135 millones de dólares, seguido por Perú con un sobrecosto promedio de US\$ 133 millones de dólares. Mientras que Chile tiene un sobrecosto promedio de US\$ 102 millones.

Al comparar los sobreplazos entre las carreteras concesionadas y no concesionadas, se observa que el sobreplazo promedio para las carreteras concesionadas es de 44% (22 meses), mientras que para las carreteras no concesionadas el sobreplazo promedio es de 72% (28 meses). Con estos resultados se tiene que el sobreplazo promedio de las carreteras concesionadas es inferior al de carreteras no concesionadas en 6 meses aproximadamente. Al observar el valor promedio de los sobreplazos, se tiene que Perú registra la mayor cifra entre los tres países con un sobreplazo promedio de 22 meses, mientras que Chile y Colombia tienen un sobreplazo promedio de 12.33 y 10.73 meses, respectivamente.

Nuestros resultados muestran que las carreteras bajo esquemas de APP presentan menos accidentes, menor número de heridos y menor número de fallecidos que los tramos no concesionados. Asimismo, presentan menores sobrecostos y sobreplazos. Debido a estos resultados, los gobiernos deberían considerar estrategias de gestión privada para mejorar sus resultados de seguridad vial.

Estos hallazgos podrían extrapolarse para los casos de Chile y Colombia. Es decir, también se esperaría que las carreteras concesionadas de estos dos países, al tener una mejor calidad, presenten menos accidentes, menor número de heridos y menor número de fallecidos que las carreteras no concesionadas. Incluso, también se esperaría que los sobreplazos y sobrecostos sean menores en las carreteras concesionadas que en los tramos no concesionados.

Esta extrapolación se justifica debido a que, Chile, Perú y Colombia se han enfocado en la mitigación del riesgo de tráfico y de accidentes. También cabe señalar que, además de que Chile, Perú y Colombia son países miembros de la Alianza del Pacífico y que estos tres países se encuentran ubicados en los tres primeros puestos según Infrascopio (2019). Sin embargo, queda como ejercicio futuro, realizar la misma estimación para estos países.

Bibliografía

Albalate y Bel-Pinaña (2015). Motorways, tolls and road safety: Evidence from Europe. *Series*, 3, 457-472.

Albalate, D., & Bel-Piñana, P. (2016). ¿Do Public-Private Partnerships promote road safety? In *XXIII Encuentro de Economía Pública*, 62.

Albalate y Bel-Piñana (2019). The effects of public private partnerships on road safety outcomes. *Accident Analysis and Prevention* 128, 53-64.

Albornoz (2019). Diagnóstico de las concesiones de carreteras urbanas en Chile – 2019.

Alves P., E. Lucas, R. Pereira (2020). The causal effect of road concessions on road safety. <https://osf.io/preprints/socarxiv/rqew3/>

Anastasopoulos, Haddock y Peeta (2014). Cost Overrun in Public-Private Partnerships: Toward Sustainable Highway Maintenance and Rehabilitation.

Andres, L., Foster, V., & Guasch, J. L. (2006). The impact of privatization on the performance of the infrastructure sector: the case of electricity distribution in Latin American countries.

Banco Mundial (2014). Asociaciones Público Privadas- Guía de referencia. Versión 2.0.

BID (2020). De estructuras a servicios: el camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe / editado por Eduardo Cavallo, Andrew Powell, Tomás Serebrisky.

Bitran, E., Nieto-Parra, S., Robledo, J. (2010). Opening the black box of contract renegotiations: An analysis of road concessions in Chile, Colombia and Peru. OECD Development Centre. Working paper N° 317.

Bhargava A., Panagiotis Ch. A. Samuel Labi, Kumares C. Sinha, and Fred L. Mannering, (2010). Three-Stage Least-Squares Analysis of Time and Cost Overruns in Construction Contracts. *Journal of Construction Engineering and Management*. Volume 136 Issue 11. November.

Bordat, McCullouch, Labi y Sinha (2004). An Analysis of Cost Overruns and Time Delays of INDOT Projects.

CAF (2015). ASOCIACIÓN PÚBLICO-PRIVADA EN AMÉRICA LATINA: Aprendiendo de la experiencia.

CEPAL (2002). Highway Concessions: An Evaluation Methodology - FAL Bulletin Issue No. 195, November 2002, CEPAL.

CEPAL (2015). Latin America and the Caribbean maintains a high traffic accident mortality rate. Press Release, 11 November. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. <https://www.cepal.org/en/comunicados/america-latina-caribe-mantiene-alta-tasa-mortalidad-siniestros-transito>.

Condori Kelly (2019). Asociación Público Privada en carreteras de peaje en Latinoamérica: Análisis y estudio de casos prácticos en Colombia, Chile y Perú. Julio. Proyecto Fin de Master. Universidad Politécnica de Madrid.

Diez-Roux E, Taddia A, De la Peña Mendoza S, Deza de la Vega C (2012). Closing the gap: reducing road traffic deaths in Latin America and the Caribbean—action Plan 2010–2015. Inter-American Development Bank, Washington, DC

Engel, Fischer y Galetovic (1996). Licitación de Carreteras en Chile, en *Estudios Públicos*, 61, Santiago, Chile: Centro de Estudios Públicos, verano (1996).

Engel, E., R. Fischer y A. Galetovic (1997). Licitación de Carreteras en Chile (respuesta a Michael Klein y Jean Tirole), en *Estudios Públicos*, 67, Santiago, Chile: Centro de Estudios Públicos, otoño (1997).

Engel, E., R. Fischer y A. Galetovic (1997b), "¿Cómo licitar una concesión vial urbana?", en *Estudios Públicos*, 67, Santiago, Chile: Centro de Estudios Públicos, invierno, pp. 177-214.

Fischer Ronald (2011). The Promise and Peril of Public Private Partnerships, Lessons from the Chilean Experience. International Growth Centre. Working paper, June (2011).

Gertler, P. J., Martinez, S., & Premand, P. (2011). Impact evaluation in practice. World Bank.

Grimsey y Lewis (2004). Public Private Partnerships for Transportation Infrastructure Delivery. Open Journal of Social Sciences, Vol.3 No.5, May 7, 2015.

Hart (2003). Incomplete Contracts and Public Ownership: Remarks, and an Application to Public-Private Partnerships. The Economic Journal, March 2003. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00119>

Hinojosa S. (2015). Financiamiento de infraestructura pública con Mercado de capitales en América Latina. PIAPPEM. BID.

INEI (2019). Censo Nacional de Comisarías, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Iossa (2015). Contract and Procurement Design for PPPs in Highways: The Road Ahead.

Jaffe, E. (2015). "America's Infrastructure Crisis Is Really a Maintenance Crisis." *CityLab*, Bloomberg Media, 12 de febrero. Disponible en <http://www.citylab.com/cityfixer/2015/02/americas-infrastructure-crisis-isreally-a-maintenance-crisis/385452/>.

MTC (2018). “Resumen ejecutivo del informe elaborado por el Grupo de Trabajo para analizar los problemas y vacíos en la gestión y normativa de seguridad y fiscalización vial del sector”. Disponible en: <http://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/ejecutivo.pdf>

O'Kinneide, D., Murphy, J. C., & Ryan, T. (2004). Interurban accident rates by road type and geometric elements. In *Proceedings of the European Transport Conference (etc) 2004 held 4-6 october 2004, Strasbourg, France*.

OMS (2015). Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Organización Mundial de la Salud. Octubre.

Pastor, C. 2019. *El mantenimiento como herramienta para conseguir infraestructura de alta calidad y durabilidad*. Washington, DC: Inter-American Development Bank.

Pérez, M., and A. Pereyra. 2019. “Contratación de los contratos por niveles de servicio: ¿qué hemos aprendido?” Inter-American Development Bank, Washington, DC. Unpublished.

Pérez, M., A. Pereyra y G. Sanroman. 2020. “Contratos por Niveles de Servicio: ¿Mayor Asignación Presupuestal o Mayor Eficiencia?” Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo. Publicación pendiente.

Perry (2018). Un caso de éxito: El nuevo programa de concesiones de carreteras en Colombia y la financiera de desarrollo nacional. Mayo. <https://focoeconomico.org/2018/05/08/un-caso-de-exito-el-nuevo-programa-de-concesiones-de-carreteras-en-colombia-y-la-financiera-de-desarrollo-nacional/>

Rangel, Vassallo y Arenas (2013). Analysis of road safety incentives in highway concessions in Spain - Securitas Vialis DOI 10.1007/s12615 013-9071-6.

Rivero J. (2004). Estudio de los proyectos de concesión vial en Colombia. Universidad de los Andes. Julio, 2004.

Seminario Bruno (2017). ESTIMACIÓN DEL COSTO SOCIAL POR FALLECIMIENTO PREMATURO. Estudio realizado por encargo de la Dirección General de Inversión Pública del Ministerio de Economía y Finanzas. Lima, 11 de agosto.

Tirole, J. (1997), “Comentario a la propuesta de Engel, Fischer y Galetovic sobre licitación de carreteras”, en *Estudios Públicos*, 65, Santiago, Chile: Centro de Estudios Públicos, verano, pp. 201-214.

Vasallo, J., Rangel, T., Pérez de Villar, P., & Arenas, B. (2009). Do PPP contracts improve road safety. *research paper, European Investment Bank University Research Sponsorship Programme, European Investment Bank and Universidad Politecnica de Madrid, Madrid*.

Yescombe (2007). Public-Private Partnerships, Principles of Policy and Finance. First Edition. 20th March 2007.

Anexo 1: Aspectos administrativos para llevar a cabo una APP y OPT

En líneas generales, en cuanto a los aspectos administrativos para llevar a cabo una Asociación Público Privada, se debe seguir las siguientes fases de desarrollo:

- i. **Planeamiento y Programación.** Comprende la selección de los proyectos de infraestructura y/o servicios públicos que pueden ser financiados con inversión privada. La culminación de este proceso se da con la aprobación del Informe Multianual de Inversiones en APP.
- ii. **Formulación.** Esta etapa busca verificar si el proyecto es rentable y viable socialmente, independientemente de que se financie con inversión pública o con inversión privada. La formulación abarca fases como diagnóstico, estimación de demanda, elaboración del perfil del proyecto y evaluación. Esta etapa concluye con la verificación de viabilidad por parte del Estado.
- iii. **Estructuración.** En esta fase se diseña el proyecto como APP. Este debe ofrecerle rentabilidad al inversionista a largo plazo y, a la vez, ser viable desde el punto de vista del usuario. Esta etapa fija las obligaciones de inversión, operación y mantenimiento y los mecanismos de retribución al socio privado.
- iv. **Transacción.** Comprende la promoción del proyecto entre potenciales inversionistas, el concurso y la adjudicación de la APP.
- v. **Ejecución contractual.** Abarca el plazo de vigencia de la APP. En esta etapa es muy importante que el Estado cumpla con sus obligaciones contractuales (expropiaciones, liberación de interferencias, emisión de licencias y permisos).

De otro lado, los aspectos administrativos para llevarse a cabo una Obra Pública Tradicional (OPT), en general, siguen las siguientes fases de desarrollo:

- i. **Idea.** En esta etapa se encuentran las fases de perfil y factibilidad. En la fase de perfil se identifica el problema a solucionar y las causas, los objetivos del proyecto y las alternativas de solución. En la fase de factibilidad se establecen definitivamente los aspectos técnicos fundamentales de la alternativa seleccionada, tales como la localización, el tamaño, la tecnología, el calendario

de ejecución, puesta en marcha y lanzamiento, organización, gestión y análisis financieros. En este caso se requieren estudios de mayor profundidad e información primaria, con la finalidad reducir los riesgos para la decisión de inversión.

- ii. **Formulación.** Comprende la formulación del proyecto, de aquellas propuestas de inversión necesarias para alcanzar las metas establecidas en la programación multianual de inversiones, y la evaluación respectiva sobre la pertinencia del planteamiento técnico del proyecto de inversión considerando los estándares de calidad y niveles de servicio aprobados por el Sector, el análisis de su rentabilidad social, así como las condiciones necesarias para su sostenibilidad.
- iii. **Ejecución.** Comprende la elaboración del expediente técnico o documento equivalente y la ejecución física de las inversiones. Asimismo, se desarrollan labores de seguimiento físico y financiero a través del Sistema de Seguimiento de Inversiones.
- iv. **Funcionamiento.** Comprende la operación y mantenimiento de los activos generados con la ejecución de la inversión y la provisión de los servicios implementados con dicha inversión. En esta fase las inversiones pueden ser objeto de evaluaciones ex post con el fin de obtener lecciones aprendidas que permitan mejoras en futuras inversiones, así como la rendición de cuentas.

Anexo 2: Modelos APP en la Región

América Latina se ha caracterizado por una gran divergencia entre los marcos normativos que han guiado el desarrollo de proyectos de infraestructura en cada país. Hay países que cuentan con un marco regulatorio y legislativo claro en el ámbito de la participación del sector privado en la construcción y explotación de infraestructuras, sin embargo, hay otros que aún no encuentran una clara legislación vigente en la materia.

Según el Infrascopio 2019, los países de América Latina y el Caribe tienen un fuerte desempeño en el área de Regulaciones, y las APP se aceptan casi universalmente como una herramienta de contratación, adopción generalizada de planes nacionales de infraestructura y mejoras en los indicadores de sostenibilidad.

El marco regulatorio en diecisiete de los veintiún países en el Infrascopio 2019 califica como “desarrollado”, lo que demuestra las mejoras en la región durante la última década. Al mismo tiempo, la mayoría de los países de la región han adoptado planes nacionales de infraestructura que pueden servir como plataforma para un desarrollo de APP mejor coordinado. A excepción de siete países, la región ha emitido planes nacionales de infraestructura que priorizan sectores y proyectos, y guían las inversiones a largo plazo. Varios países han implementado procesos de planificación de infraestructura que abarcan varias décadas.

Según la CAF, en el primer grupo están la mayoría de los grandes países con tradición en el desarrollo de APP para la ejecución de grandes infraestructuras en sus territorios. Estos países cuentan tanto con leyes generales sobre contratación de obras, como con legislación específica en materia de APP, desarrollada, fundamentalmente, a mediados de la década de los noventa. Estas leyes han sido empleadas como marco jurídico adecuado para la ejecución de grandes proyectos concesionales.

Así, desde que se dictó en Chile el Decreto Ley DFL 164, “Ley Base”, en 1991, que estableció la primera normativa sobre APP, hasta que se estableció la Ley de Concesiones de Obras Públicas (DS MOP N°900 de 1996) en el país, la legislación para el desarrollo de APP se ha caracterizado por una constante evolución. Si bien el marco legislativo chileno ha sido uno de los más exitosos y de los mejores de toda América Latina, recientemente se han introducido ciertas mejoras y reformas a la ley de 1996, destinadas a eliminar las posibles trabas al financiamiento de proyectos y modificar algunas leyes tributarias. En 2010 se ha aprobado una nueva Ley N° 20410 que modifica a la anterior, regulando las compensaciones al concesionario y acotando las disposiciones que permitían discrecionalidad al Ministerio de Obras Públicas.

Según el Infrascopio 2019, el marco regulatorio de Chile fue clasificado como el segundo mejor en la región y demostró una leve mejora desde 2017. Chile aprobó la reciente legislación en 2017 que reemplazó el organismo anterior de concesiones (creado en 1996) por la nueva Dirección General de Obras Públicas (DGOP). La junta directiva de la DGOP fue seleccionada a través de un proceso competitivo y ya ha emitido directrices que facilitan las propuestas de APP no solicitadas del sector privado.

Brasil dispone de una serie de leyes concebidas para poder desarrollar proyectos bajo la modalidad de APP. La primera ley de 1995 se limitaba a regular concesiones financiadas únicamente a través de las tarifas de los usuarios. Fue a través de la Ley 11079, aprobada en 2004, con la que se abrieron las puertas a la financiación con aportaciones públicas como vía para hacer posibles determinados proyectos.

Argentina cuenta con una legislación sobre la concesión de obra pública que data de 1967, que se ha ido modificando y adaptando a lo largo de los años. Este país aprobó dos regulaciones distintas para promover la participación privada en infraestructura en la década del 2000 (Decreto 1299/2000 en 2000 y Decreto 967 en 2005), pero el Gobierno no recurrió a ninguna de estas regulaciones. La Administración actual ha mostrado interés en las APP y aprobó una nueva ley (Ley 27328) en noviembre de 2016 para crear un nuevo marco de APP. La ley es amplia y permite una flexibilidad significativa en los parámetros de cada contrato de APP. La mayoría de los observadores han interpretado esto como un intento de asegurar la aprobación en una legislatura donde el Gobierno representa la minoría y de aumentar las posibilidades de atraer el interés del sector privado. La Ley 27328 creó una unidad de APP (la Subsecretaría de Participación Público-Privada) encargada del desarrollo, la promoción y la implementación de APP. Sin embargo, la unidad ha experimentado varias reorganizaciones, cambios de personal y reubicación dentro del gabinete desde su creación, lo que puede haber debilitado su capacidad para realizar sus funciones con eficacia (Infrascopio 2019).

Desde el 2010 varios países han revisado su marco normativo. Algunos de ellos, como Perú, República Dominicana o México, disponen desde los años noventa de una legislación general en materia de contratación pública que se ha aplicado al sector de las infraestructuras y, en algunos casos, concretamente al sector concesional.

Las nuevas legislaciones vigentes de México, Perú y Colombia se enfocan en afinar la definición y alcance de las APPs, proveen nuevas herramientas para su implementación y corrigen defectos del marco existente (Vassallo, 2015).

Según CAF, antes del año 2012, Colombia no contaba con una normativa específica que regulara el contrato de APP de obras públicas, sino que dicha figura se aplicaba en un marco integrado por el

Estatuto de la Contratación Pública (Ley 80 de 1993), la Ley de Transporte (Ley 105 de 1993) y la Ley de Endeudamiento (Ley 185 de 1995). Como consecuencia, existía una gran falta de definición en muchos puntos fundamentales de los contratos de APP, lo que originó que, a lo largo de los años, las distintas generaciones de concesiones viales otorgadas en ese país se caracterizaran por numerosas renegociaciones, retrasos, grandes pagos por garantías de tráfico y sobrecostos de construcción. Ante esta realidad, la nueva ley de APP de Colombia de 2012 mejoró los términos generales de este tipo de contratos, estandarizando los procesos de APP y estableciendo unos criterios de adjudicación más objetivos, a la vez que limitaba las posibilidades de renegociación.

El modelo de APP ha ido adoptando, en la mayoría de países de Latinoamérica, una serie de pautas vinculadas a materias específicas que resultan claves para el desarrollo de este tipo de contratos, tales como los plazos de duración o los criterios de supervisión y control de su cumplimiento.

Por un lado, la mayoría de las normativas de APP establecen un plazo máximo de los contratos. En Chile, con la Ley DS MOP N°900 de 1996, se estableció un plazo máximo de 50 años, aunque la mayoría de las concesiones se han adjudicado con plazos entre 20 y 30 años. En México, las APP se licitan con un plazo máximo legal de 30 años. Aun así, las primeras concesiones de carreteras se otorgaron por menos de 12 años. Por su parte la ley de Brasil establece un plazo máximo de 35 años, pero los contratos de APP se han firmado para periodos de entre 20 y 30 años, dependiendo del momento en el que se licitó el proyecto y de si el concedente era una administración federal o estatal. En Colombia, la nueva legislación establece que los proyectos de APP no tendrán una duración superior a 30 años, mientras que en Perú se permiten legalmente plazos de 60 años, aunque normalmente se licitan los contratos con plazos inferiores. Por ejemplo, el plazo promedio de concesiones de carreteras en Perú es de 23 años aproximadamente. Panamá fija en su ley un plazo máximo de 50 años. En Argentina, por su parte, los proyectos con mayor inversión se han adjudicado con plazos superiores a más de 20 años. En cambio, los contratos de APP de mantenimiento se han adjudicado por periodos de entre 5 y 12 años.

Anexo 3: APP en carreteras en algunos países de América Latina

México. A partir de 1990, en México se aceleró la construcción de infraestructura carretera. La realización de esas tareas se llevó a cabo mediante el otorgamiento de aproximadamente medio centenar de concesiones otorgadas por el gobierno para la construcción, operación, explotación y conservación del sistema carretero en el territorio nacional. El primer antecedente relacionado con la participación activa del sector privado en proyectos de inversión de largo plazo viene dado por los llamados Proyectos de Inversión de Infraestructura Productiva con Registro Diferido en el Gasto Público, mejor conocidos como PIDIREGAS en 1995. Desde el inicio de la década de los noventa se impulsó un extenso programa de concesión de carreteras, el cual consistió en 52 concesiones que representaban alrededor de 5 mil kilómetros de nuevas carreteras de altas especificaciones. La inversión requerida se estimaba en 13 mil millones de dólares, los cuales provenían en un 50% de préstamos bancarios, 20% de subsidios públicos y 30% de la empresa concesionaria.

Estos esquemas de concesión presentaron diversos problemas de estructuración financiera, los cuales se agudizaron con la crisis económica de 1994. Esto tuvo como consecuencia que los concesionarios se enfrentaran con problemas para cumplir con sus obligaciones financieras y realizar tareas de mantenimiento mayor, por lo que se inició un programa de rescate de 23 concesiones.

Es así que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y Banobras diseñaron un nuevo esquema de concesionamiento carretero, incorporando elementos que solucionan fallas del esquema anterior. Toma en cuenta que no todos los proyectos carreteros son financieramente rentables, por lo que establece la posibilidad de mezclar recursos públicos y privados de acuerdo a cada caso particular. Se basa en un proceso de licitación pública y en el cobro de peajes con tarifas máximas establecidas por la SCT. Los plazos máximos de concesión eran de hasta 30 años.

Luego el gobierno mexicano desarrolló una nueva modalidad de participación privada para la contratación de servicios públicos, la cual denominó “Proyectos para Prestación de Servicios (PPS)”.

El modelo de PPS consistió en la celebración de un contrato de largo plazo con el sector privado para brindar servicios de apoyo al sector público para la provisión de un servicio o el cumplimiento de una función pública, en donde el inversionista diseña, construye, opera y financia la infraestructura necesaria para la provisión del servicio. A cambio, la empresa privada recibe una contraprestación que se paga una vez iniciada la provisión de servicios con base en criterios de calidad y desempeño.

Argentina. La posibilidad de la inversión en obra pública por parte de la iniciativa privada aparece con la sanción de la Ley 17520 de Concesiones de Obras Públicas, conocida como “ley de peaje”, aprobada el 7 de noviembre de 1967. La ley de peaje establecía que la concesión era aplicable solo a obras nuevas, y la modalidad de la concesión podría ser de tres formas: a título oneroso, imponiendo al concesionario una contribución determinada en dinero o una participación sobre sus beneficios a favor del Estado; gratuita; o bien, subvencionada por el Estado, con una entrega inicial durante la construcción o con entregas en el período de la explotación reintegrables o no al Estado.

Posteriormente, el 23 de agosto de 1989 fue sancionada la Ley 23696 de Reforma del Estado, que hace referencia a las concesiones de obra pública en el Capítulo VIII DE LAS CONCESIONES modificando la Ley 17520 en el siguiente sentido: amplía el espectro a obras públicas existentes, aclara que no se considera subvencionada la concesión por el solo hecho de otorgarse una obra existente y modifica el texto referido a las contrataciones con sociedades privadas o mixtas sobre la presentación de iniciativas privadas y el proceso de selección de ofertas.

Además de las dos leyes mencionadas líneas arriba, Ley 17520 y 23696, que permiten y regulan la concesión de obra pública nueva o existente al capital privado, particularmente en la concesión de rutas nacionales efectivizadas en un primer período 1990-2003, proseguidas luego entre 2003-2010 y en el vigente tercer período a partir del año 2010, se han dictado diversas Resoluciones y Decretos, como así también, sancionado algunas Leyes, que forman parte del marco regulatorio aplicado a las concesiones viales.

Brasil. Las concesiones viales en Brasil estarán sujetas a nuevas reglas para proporcionar mayor seguridad jurídica y alentar la participación de más actores del sector privado. En las próximas licitaciones, el gobierno introducirá un modelo híbrido, que favorecerá las propuestas que consisten en un mayor valor de subvención y peajes más bajos, según el regulador de transporte terrestre ANTT (Agencia Nacional de Transportes Terrestres). Las subastas se realizarán en dos etapas.

Primero, se evaluará el descuento de peaje ofrecido por el concesionario, con un límite de 12% permitido. Si ningún postor alcanza este nivel, el que ofrece la tarifa más baja gana.

En la segunda etapa, las propuestas de subvención dentro de un rango de valores del 10% competirán en una subasta abierta en la bolsa local.

En concesiones viales anteriores, la mayoría de ellas se decidieron en base a las tarifas de peaje más bajas ofrecidas y ahora muchos concesionarios enfrentan problemas económicos, y un número significativo de ellos devuelve sus concesiones, ya que no han podido cumplir con las obligaciones de inversión descritas en el contrato original, debido a la presión sobre los ingresos. Además, para

evitar la escasez de efectivo por parte de los operadores viales, el gobierno permitirá que el desembolso de las inversiones se realice gradualmente durante la duración de los contratos. Anteriormente, la mayoría de las inversiones estipuladas tenían que hacerse durante los primeros años de los contratos.

Uruguay. En Uruguay se ha desarrollado un moderado programa de concesiones de construcción, operación y transferencia (BOT) en el sector vial en los años noventa, que a comienzos de siglo estaba agotado (Pereyra, 2010). En 2002 se diseñó un mecanismo original para enfrentar los problemas de financiamiento y estabilidad del gasto en mantenimiento, por el cual se dio en concesión gran parte de la red primaria de carreteras a un concesionario público mediante un contrato basado en el valor presente de los egresos. Además, se aprobó una ley que autorizaba la venta de las acciones del concesionario. Este mecanismo, que constituye una privatización en dos etapas (en la primera se asigna la concesión al concesionario público y en la segunda se venden sus acciones mediante subasta), minimiza los reclamos en la etapa de contratación (la venta de acciones en subasta no admite reclamos sobre las condiciones formales de los pliegos, etc.) y evita la oposición a la privatización de una concesión que ya existe y ha sido aceptada.

Anexo 4: Lista de carreteras concesionadas: Chile, Colombia y Perú

Carreteras Concesionadas Perú

Carretera Concesionada	Nombre Concesionaria	Fecha de concesión
Enpalme 1B - Buenos Aires - Canchaque	Concesionaria Canchaque S.A	09/02/2007
IIRSA Norte: Paita - Yurimaguas	IIRSA Norte S.A	17/06/2005
Nuevo Mocupe - Cayaltí - Oyotún	Concesión Valle del Zaña S.A	30/04/2009
Autopista el Sol: Tramo vial: Trujillo Sullana	Concesionaria Vial del Sol S.A	25/08/2009
Longitudinal de la Sierra - Tramo 2	Concesionaria Vial Sierra Norte S.A	28/05/2014
Red Vial N° 4	Sociedad Concesionaria Autopista del Norte S.A.C	18/02/2009
Red Vial N° 5	Norvial S.A	15/01/2003
Óvalo Chancay / Dv. Variante Pasamayo - Huaral - Acos	Consortio Concesión Chancay -Acos S.A	20/02/2009
IIRSA Centro - Tramo2	Desarrollo Vial de los Andes S.A.C	27/09/2010
Red Vial N°6	Concesionaria Vial del Perú S.A	01/09/2005
IIRSA Sur - Tramo 1	Concsión Survial S.A	23/10/2007
IIRSA Sur - Tramo 2	Concesionaria Interoceánica Tramo 2 S.A	04/08/2005
IIRSA Sur - Tramo 3	Concesionaria Interoceánica Sur Tramo 3 S.A	04/08/2005
IIRSA Sur - Tramo 4	INTERSUR Concesiones S.A	04/08/2005
IIRSA Sur - Tramo 5	Concesionaria Vial del Sur S.A	24/10/2007
Tramo Vial: Dv. Quilca - Dv. Arequipa -Dv. Matarani - Dv. Moquegua - Dv. Ilo-Tacna-La Concordia	Sociedad Concesionaria Peruana de Vías S.A	30/01/2013

Carreteras Concesionadas Chile

Carretera Concesionada	Nombre Concesionaria	Fecha de Concesión
Concesión Variante Melipilla	Sociedad Concesionaria Melipilla S.A	17/08/2001
Concesión Ruta Interportuaria Talcahuano-Penco	Sociedad Concesionaria Autopista Interportuaria S.A.	31/01/2002
Concesión Ruta 57 Santiago - Colina - Los Andes	Los Libertadores S.A.	19/12/1996
Concesión Ruta 5 Tramo Vallenar - Caldera	Sociedad Concesionaria Valles del Desierto S. A.	08/01/2009
Concesión Ruta 5 Tramo Temuco - Río Bueno	Ruta de los Ríos S.A.	14/08/1997
Concesión Ruta 5 Tramo Talca - Chillán	Ruta del Maule S.A.	12/01/1996
Concesión Ruta 5 Tramo Santiago-Talca y Acceso Sur a Santiago	Ruta del Maipo Sociedad Concesionaria S.A.	30/06/1998
Concesión Ruta 5 Tramo Santiago - Los Vilos	Autopista del Aconcagua S.A	14/10/1996
Concesión Ruta 5 Tramo Río Bueno - Puerto Montt	Los Lagos S.A	14/11/1997
Concesión Ruta 5 Tramo Puerto Montt - Pargua	Ruta del Canal S.A	25/11/2009
Concesión Ruta 5 Tramo Los Vilos - La Serena	Concesionaria del Elqui S.A	20/02/1997
Concesión Ruta 5 Tramo La Serena - Vallenar	Ruta del Algarrobo S.A	26/01/2012
Concesión Ruta 5 Tramo Collipulli-Temuco	Ruta de la Araucanía	05/12/1997
Concesión Ruta 5 Tramo Chillán - Collipulli	Ruta del Bosque Sociedad Concesionaria S.A.	30/06/1997
Concesión Ruta 160 Tramo Tres Pinos - Acceso Norte a Coronel	Sociedad Concesionaria Autopista Costa Arauco S.A	26/06/2008
Concesión Red Vial Litoral Central	Litoral Central S.A.	18/08/2000
Concesión Mejoramiento y Conservación de la Ruta 43 de la Región de Coquimbo	Sociedad Concesionaria Ruta del Limari S.A.	06/03/2013
Concesión Interconexión Vial Santiago-Valparaíso-Viña del Mar, Ruta 68	Rutas del Pacífico S.A.	29/05/1998
Concesión Camino Internacional Ruta 60 CH	Autopista Los Andes S.A.	22/10/2001
Concesión Autopista Santiago - San Antonio, Ruta 78	Autopista del Sol S.A.	16/06/1995
Concesión Autopista de la Región de Antofagasta	Sociedad Concesionaria Autopistas de Antofagasta S.A. (SCAA).	15/02/2010
Concesión Autopista Concepción-Cabrero	Valles del Bio-Bio S.A	07/06/2011
Concesión Alternativas de Acceso a Iquique	Sociedad Concesionaria Rutas del Desierto S.A	06/06/2011
Concesión Acceso Norte a Concepción	Sociedad Concesionaria Autopista del Itata S.A	06/02/1995
Concesión Variante Vespucio El Salto-Kennedy	Sociedad Concesionaria Túnel San Cristóbal S.A.	26/11/2004
Concesión Sistema Oriente - Poniente (Costanera Norte)	Sociedad Concesionaria Costanera Norte S.A.	24/02/2000
Concesión Sistema Norte - Sur (Autopista Central)	Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A	14/09/2000
Concesión Sistema Américo Vespucio Sur, Ruta 78-Av.Grecia	Sociedad Concesionaria Autopista Nueva Vespucio Sur S.A.	20/08/2001
Concesión Sistema Américo Vespucio Norponiente, Av.El Salto-Ruta 78	Sociedad Concesionaria Vespucio Norte Express S.A	05/03/2002
Concesión Acceso Nororiente a Santiago	Sociedad Concesionaria Autopista Nororiente S. A.	30/10/2003

Carreteras Concesionadas Colombia

Carretera Concesionada	Nombre Concesionaria	Fecha de Concesión
Bogotá - Siberia - La Punta - El Vino - Villeta	Concesión Sabana De Occidente S.A.	02/08/1994
Sta Marta - Riohacha - Paraguachón	Concesión Santa Marta Paraguachon	02/08/1994
Bogota - Villavicencio	Concesionaria Vial De Los Andes S.A.S	02/08/1994
Cartagena Barranquilla	Consortio Vía Al Mar	24/08/1994
Fontibon Facatativá Los Alpes	Concesiones Ccfc S.A.	30/06/1995
Desarrollo Vial del Oriente de Medellín - DEVIMED	Devimed S.A.	23/05/1996
Armenia - Pereira - Manizales	Autopistas Del Café S.A	21/04/1997
Briceño -Tunja - Sogamoso	Css Constructores S.A	15/07/2002
Pereira La Victoria	Concesionaria De Occidente S.A.	02/08/2004
Cordoba - Sucre	Autopistas De La Sabana S.A.	06/03/2007
Area Metropolitana de Cúcuta	Concesionaria San Simón S.A.	02/08/2007
Ruta Caribe	Autopistas Del Sol S.A.	22/08/2007
Girardot - Ibague - Cajamarca	Concesionaria San Rafael S.A.	13/08/2007
Ruta del Sol sector - 1	Consortio Vial Helios	14/01/2010
Ruta del Sol sector - 3	Concesionaria Yuma S.A.	04/08/2010
Transversal de las Américas - 1	Consortio Vías De Las Américas S.A.	06/08/2010
Autopista Conexión Pacifico 2	Concesión La Pintada S.A.S	11/09/2014
Girardot - Honda - Puerto Salgar	Concesión Alto Magdalena S.A.S	09/09/2014
Autopista Conexión Pacifico 1: Ancón Sur - Camilo Cé - Bolombolo	Concesionaria Vial Del Pacífico S.A.S - Covipacífico S.A.S	15/09/2014
Cartagena Barranquilla 4G	Concesión Costera - Cartagena Barranquilla S.A.S	10/09/2014
Autopista Conexión Pacifico 3: La Pintada – La Felisa - Irra - Tres Puertas (Conexión Autopistas del Café) y la Felisa - Asia - La Virginia – Variante Tesalia 1	Concesión Pacifico Tres S.A.S	10/09/2014
Perimetral Oriente de Cundinamarca	Perimetral Oriental De Bogota S.A.S	08/09/2014
Autopistas Conexión Norte: Remedios - Zaragoza - Caucasia 1	Autopistas Del Nordeste S.A.S	10/12/2014
Magdalena II	Autopista Río Magdalena S.A.S Grupo Ohl	10/12/2014
Loboguerrero - Mulaló	Concesionaria Nueva Vía Al Mar S.A.S	22/01/2015
Puerta de Hierro - Carreto - Palmar de Varela; Carreto - Cruz del Viso	Sociedad Concesionaria Vial Montes De Maria S.A.S	03/07/2015
Transversal del Sisga	Concesión Del Sisga S.A.S	10/07/2015
Villavicencio -Yopal	Concesionaria Vial Del Oriente S.A.S. - Covioriente S.A.S	23/07/2015
Santana - Mocoa - Neiva	Aliadas Para El Progreso S.A.S	18/08/2015
Santander de Quilichao - Popayan	Nuevo Cauca S.A.S	11/08/2015
Autopistas al Mar 1	Desarrollo Vial Al Mar S.A.S	03/09/2015
Bucaramanga - Barranca - Yondó	Concesionaria Ruta Del Cacao S.A.S.	21/08/2015

Pasto - Rumichaca	Concesionaria Vial Unión Del Sur S.A.S	11/09/2015
Autopistas al Mar 2	Autopistas Uraba Sas	25/11/2015
IP - Girardot - Ibague - Cajamarca	App Gica S.A	12/02/2015
IP- Malla Vial del Meta	Concesión Vial De Los Llanos Sas	05/05/2015
IP - Chirajara - Villavicencio	Concesionaria Vial Andina S.A.S. Coviandina Sas	09/06/2015
IP - Cambao - Manizales	Concesionaria Alternativas Viales S.A.S	07/07/2015
IP - Neiva Espinal	Autovía Neiva Girardot S.A.S	30/10/2015
IP - Antioquia - Bolivar	Concesión Ruta Al Mar Sas Coruma S.A.S	14/10/2015
IP - Vía al Nus	Concesión Vías Del Nus - Vinus S.A.S.	25/01/2016
IP - Accesos Norte	Accesos Norte De Bogotá S.A.S.	10/01/2017
IP - Tercer Carril	Vía 40 Express S.A.S.	18/10/2016
Bucaramanga - Pamplona	Autovía Bucaramanga Pamplona S.A.S.	07/06/2016
Pamplona - Cúcuta	Unión Vial Río Pamplonita S.A.S.	02/06/2017

Anexo 5: Niveles de servicio en los contratos de concesión en Perú

Ítem	Descripción del parámetro	Unidad de medida	Límite admisible
Calzada	Huecos	m2	Máximo 0%
	Fisuras	m2	Máximo 0.5/15%
	Parches	und	Máximo 0%
	Ahuellamientos	mm	Máximo 0%
	Hundimientos	mm	Máximo 0%
	Exudación	m2	Máximo 0.1/5%
	Existencia material suelto	m2	Máximo 0%
	Existencia obstáculos	und	Máximo 0%
Berma	Reducción de ancho de la superficie de rodadura	m2	20%
	Huecos	m2	Máximo 0%
	Fisuras	m2	Máximo 10/25%
	Parches	und	Máximo 0%
	Hundimientos	mm	Máximo 5%
	Exudación	m2	Máximo 20%
	Existencia material suelto	m2	Máximo 5/15%
	Existencia obstáculos	und	Máximo 0%
	Desnivel entre calzada y berma	mm	Máximo 10%
Drenaje	Obstáculo al libre escurrimiento hidráulico alcantarillas	-	No se admitirá
	Obstáculo al libre escurrimiento hidráulico cunetas	-	No se admitirá
	Obst. al libre escurrimiento hidráulico zanjas coronación	-	No se admitirá
	Obstáculo al libre escurrimiento hidráulico sub drenes	-	No se admitirá

	Obstáculo al libre escurrimiento hidráulico pontones	-	No se admitirá
	Fallas Estructurales	-	No se admitirá
Señalización vertical	Decoloración de las placas de las señales	-	
	Visibilidad nocturna insuficiente de las placas de las señales	cd/lux/m2	Rojo-9cd/lux/m2 Verde-7cd/lux/m2 Azul-3cd/lux/m2
	Deterioro mensaje de placas de las señales	und	No se admitirá
	Deterioro de elementos de fijación de placas de señales	und	No se admitirá
	Deterioro del soporte de las señales	und	No se admitirá
	Deterioro postes kilométricos	und	No se admitirá
Señalización horizontal	Geometría incorrecta de señalización horizontal	-	No se admitirá
	Visibilidad nocturna insuficiente de la señalización horizontal	cd/lux/m2	-
	Exceso de desgaste de la señalización horizontal	-	20%
	Deterioro de tachas reflectivas	-	No se admitirá
Encarrilamiento y Defensa	Deterioro o defectos en las defensas metálicas	und	No se admitirá
	Deterioro o defectos en los delineadores de curva	und	No se admitirá
Derecho de vía	Exceso de altura de vegetación	cm	No se admitirá
	Obstáculos	und	No se admitirá
	Erosiones y sedimentos	m2	No se admitirá
	Residuos	-	No se admitirá
	Propaganda	und	No se admitirá

Fuente: OSITRAN.
Elaboración propia

Anexo 6: Exigencias de seguridad vial para las carreteras no concesionadas en Perú

Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, las carreteras construidas deben tener las siguientes características para reducir el número de accidentes.

- **Autopistas de Primera Clase.** Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas.
- **Autopistas de Segunda Clase.** Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.
- **Carreteras de Primera Clase.** Son carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.
- **Carreteras de Segunda Clase.** Son carreteras con IMDA entre 2000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.
- **Carreteras de Tercera Clase.** Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro

pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

- **Trochas Carrozables.** Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m.

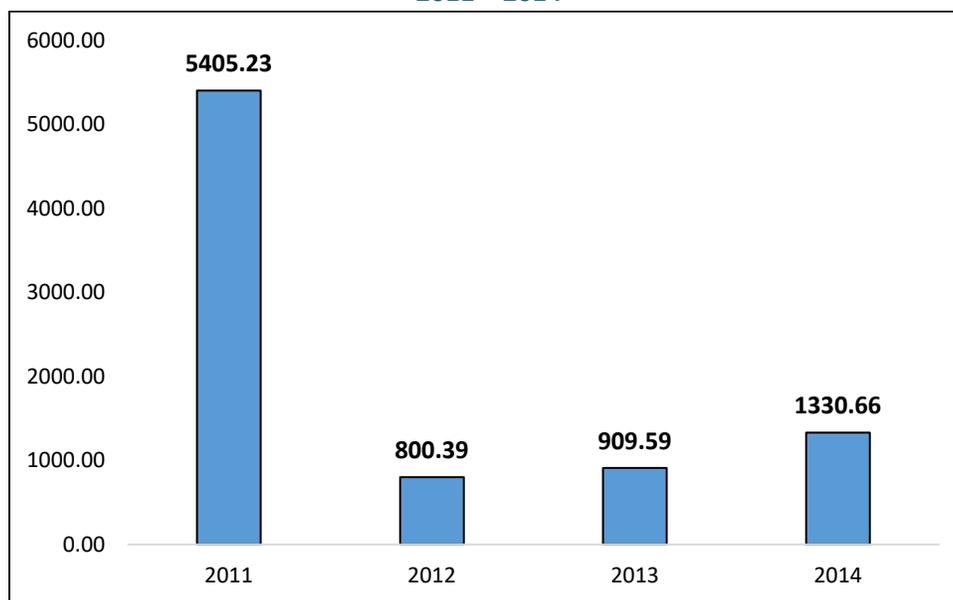
Anexo 7: Perú: Casos de análisis de 2 carreteras antes y después de ser concesionadas

En nuestra muestra existen dos carreteras concesionadas que son:

- Longitudinal de la Sierra y;
- Tramo Vial: Dv. Quilca - Dv. Arequipa (Repartición)-Dv. Matarani - Dv. Moquegua - Dv. Ilo-Tacna-La Concordia

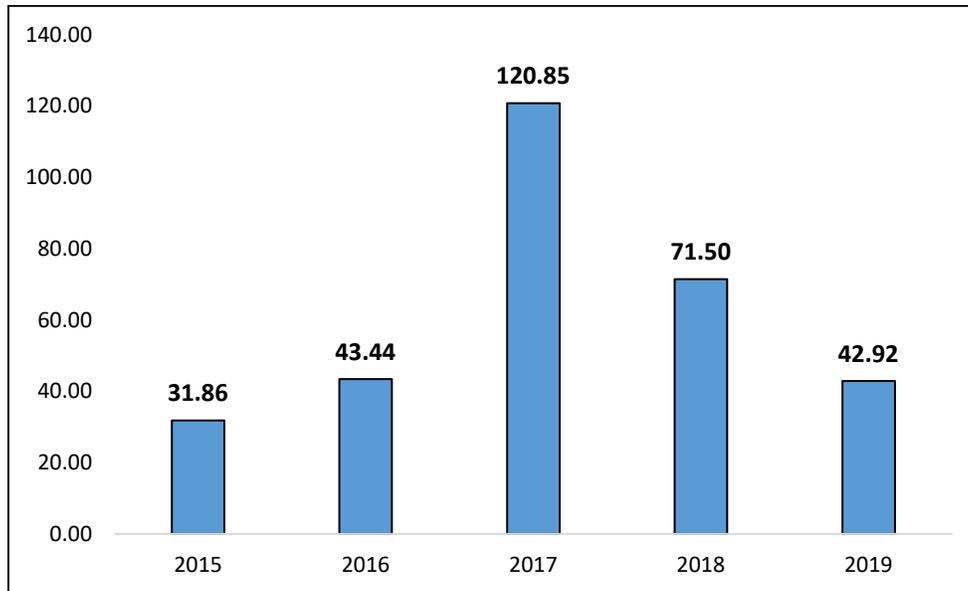
En estas carreteras sí se puede hacer una comparación en el nivel de accidentalidad antes y después de ser concesionadas. Cabe destacar que la carretera Longitudinal de la Sierra fue concesionada en el año 2014; mientras que la carretera Dv. Quilca - Dv. Arequipa (Repartición)-Dv. Matarani - Dv. Moquegua - Dv. Ilo-Tacna-La Concordia fue concesionada en el año 2013.

Gráfico 7.1
Carretera Longitudinal de la Sierra: Tasa de accidentes de tránsito por cada millón de vehículos antes de ser concesionada
2011 – 2014



Fuente: OSITRAN, INEI, ENAHO
Elaboración propia

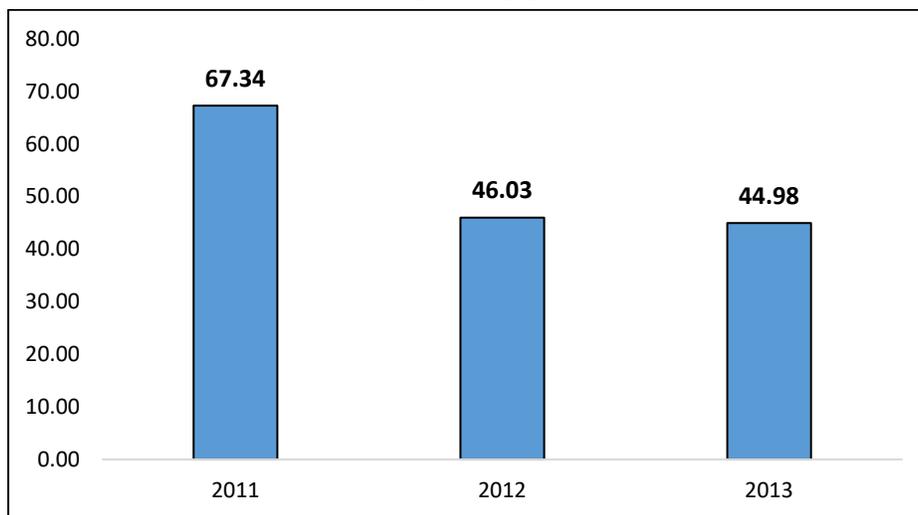
Gráfico 7.2
Carretera Longitudinal de la Sierra: Tasa de accidentes de tránsito por cada millón de vehículos después de ser concesionada
2015 – 2019



Fuente: OSITRAN, INEI, ENAHO
Elaboración propia

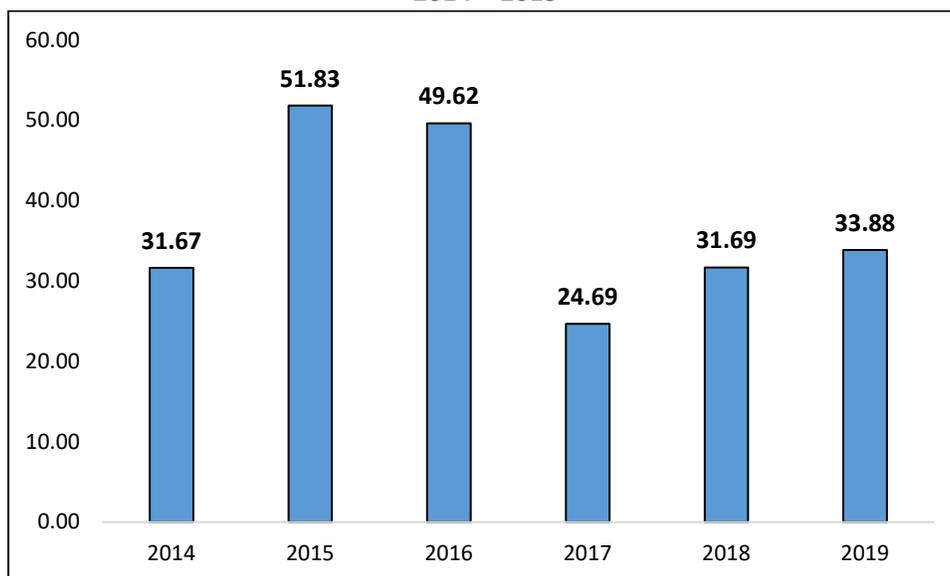
Como se observa en los gráficos anteriores, las tasas de accidentes de la carretera Longitudinal de la Sierra antes de ser concesionada son mayores que las tasas de accidentes después de la concesión. Incluso, esta carretera llegó a un pico de 5,405 accidentes por cada millón de vehículos en el año 2011, seguido por una tasa de 1,330.66 accidentes por cada millón de vehículos en el año 2014. Al analizar la tasa de accidentes después de la concesión (2015-2019), vemos que esta carretera solo tuvo un pico de 120.85 accidentes por cada millón de vehículos en el año 2017, para luego descender a una tasa de 71.5 y 42.92 accidentes por cada millón de vehículos en los años 2018 y 2019 respectivamente.

Gráfico 7.3
Carretera Quilca - La Concordia: Tasa de accidentes de tránsito por cada millón de vehículos
antes de ser concesionada
2011 – 2013



Fuente: OSITRAN, INEI, ENAHO
 Elaboración propia

Gráfico 7.4
Carretera Quilca - La Concordia: Tasa de accidentes de tránsito por cada millón de vehículos
después de ser concesionada
2014 – 2019



Fuente: OSITRAN, INEI, ENAHO
 Elaboración propia

Cabe resaltar que con respecto a la carretera Dv. Quilca - Dv. Arequipa (Repartición)-Dv. Matarani - Dv. Moquegua - Dv. Ilo-Tacna-La Concordia solo se obtuvieron datos desde el año 2011 en adelante. Es decir, que los datos de accidentes de esta carretera antes de ser concesionada solo abarcan 3 periodos (2011 - 2013). Dicho esto, se observa en los gráficos anteriores que las tasas de accidentes de la carretera antes de ser concesionada son ligeramente mayores que las tasas de accidentes después de la concesión. Esta carretera llegó a un pico de 67 accidentes por cada millón de vehículos en el año 2011. Al analizar la tasa de accidentes después de la concesión (2014-2019), vemos que esta carretera tiene un mínimo de 24.69 accidentes por cada millón de vehículos en el año 2017. En el gráfico 6.4 se puede ver que la tasa de accidentes en los últimos 3 años ha sido menor que la tasa de accidentes para el periodo 2011-2013.

Anexo 8: Metodología de estimación

La idea básica detrás del PSM es encontrar un grupo de control de aquellas observaciones que son similares al grupo tratado en todas las características relevantes previas al tratamiento. Este método propone resumir las características de pre-tratamiento de cada observación en una sola variable. El propensity score es la probabilidad condicional pronosticada de recibir tratamiento dado características de pre-tratamiento, esto es; el PS es la esperanza de la variable tratada, condicional. Formalmente, el PS se puede escribir de la siguiente manera:

$$p(X) = \Pr(D = 1/X) = E(D/X) \dots (1)$$

Donde: D es una variable binaria que determina si la observación tiene el tratamiento (D = 1) o no (D = 0) y X es el vector multidimensional de características pre-tratadas.

El parámetro de interés es la diferencia entre los resultados del tratamiento y el resultado de las observaciones tratadas como si no hubieran sido tratadas. El efecto medio de tratamiento sobre los tratados (ATT, por sus siglas en inglés) se define como:

$$ATT = E(y_1 - y_0 / D = 1) = E(y_1 / D = 1) - E(y_0 / D = 1) \dots (2)$$

El ATT es el parámetro de interés si se quiere obtener el efecto promedio de la intervención en el grupo de tratamiento. Los dos últimos términos representan el sesgo de selección, que puede depender tanto de las características observadas como de las no observadas. El PSM asume que este sesgo depende únicamente de las características observables, lo cual se traduce en la condición de independencia.

El segundo término es el contrafactual, no es observable y necesita ser estimado, sin embargo, se requieren dos supuestos cruciales, el supuesto de independencia condicional y el supuesto de superposición (condición de soporte común).

Una de las principales propiedades del PS es el equilibrio de las variables de confusión. Si $p(X)$ es el propensity score, entonces:

$$D \perp X / p(X) \dots (3)$$

El cual implica que, la condicionalidad en $p(X)$, el tratamiento y los observables son independientes. Para probar (3), primero se observa que:

$$\Pr(D = 1/X, p(X)) = E(D/X, p(X)) = E(D/X) = \Pr(D = 1/X) = p(X) \dots (3.1)$$

Similarmente, usando la ley de las esperanzas iteradas (LIE, por sus siglas en inglés):

$$\Pr(D = 1/p(X)) = E(D/p(X)) = E_{p(X)}(E(D/X, p(X))/p(X)) = E_{p(X)}(p(X)/p(X)) = p(X) \dots (3.2)$$

Donde la tercera igualdad usa el hecho de que $p(X)$ es una función de X , por lo que establecer X implica establecer $p(X)$. Comparando (3.1) y (3.2), se obtiene que:

$$\Pr(D = 1/X, p(X)) = \Pr(D = 1/p(X)) = p(X) \dots (3.3)$$

Lo que implica que, condicionalmente en $p(X)$, el tratamiento D y los observables X son independientes.

De otro lado, el supuesto de independencia condicional (CIA, por sus siglas en inglés) establece que los resultados son independientes del tratamiento condicional sobre las características previas al tratamiento. Esta suposición es muy importante para obtener estimaciones causales consistentes de los efectos del tratamiento. La CIA basada en el propensity score se puede describir de la siguiente manera:

$$(y_0, y_1) \perp D/p(X) \dots (a)$$

Para probar (a) nuevamente usaremos la ley de las esperanzas iteradas. Entonces, se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \Pr(D = 1/y_0, y_1, p(X)) &= E(D/y_0, y_1, p(X)) \\ &= E(E(D(X, p(X), y_0, y_1)/y_0, y_1, p(X))) = E(ED/X, y_0, y_1)/y_0, y_1, p(X)) \\ &= E(E(D/X)/y_0, y_1, p(X)) = E(p(X)/y_0, y_1, p(X)) = p(X) \dots (a.1) \end{aligned}$$

Donde la última igualdad viene de (a). De (3.3) se observa que:

$$\Pr(D = 1/X, p(X)) = \Pr(D = 1/p(X)) = p(X)$$

Al observar (a.1), implica que:

$$\Pr(D = 1/y_0, y_1, p(X)) = \Pr(D = 1/p(X)) = p(X)$$

Lo que muestra que, la condicionalidad de y en $p(X)$, el tratamiento D y los resultados potenciales (y_0, y_1) son estocásticamente independientes.

Luego, el supuesto de superposición (OA, por sus siglas en inglés) asegura que, para cada valor de la característica de pre-tratamiento, hay observaciones tratadas y de control y para cada observación tratada, hay una observación de control coincidente con características de pre-tratamiento similares. El OA puede se puede describir de la siguiente manera:

$$0 < \Pr(D = 1/X) < 1 \dots (b)$$

Dado el supuesto de independencia condicional y el supuesto de la condición de soporte común, el estimador del propensity score matching se puede escribe de la siguiente manera:

$$ATT^{PSM} = E(y_1 - y_0/p(X), D = 1) = E(y_1/p(X), D = 1) - E(y_0/p(X), D = 0) \dots (4)$$

Condiciona al propensity score, las diferencias en los resultados observados entre los grupos tratados y de control pueden atribuirse completamente a la intervención.

Estimar el propensity score no es suficiente para medir el ATT definido en la ecuación (4). La razón es porque la probabilidad de que dos observaciones (tratadas y control) tengan el mismo propensity score es casi cero ya que el propensity score es una variable continua. Para solucionar este problema, se han propuesto algunos algoritmos de coincidencia. Los tres métodos principales son Nearest-Neighbor Matching, Radius Matching y el Kernel Matching. La idea detrás de la correspondencia es para cada observación tratada que necesitamos encontrar coincidencias de observaciones de control con propensity scores similares. El concepto general de cada estimador coincidente se presenta brevemente en las siguientes líneas, para más detalles técnicos se recomienda revisar Becker e Ichino (2002) y Caliendo y Kopeinig (2008).

La idea detrás del Nearest-Neighbor Matching, es que cada observación tratada selecciona una observación de control que tiene las características más cercanas en términos del propensity score. Se proponen varias variantes de coincidencia de vecinos más cercanos, por ejemplo; vecino más cercano con reemplazo y vecino más cercano sin reemplazo. El matching sin reemplazo consiste en que cada observación de control se usa no más de una vez como una coincidencia para observaciones tratadas y el matching con reemplazo de cada observación de control se puede usar como una coincidencia con varias observaciones tratadas.

Sin embargo, si el vecino más cercano está lejos, la coincidencia del vecino más cercano corre el riesgo de malas coincidencias. Esto se puede evitar imponiendo un radio a la distancia máxima del

propensity score: Radius Matching. En el Radius Matching, cada observación tratada se corresponde con las observaciones de control que se encuentran dentro de un radio específico.

La idea detrás del Kernel Matching es que cada observación tratada se corresponde con varias observaciones de control, con pesos inversamente proporcionales a la distancia entre las observaciones tratadas y las de control. La coincidencia de estratificación compara la diferencia media en los resultados entre las observaciones tratadas y de control dentro de los bloques (particiones) del propensity score en el soporte común.

Anexo 9: Tramos viales considerados en la estimación empírica

N°	Tramo vial según peaje	Departamento	Provincia	Distrito	Concesión
Concesionados					
1	Aguas Claras	San Martín	Rioja	Pardo Miguel	IIRSA Norte
2	Camaná	Arequipa	Camaná	Camaná	Dv. Quilca - La Concordia
3	Caracoto	Puno	Puno	Paucarcolla	IIRSA Sur Tramo 5
4	Casaraca	Junín	Yauli	Paccha	IIRSA Centro Tramo 2
5	Ccasacancha	Cusco	Anta	Limatambo	IIRSA Sur Tramo 1
6	Chicama	La Libertad	Ascope	Chicama	Autopista del Sol
7	Chilca	Lima	Cañete	Chilca	Red Vial N°6
8	Chulucanas	Piura	Morropón	Chulucanas	IIRSA Norte
9	Corcona	Lima	Huachichirí	Santa Cruz de Cocachacra	IIRSA Centro Tramo 2
10	Cruce Bayovar	Piura	Piura	Piura	Autopista del Sol
11	Desvío Olmos	Lambayeque	Lambayeque	Olmos	IIRSA Norte
12	El Fiscal	Arequipa	Islay	Cocachacra	Dv. Quilca - La Concordia
13	El Paraiso	Lima	Huaura	Huacho	Red Vial N°5
14	Fortaleza	Lima	Barranca	Paramonga	Red Vial N°4
15	Huarmey	Áncash	Huarmey	Huarmey	Red Vial N°4
16	Ica	Ica	Ica	Salas	Red Vial N°6
17	Ilo	Moquegua	Ilo	Ilo	IIRSA Sur Tramo 5
18	Jahuay	Ica	Chincha	Grocio Prado	Red Vial N°6
19	Loma Larga	Piura	Huancabamba	San Miguel de El Faique	Empalme 1B - Canchaque
20	Marcona	Ica	Nazca	Marcona	IIRSA Sur Tramo 1
21	Matarani	Arequipa	Islay	Islay	IIRSA Sur Tramo 5
22	Montalvo	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua	Dv. Quilca - La Concordia
23	Morropo	Lambayeque	Lambayeque	Mórrope	Autopista del Sol
24	Moyobamba	San Martín	Moyobamba	Moyobamba	IIRSA Norte
25	Pacanguilla	La Libertad	Chepen	Pacanga	Autopista del Sol
26	Paíta	Piura	Paíta	Paíta	IIRSA Norte
27	Pampa Cuéllar	Moquegua	Mariscal Nieto	Torata	IIRSA Sur Tramo 5
28	Pampa Galera	Ayacucho	Lucanas	Lucanas	IIRSA Sur Tramo 1
29	Pampamarca	Apurímac	Aimaraes	Cotaruse	IIRSA Sur Tramo 1
30	Patahuasi	Arequipa	Arequipa	Yura	IIRSA Sur Tramo 5
31	Pedro Ruiz	Amazonas	Bongará	Yambrasbamba	IIRSA Norte
32	Pichirhua	Apurímac	Abancay	Chacoche	IIRSA Sur Tramo 1
33	Piura Sullana	Piura	Sullana	Sullana	Autopista del Sol
34	Planchón	Madre de Dios	Tambopata	Las Piedras	IIRSA Sur Tramo 3
35	Pomahuaca	Cajamarca	Jaén	Pomahuaca	IIRSA Norte
36	Pongo	San Martín	Lamas	Caynarachi	IIRSA Norte
37	Quiulla	Junín	Yauli	La Oroya	IIRSA Centro Tramo 2
38	San Gabán	Puno	Carabaya	San Gabán	IIRSA Sur Tramo 4
39	San Lorenzo	Madre de Dios	Tahuamanu	Tahuamanu	IIRSA Sur Tramo 3
40	Santa Lucía	Puno	Lampa	Santa Lucía	IIRSA Sur Tramo 5
41	Serpentin de Pasamayo	Lima	Lima	Ancón	Red Vial N°5
42	Tomasiri	Tacna	Tacna	Alto De La Alianza	Dv. Quilca - La Concordia
43	Uchumayo	Arequipa	Arequipa	Uchumayo	IIRSA Sur Tramo 5
44	Unión Progreso	Madre de Dios	Tambopata	Inambari	IIRSA Sur Tramo 3
45	Utcubamba	Amazonas	Utcubamba	Bagua Grande	IIRSA Norte
46	Variante de Pasamayo	Lima	Lima	Ancón	Red Vial N°5
47	Vesique	Áncash	Santa	Samanco	Red Vial N°4
48	Virú	La Libertad	Virú	Virú	Red Vial N°4

N°	Tramo vial según peaje	Departamento	Provincia	Distrito	Concesión
No concesionados					
1	Aguas Calientes	Cusco	Canchis	Marangani	-
2	Atico	Arequipa	Caravelí	Ático	-
3	Ayaviri	Puno	Melgar	Ayaviri	-
4	Cancas	Tumbes	Contralmirante Villar	Canoas de Punta Sal	-
5	Catac	Áncash	Recuay	Catac	-
6	Challhuapuquio	Junín	Chanchamayo	San Ramón	-
7	Cuculi	Lambayeque	Chiclayo	Chongoyape	-
8	Desvío Talara	Piura	Talara	Pariñas	-
9	Huacrapuquio	Junín	Huancayo	Huacrapuquio	-
10	Ilave	Puno	El Collao	Ilave	-
11	Lunahuaná	Lima	Cañete	Lunahuaná	-
12	Mocce	Lambayeque	Lambayeque	Lambayeque	-
13	Nazca	Ica	Nazca	Nazca	-
14	Pacra	Ica	Pisco	Huancano	-
15	Pozo Redondo	Tacna	Tacna	Sama	-
16	Punta Perdida	Puno	El Collao	Santa Rosa	-
17	Rumichaca	Ayacucho	Huamanga	Vinchos	-
18	Saylla	Cusco	Quispicanchi	Cusipata	-
19	Sicuyani	Puno	Chucuito	Zepita	-
20	Socos	Ayacucho	Lucanas	Huac Huas	-
21	Tambogrande	Piura	Piura	Tambo Grande	-
22	Tunán	Lima	Barranca	Paramonga	-
23	Yauca	Arequipa	Caravelí	Yauca	-

Elaboración propia