



INFORME FINAL

ESTUDIO DE TARIFAS EN CARRETERAS Y AUTOPISTAS URBANAS EN CHILE

Abril 2017



INTRODUCCIÓN

De acuerdo a contrato suscrito con fecha 15 de octubre 2016 entre la CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO DE POLÍTICAS DE INFRAESTRUCTURA CPI e IKONS ATN, se presenta el **Informe Final** del estudio orientado a la definición de una política tarifaria de obras viales concesionadas.

El documento se organiza como sigue: En la sección I se realiza una Reflexión Conceptual de los Fundamentos de la Política Tarifaria de Concesiones Viales de Obras Públicas, tanto a nivel interurbano y urbano. En la sección II se presenta la política de tarificación en carreteras interurbanas basada en una revisión de documentos y metodologías con que se calcularon las tarifas a mediados de la década de los noventa. En la sección III se examina la política de tarificación en autopistas urbanas concesionadas. Finalmente, en la sección IV se proponen elementos para políticas de tarificación de largo plazo que apuntan a institucionalizar la metodología de fijación tarifaria quinquenal y decenal, a través de Planes de Desarrollo (inversión) de las redes concesionadas, incluyendo otros modos de transportes, en un contexto de sistema, para autopistas interurbanas y urbanas. Adicionalmente se incluyen 6 anexos. En el Anexo I se presenta el caso de tarificación de la Ruta 5. En el Anexo II se muestran las metodologías de tarificación de caminos a nivel internacional. El Anexo III se incluyen algunos elementos de Project Finance necesario para tener presente en el caso de evaluación de proyectos de concesiones. En el Anexo IV se agregan temas de regulación institucional de infraestructura pública. El Anexo V presenta la tarificación por congestión bajo un enfoque diagramático. En el Anexo VI se incluye una discusión sobre el modelo clásico de transporte y el ESTRAUS. Finalmente, se anexa la presentación preparada en el marco del estudio.

En general, los análisis desarrollados están soportados principalmente en enfoques de eficiencia y equidad, y para lo anterior se ha utilizado instrumental de economía de la regulación, economía del bienestar, economía política,



economía de transporte y especialmente organización industrial de la industria de transporte como sistema.

TABLA DE CONTENIDOS

SECCIÓN I: REFLEXIÓN PARA EL ESTUDIO DE POLÍTICA TARIFARIA EN CONCESIONES VIALES URBANAS E INTERURBANAS6

I.1	EL PROGRAMA DE CONCESIONES Y SU CONTRIBUCIÓN A LA RED DE TRANSPORTES DEL PAÍS	6
I.2	CONTEXTO HISTÓRICO	7
I.3	EL ROL DE LAS TARIFAS Y LOS CRITERIOS PARA LA FIJACIÓN TARIFARIA.....	9
I.4	FIJACIÓN TARIFARIA EN LOS PROGRAMAS DE CONCESIONES VIALES URBANAS E INTERURBANAS	16
I.5	LECCIONES DE LA EXPERIENCIA Y LOS DESAFÍOS QUE SE AVECINAN.....	20
I.6	REFLEXIONES FINALES.....	24

SECCIÓN II: POLÍTICA DE TARIFICACIÓN VIAL INTERURBANA EN CHILE26

II.1	ANTECEDENTES DE CONTEXTO	26
II.2	FALLAS DE MERCADO E IMPLICANCIAS.....	29
II.2.1	Falla de mercado por bienes públicos.....	30
II.2.2	Falla de Mercado por Monopolio Natural	32
II.2.3	Falla de mercado por externalidades.....	34
II.3	EFICIENCIA Y EQUIDAD.....	35
II.4	LA INCORPORACIÓN DEL SECTOR PRIVADO Y LAS CARACTERÍSTICAS DEL NEGOCIO CONCESIONAL PARA LA DEFINICIÓN DE TARIFAS	41
II.5	CONTEXTO DE LA DISCUSIÓN TARIFARIA	48
II.6	POLÍTICA TARIFARIA EN CONCESIONES INTERURBANAS.....	50

SECCIÓN III: TARIFICACIÓN EN AUTOPISTAS URBANAS CONCESIONADAS52

III.1	ANTECEDENTES	52
III.2	RESULTADO DE LAS LICITACIONES.....	53
III.3	PRINCIPALES RIESGOS DEL NEGOCIO	54
III.4	TARIFICACIÓN EN VÍAS URBANAS CONCESIONADAS	56
III.5	TARIFAS DE SATURACIÓN.....	64

SECCIÓN IV: ELEMENTOS PARA UNA PROPUESTAS DE LARGO PLAZO66

IV.1	EXPERIENCIAS EN OTROS SECTORES	66
IV.1.1	La regulación de servicios telefónicos.....	67
IV.1.2	La regulación del sector sanitario	68



IV.1.3 La regulación de la distribución eléctrica.....	70
IV.2 PROPUESTA.....	71
ANEXO I: CASO DE ESTUDIO: TARIFICACIÓN DE LA RUTA 5	80
ANEXO II: MÉTODOS DE TARIFICACIÓN VIAL A NIVEL INTERNACIONAL.....	92
ANEXO III: MEDIDAS DE SEGURIDAD FINANCIERA EN PROJECT FINANCE	101
ANEXO IV: ALGUNOS CONCEPTOS PARA LA REGULACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS.....	104
ANEXO V: TARIFICACIÓN POR CONGESTIÓN.....	107
ANEXO VI: EL MODELO CLÁSICO DE TRANSPORTE Y EL ESTRAUS	110
ANEXO VII: PROPUESTA DE ESTIMACIÓN DE COSTO DE CAPITAL PARA PROYECTOS VIALES CONCESIONADOS	120
Metodología para conversión de Dólares a CLP	122
Metodología para estimar el WACC.....	125
BIBLIOGRAFÍA	127



Sección I: REFLEXIÓN PARA EL ESTUDIO DE POLÍTICA TARIFARIA EN CONCESIONES VIALES URBANAS E INTERURBANAS

I.1 El Programa de Concesiones y su contribución a la red de transportes del país

Chile actualmente cuenta con una red de 3.180 Km. de autopistas y carreteras interurbanas concesionadas, que se encuentran dentro de las redes más modernas y de bajo costo de América Latina. Esta red fue licitada y construida básicamente en los primeros 10 años de la aprobación de la Ley de Concesiones y se basó en un modelo de financiamiento a la red vial estructurante, con tarifas similares para niveles de servicio equivalentes¹. Esta vialidad estructurante, es la que en la actualidad concentra el mayor tráfico del país, aunque representa menos del 4% del total de la red vial y un 16% de la red pavimentada nacional.

El principal proyecto de concesión vial interurbano fue la Ruta Panamericana o Ruta 5, el eje vertebral del transporte carretero del país, con más de 2.000 Km de autopistas, 11 proyectos concesionados y una inversión de US\$ 4.500 millones.² Por su parte, el Programa de Concesiones incluyó además una inversión de US\$ 3.160 en importantes ejes viales interurbanos transversales, que conectan centros urbanos y portuarios, como por ejemplo: Interconexión Vial Santiago-Valparaíso-Viña del Mar, la Autopista Santiago-San Antonio, los 3 Accesos Viales a Concepción (Acceso Norte a Concepción, Concepción-Cabrero y el Camino de la Madera), la autopista Santiago-Colina-Los Andes y otras obras singulares, como el Túnel El Melón, Nogales-Puchuncaví, Acceso a Iquique.

¹ La formación de tarifas y su estructura calculadas mediante redes viales concesionadas, con

² Inversión entre 1996-2016, actualización a noviembre 2016. Incluye Convenios Complementarios. Dólar promedio 2016=\$680, UF 30.11.16=\$26.313,53. No incluye el Plan de Mejoramiento de Concesiones Viales en Operación por US\$ 464 millones que debe ser contratado en 2017.



En el ámbito de Vialidad Urbana, el Ministerio desplegó un Programa de Concesiones Urbanas para Santiago con 200 Km. de Autopistas, con una inversión de US\$ 5.500³, basado en un sistema de cobro de peajes free flow que permite a los usuarios no detenerse para el pago de la tarifa, usar el mismo dispositivo interoperable para distintas concesiones y pagar a través de una factura mensual de cada operador.

En el ámbito aeroportuario, el Programa de Concesiones contempló la licitación y construcción de los principales 11 aeropuertos del país, destacándose las ampliaciones del terminal más importante del país, el Aeropuerto Internacional de Santiago AMB. Al igual que las concesiones viales, las concesiones aeroportuarias basaron su modelo económico en el cobro de tasas de embarque y tarifas por servicios aeroportuarios y comerciales.

1.2 Contexto histórico

La red vial interurbana a comienzos de los 90 presentaba un agudo déficit de infraestructura, estimado en US\$ 11.000 millones, lo que implicaba un gran cuello de botella sobre la productividad nacional y generaba graves problemas de conectividad en el país. De acuerdo a la Dirección de Planeamiento del MOP, de los aproximadamente 10.000 km. de caminos pavimentados de la época, más del 50% se encontraba en estado regular o malo, con altos índices de accidentabilidad, un deficiente estándar de diseño y con prácticamente ninguna autopista en operación en el país.

Según cifras de CEPAL, el mal estado de los caminos significaba para el país un costo cercano a los US\$ 490 millones anuales y pérdidas por daños a la fruta estimadas por la SNA en US\$ 115 millones al año. El escaso presupuesto para vialidad urbana había deteriorado las redes de las ciudades, generando problemas en los pavimentos, falta de inversiones en seguridad vial y falta de capacidad para el transporte urbano. A modo de ejemplo, en 1994 el anillo de

³ Incluye inversión del Tramo Américo Vespucio Oriente (AVO I) licitado y adjudicado.



Américo Vespucio a pesar de su importancia en el transporte de la capital, aun se encontraba en estándar de ripio en algunos tramos.

A este escenario de prolongado déficit de inversión en infraestructura y pérdidas anuales derivadas del estado de la red vial, se sumaba la falta de priorización en el presupuesto fiscal para acometer otras inversiones productivas en puertos, aeropuertos, agua y saneamiento, debido a la necesidad urgente de destinar inversión y gasto social a otras áreas de la economía: como vivienda, salud, educación, seguridad e infraestructura social. En línea con las mejores prácticas en políticas públicas de países desarrollados, el Estado tomó la decisión de focalizar recursos públicos provenientes de impuestos para financiar inversión social y gasto social y usar la asociación público-privada, para financiar los programas de infraestructura de mayor magnitud. De esta forma, se abrieron áreas destinadas tradicionalmente a inversión pública para inversión privada.

La invitación al sector privado a invertir en sectores de infraestructura productiva, se basó en un ordenamiento legal que les dio seguridad jurídica a las inversiones, un modelo de regulación económica para cada sector, que incluía la determinación de tarifas de largo plazo y una asignación de riesgos eficiente al sector privado para la obtención del financiamiento. En este contexto, surgieron 3 grandes sectores regulados: agua, puertos y concesiones de obra pública, sectores que serían relevantes en el avance de inversiones en infraestructura. Tanto en el sector sanitario como el sector portuario⁴ la legislación definió áreas de concesión, la forma de definir las inversiones y planes de desarrollo y la forma como se realizaría el proceso de fijación tarifaria.

En el caso de Obras Públicas, la Ley de Concesiones no reguló expresamente la metodología para los planes de inversión de la red concesionada, ni sus ampliaciones de capacidad, ni las expansiones de la red, dejando al Ministerio

⁴ Anteriormente, se había iniciado una regulación similar para las inversiones y tarifas del sector eléctrico y de telecomunicaciones.

la tuición para determinar las inversiones iniciales y las modificaciones de contrato que correspondieran. Tampoco la ley contempló la determinación y revisión de tarifas para cada proyecto, ni los mecanismos de regulación del monopolio natural que se licitaba. La Ley de Concesiones, más bien se pensó como un marco general, donde las infraestructuras de distintos sectores pudieran basar sus planes de inversión en la legislación. En efecto, en estos 25 años desde que la Ley de Concesiones fue aprobada y que ha recibido una serie de perfeccionamientos, podemos distinguir al menos 4 grandes áreas que han concretado sus inversiones en la Ley de Concesiones: a) El programa de autopistas y carreteras interurbanas, b) El programa de autopistas urbanas de Santiago, c) El programa de aeropuertos y d) El programa de hospitales, cárceles y otros servicios públicos⁵.

1.3 El Rol de las tarifas y los criterios para la fijación tarifaria

Para los mercados regulados de bienes públicos, las tarifas no sólo cumplen un rol de financiamiento de las inversiones a través del “pago por uso” de la infraestructura; para que un buen diseño institucional provea bienes públicos de calidad, las tarifas deben cumplir al menos 5 funciones:

- Rol de Financiamiento de la Red.
- Rol de Eficiencia del Mercado.
- Rol de Mitigación de Externalidades.
- Rol de Relacionamiento con los Usuarios y Niveles de Servicio.
- Rol de Valoración Económica de los Activos.

Rol de Financiamiento: A diferencia de los bienes públicos financiados con impuestos generales, las infraestructuras concesionadas se financian mediante tarifas, tasas o peajes. Los usuarios ven que la tarifa pagada recibe una contraprestación a través de la provisión de un servicio, el que se obtiene

⁵ Inversiones en otros sectores también han sido concesionados, como embalses, infraestructura para el Transantiago, etc., pero aun representan un porcentaje bajo de la cartera de inversiones.

mediante la construcción de obras nuevas y mejoramiento de preexistentes, mediante gestión, operación y mantenimiento oportuno y de calidad de la infraestructura, mediante seguridad vial y resiliencia⁶ del servicio, mediante sistemas eficientes de cobro y facturación y a través de servicios complementarios. A través de la recaudación de ingresos de la concesión provenientes de la demanda en el periodo de concesión el sector privado recupera la inversión, los costos de operación y mantenimiento y el costo de capital del proyecto⁷.

Rol de Eficiencia del Mercado: La inclusión de precios en los mercados de bienes públicos implica tener un diseño robusto que garantice la mayor eficiencia del mercado que se tarifica, teniendo en cuenta que los fallos de mercado permitirán solo una posición de segundo mejor⁸. La disposición a pagar de los usuarios y los excedentes del consumidos que reciben, así como los ahorros de costos para el transporte de mercancías y pasajeros, deben estar en concordancia con los beneficios sociales que se obtienen las nuevas obras y mejoras. En esta línea de ideas, los mercados regulados tienen características de monopolios naturales por lo cual hay que estudiar con profundidad la fijación de tarifas por parte de la Administración y los sistemas de licitación de la concesión, de tal forma que se limiten las rentas sobre-normales de este tipo de mercados⁹.

Quizás el efecto más importante sobre la eficiencia de los sistemas de transportes concesionados, es el efecto que cada proyecto tiene sobre la red completa: **el efecto sistema**. Efectivamente, los modos de transportes como el

⁶ Por ejemplo, la existencia de planes de contingencia frente a causas de fuerza mayor, mantenimiento mayor de la vía o suspensión parcial del servicio.

⁷ A diferencia de concesiones viales y aeroportuarias, las concesiones de hospitales, cárceles y otros proyectos no cobran tarifas a los usuarios y operan a través de pagos diferidos del Estado, por lo que tienen un tratamiento conceptual y de diseño distinto.

⁸ Los problemas derivados del *free rider* de los bienes públicos y la imposibilidad de obtener condiciones de primer mejor u optimalidad completa de estos mercados, permite diseñar sistemas regulatorios de segundo mejor.

⁹ La mayor parte de las licitaciones de autopistas interurbanas y urbanas incluyeron mecanismos de regulación de rentas sobre normales, ya sea a través de valor presente de ingresos, regulación de rentabilidad máxima y compartición de riesgos-ingresos.



modo carretero, el modo ferroviario, el modo aeroportuario o portuario, son modos complementarios y competitivos, dependiendo cual es el diseño de la operación de la red de transportes. Incluso 2 concesiones viales pueden ser competitivas entre sí, por lo cual la fijación de tarifa en concesiones debe velar por la **neutralidad competitiva**, es decir, en igualdad de condiciones con la fijación tarifaria no se deben perjudicar o beneficiar a ningún modo o proyecto. Desde la perspectiva de beneficio social y planificación de largo plazo del país, los diferentes modos y proyectos deben estar incluidos en un Plan Maestro del sistema de transporte tarifado y no tarifado y sus precios deben reflejar la mejor asignación de recursos para un plan de inversiones completo e integrado. A modo de ejemplo, si la re-concesión de la Ruta 68 Santiago-Valparaíso-Viña del Mar contemplara una importante rebaja de tarifas, entonces este diseño limitaría completamente la posibilidad de tener otra autopista alternativa a la actual o un servicio ferroviario, dado que no podrían cubrir sus costos de inversión y operación. Esto significaría fijar tarifas por debajo del costo medio de largo plazo de la red, lo que implicaría serios problemas de neutralidad, de financiamiento y de asignación eficiente de los flujos de carga y pasajeros. Una mala fijación tarifaria en red, trae consigo altos costos sociales para el sistema de transportes.

Las metodologías de fijación tarifaria además deben cumplir criterios de equidad horizontal, es decir los usuarios que usan una vía de similares características (por ejemplo, una autopista de doble calzada con enlaces desnivelados) deben pagar tarifas iguales¹⁰, para usuarios que recorren la misma cantidad de kilómetros la tarifa debe ser equivalente. Otro criterio de equidad horizontal se observa en que los vehículos que más deterioran los pavimentos, como los camiones, deben contribuir en mayor medida a la tarifa. Otras consideraciones a tener en cuenta, son los criterios de diseño de

¹⁰ Este criterio es muy importante para velar por la eficiencia económica de la red de transportes concesionada; aquellos proyectos que son socialmente rentables no deben ser financiados tarifando con bajos precios al tener una alta demanda o tarifados con altos precios por tener una demanda baja (criterio de ingresos operacionales). Para obtener niveles de mayor óptimo social, las tarifas deben fijarse con criterios horizontales y de red, como se hizo en la fijación tarifaria de la Ruta 5. Ver Anexo I

capacidad y velocidad, donde los costos son más altos para vehículos livianos que imponen mayores exigencias a los diseños; las inversiones en sistemas de cobro (como plazas de peaje o sistemas de pórticos) donde los vehículos livianos deben contribuir en mayor proporción, inversiones en plazas de pesaje o estacionamientos especiales que deben incluirse mayoritariamente en las tarifas de los vehículos pesados, etc. De la misma forma, a pesar que por criterios de autofinanciamiento pueda ser económicamente viable, un usuario que usa un estándar de menor servicio, por ejemplo, una carretera de vía simple, no debería pagar más que otro que usa un estándar de mayor calidad, por ejemplo doble calzada o tres pistas.

Otros criterios deben ser tomados en cuenta para el cálculo de las tarifas: como la equidad territorial (tarifas equivalentes para territorios o zonas con las mismas características), equidad intergeneracional (no cargar los costos a una sola generación) y criterios que den cuenta de las economías de ámbito (múltiples usuarios usan la misma infraestructura) o carriles especializados, economías y deseconomías de escala en la construcción y las discontinuidades en las ampliaciones de capacidad de los proyectos (las autopistas pueden comenzar con un estándar de doble calzada para después aumentar su capacidad a 3 o 4 carriles).

Como se puede observar, estos son los 2 principales roles que determinan la fijación tarifaria óptima (segundo mejor) para estos mercados y por tanto para los contratos de concesión. Un buen diseño de Plan de Inversiones y ampliaciones de capacidad, de acuerdo a la demanda estimada (en el momento óptimo de inversión), con sus respectivos costos de operación y mantenimiento por tipo de usuario, sujeto al autofinanciamiento de la red concesionada, permitirá calcular las tarifas que deben ser incluidas en los contratos y que permitirán licitar las concesiones. A estas tarifas serán los **Costos Incrementales de Desarrollo**¹¹ de la red y cubren las inversiones, ampliaciones y operación de la infraestructura. En presencia de economías de

¹¹Por ejemplo, el modelo que regula las tarifas de las empresas sanitarias (agua y saneamiento) en sus respectivas áreas de concesión. Ver Sección IV



escala esas tarifas pueden ser ajustadas para lograr el financiamiento de la inversión total, no solo la incremental. Por supuesto, debido a los costos sociales asociados a las externalidades, estas tarifas son corregidas.

Rol de Mitigación de Externalidades: El principal costo externo o externalidad en los sistemas de transportes, es la congestión. De acuerdo al BID, la creciente congestión de las vías en Santiago ha traído altos costos sociales y económicos, a modo de ejemplo la demora en el transporte de mercancías en la capital es de 140% más de lo normal; la Comisión Pro Movilidad (2014) concluye que la situación se agravará con el crecimiento de la demanda y el parque vehicular, se estima que en 2025 más del 37% de la vialidad crítica se encontrará con alta o muy alta congestión. Los usuarios de vehículos que aportan a la congestión usando la red en horas punta, crean un costo adicional a todo el resto de los usuarios de la red, sin embargo, estos no logran internalizar este aumento de costo social, para lo cual se utiliza una tarifa más alta para desincentivar el uso en horas de congestión. Esta externalidad ha sido especialmente importante en el diseño del programa de autopistas urbanas, la cual fijó una estructura de 3 tarifas en los contratos: tarifa fuera de punta, tarifa punta y tarifa de saturación, así como un incremento anual de las tarifas del 3,5% al año para mitigar el aumento de la demanda.

No obstante la importancia de la tarificación por congestión, incluida en concesiones interurbanas (fines de semana largo) o en concesiones urbanas (tarifa punta y tarifa de saturación), la práctica demuestra que i) la tarifa no puede ser el único instrumento para mitigar la congestión o un sistema para postergar inversiones, dado que el costo social de constreñir la oferta vial es muy alto cuando el año óptimo ha sido sobrepasado y además la mala reputación del servicio prestado, por ejemplo en los sistemas 3x1 aplicados en los accesos a Santiago en la actualidad, que evidentemente requieren más oferta vial, ii) los efectos de economía política derivados de aumentar las tarifas para reducir la congestión. En efecto, a pesar de existir consenso en la tarificación vial por congestión, es de difícil implementación político-social por la contestación ciudadana de dichas medidas, que afectan directamente el bolsillo del usuario. Esto es aun más relevante en el escenario de falta de



alternativas de transporte de la misma calidad, por ejemplo redes de Metro en la ciudad. En el caso de las autopistas urbanas en Santiago, el crecimiento real de la tarifa (3,5% anual) no ha sido suficiente para desincentivar el uso del automóvil y reducir la congestión dentro de las autopistas. A pesar que las tarifas podrían incrementarse para reducir la congestión, los problemas políticos de aumentar más las tarifas de congestión son de importancia y se deben reconocer en el diseño de las concesiones.

Otro tipo de externalidades que también pueden ser consideradas en el diseño y fijación tarifaria: son las externalidades derivadas del impacto urbano y territorial que inducen mayores inversiones en nuevas concesiones (túneles, viaductos, etc.) como las últimas licitaciones de autopistas urbanas de Américo Vespucio, que han incorporado diseños completamente soterrados y obras de mitigación, lo que ha llevado a tener tarifas más caras, lo que creará diferenciales de precios en la red tarifada actual, con sus correspondientes distorsiones en el tráfico. También son necesarias incluir externalidades derivadas de la contaminación del aire o ruido, las cuales están siendo incorporadas más y más en los diseños en distintas ciudades, así como carriles especializados para buses o vehículos compartidos, que mitigan de mejor forma la congestión. Una discusión relevante para futuras autopistas, será si vehículos eléctricos o no contaminantes tendrán la misma tarifa que vehículos basados en diesel o gasolina.

Rol de Relacionamiento de los usuarios con los niveles de servicio: Las tarifas asociadas a los bienes públicos concesionados, a pesar de ser impuestas por la Administración (peajes o tasas), y no siendo equivalentes a otras tarifas en mercados puramente privados, los usuarios asimilan el precio que pagan a la calidad del servicio de la infraestructura que usan. Los usuarios no están pensando que pagan un impuesto, más bien están asumiendo que la tarifa contribuye a una contraprestación por el uso. En este sentido, el modelo que incluye nuevas inversiones (ampliaciones y mejoras) en forma oportuna y con calidad, así como mantenimiento y operación adecuada de las autopistas, así como un sistema de cobro y atención al cliente expedito, es el modelo con el que los usuarios mejor se relacionan y que aseguran una buena percepción en



el largo plazo. Es difícil asumir que las tarifas de las concesiones se podrán mantener invariantes en el largo plazo, aun bajo la lógica de red, si los usuarios no logran constatar que su dinero está siendo destinado a nuevas inversiones y mejoras en el sistema de transportes. La idea de mantener la fijación tarifaria solo con fines recaudatorios y no de mayores inversiones, implicará una pérdida de legitimidad del sistema de concesiones.

Es interesante constatar, que los usuarios están relacionándose más estrechamente con los bienes públicos que pagan y las crecientes exigencias son tener mayor transparencia, más información en la actualización de las tarifas y contratos, sistemas que les permitan pagar efectivamente por kilómetro recorrido y tener sistemas más convenientes de pago de las tarifas, como por ejemplo el uso del tag en autopistas interurbanas. En esta línea de ideas, los requerimientos de comunicación, mayor información y transparencia deberán incorporarse formalmente a los costos de operación de las nuevas concesiones.

Rol de Valoración Económica de los Activos: Las tarifas también tienen un rol de valorización de los proyectos licitados. Los ingresos de las concesiones son por un lado el poder generador del financiamiento de los proyectos, que determina la potencialidad para obtener recursos de largo plazo para financiar inversiones y costos de mantenimiento y operación. Desde el punto de vista las tarifas y la demanda asociada a ellas permite conocer el riesgo del modelo de negocios y por tanto determina el costo de capital y el premio por riesgo en la licitación. Desde el punto de vista público, la valoración de los activos mediante los ingresos futuros esperados de la concesión permite determinar los pasivos contingentes de la concesión y el valor residual que ese activo posee para el Estado. Es esta la idea central por el cual fue propuesto el Fondo de Infraestructura el que requiere una política estable y consistente de tarificación de largo plazo.

I.4 Fijación Tarifaria en los Programas de Concesiones Viales Urbanas e Interurbanas

Las primeras concesiones viales bajo la Ley de Concesiones, como el Túnel El Melón, Camino de La Madera o Acceso Norte a Concepción, no adoptaron todos los criterios de eficiencia económica en los proyectos licitados, principalmente dado que no se contaba con un plan de inversiones de largo plazo, ni con estudios actualizados para modelar el sistema completo de la red estructurante tarifada. En 1994, con la decisión del MOP de concesionar la Ruta 5 entre la Serena y Puerto Montt, así como las principales rutas existentes, se realizaron estudios bajo un criterio de sistema para la fijación tarifaria de la red a concesionar. Primero se abordó un estudio de costos marginales de largo plazo, se determinaron los cargos a los tipos de vehículos por mayor deterioro y diseño. Las tarifas quedaron establecidas para todas las concesiones: 1 para vehículos livianos, 1,8 para buses y camiones de 2 ejes y 3,2 para camiones de 3 ejes o más¹².

La tarifa sistémica base promedio que permitía autofinanciar la red, manteniendo neutralidad con el modo ferroviario, fue calculada entre \$10 y \$12 por Km. en moneda de 1994. La Ruta 5 se dividió en 8 tramos, los tramos de concesión que tenían excedentes de ingresos, debido a su nivel de infraestructura preexistente y mayor demanda, aportaron financieramente a los tramos que no se financiaban con tarifa promedio. De esta forma se pudo llevar a cabo el plan de inversiones en su totalidad, con una red interurbana concesionada en la actualidad de 3.180 Km. que sigue un criterio general para la determinación de tarifas¹³.

Las concesiones viales urbanas de Santiago, también adoptaron un criterio de sistema o red para su tarificación. De acuerdo a la modelación de la red a

¹² T. Gálvez. Estudios de Costos Marginales. 1993; Bases de Licitación de Concesiones Interurbanas.

¹³ Aún subsisten obras puntuales como las relicitaciones de Túnel El Melón o Nogales-Puchuncaví que no siguen criterios de sistema de eficiencia de la red.



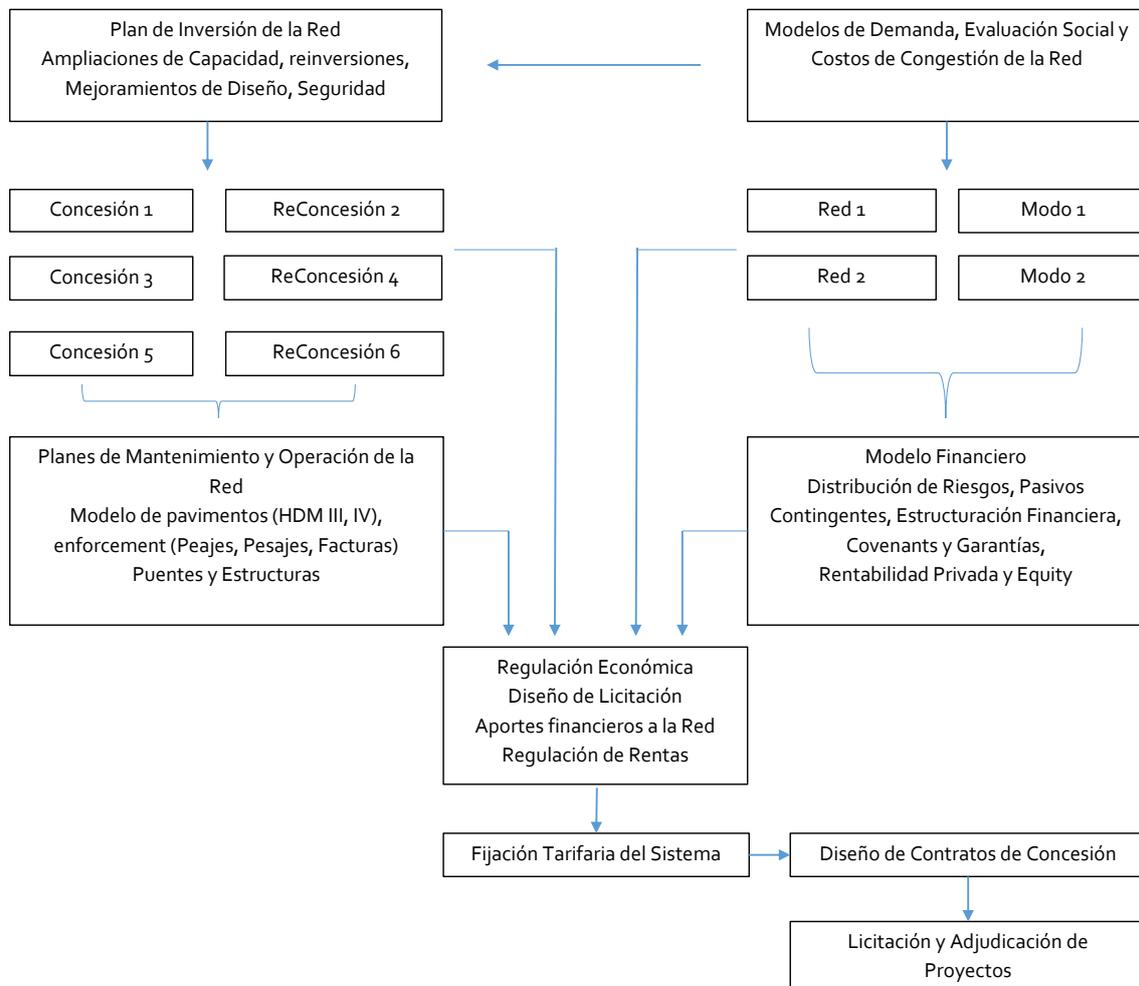
construir (Oriente-Poniente, Norte-Sur y Américo Vespucio) se calcularon conjuntamente la tarifa fuera de punta (representativa de la tarifa normal en autopistas interurbanas) y las tarifas de congestión. Se determinaron 2 tarifas para reducir la externalidad de congestión: la tarifa punta y la tarifa de saturación.

Estas tarifas son dinámicas, se permite ser aumentadas en función de la caída de los niveles de servicio derivados del aumento de la demanda, para reducir la congestión. Adicionalmente se incluyó un reajuste del 3,5% por sobre el IPC para amortiguar los aumentos de demanda a través del tiempo e ir convergiendo gradualmente al mayor costo social de los vehículos particulares, calculado por SECTRA.

A pesar de tener tarifas de congestión en concesiones urbanas, el acelerado aumento del parque vehicular, el deterioro del transporte público y la falta de nuevas inversiones ha traído mayores niveles de congestión en horas de saturación, impidiendo a las tarifas actuar para desincentivar a la demanda. Los costos generalizados de viaje de los usuarios de las autopistas aun son menores que en la vialidad local, por lo que los usuarios siguen prefiriendo las autopistas urbanas, sin embargo, cada año se está incrementando la crítica debido al aumento de las tarifas sin que estas logren mejorar el nivel de servicio.

Un esquema simplificado de la metodología de cálculo de las tarifas de largo plazo, bajo un sistema de red concesionada, que incluye los criterios de eficiencia, autofinanciamiento y externalidades, se detalla a continuación:

FIGURA 1: ESQUEMA METODOLÓGICA DE CÁLCULO DE TARIFAS LARGO PLAZO



El esquema muestra en primer lugar, que para el cálculo de tarifas del sistema, se deben identificar todas las redes tarifadas que serán objeto de la tarificación, sean redes concesionadas o no concesionadas. Estas redes pueden ser con distintos modos de transporte, pero que aporten complementariedad o competencia al sistema de transportes. En el caso de autopistas interurbanas, se debe tomar en cuenta por ejemplo, las inversiones y operación de las redes ferroviarias; en el caso de autopistas urbanas el modelo en red debe incluir el transporte público como el Metro y los trenes de Cercanías. Bajo el criterio de tarificación de costos medios de largo plazo de la red, incluyendo redes ferroviarias y Metro, se hace evidente que estas



inversiones pueden ser desarrolladas mediante concesiones o asociación público privada, complementando financiamiento con redes viales tarifadas.

Una vez identificada la demanda del sistema completo, se determinan las inversiones, mejoramientos y ampliaciones de capacidad y seguridad de las redes (en todo el período). Las inversiones corresponden al Plan de Desarrollo de Largo plazo y confluyen aspectos significativos de impacto territorial y ambiental, resiliencia de la red, interconectividad, interoperabilidad, etc. En este momento tenemos una Imagen Objetiva de la red, con sus respectivas demandas de largo plazo y los niveles de inversión, tenemos cual será la demanda que se asigna en el modo ferroviario, cual es la demanda en el modo carretero, cuales son los requerimientos de capacidad de centros logísticos, estaciones de intercambio modal, interconexiones entre redes, etc. Esta etapa es muy importante desde el punto de vista del planeamiento de largo plazo, por ejemplo en relevar nuevos corredores estructurantes (por ejemplo alternativo a la Ruta 5) para crear redundancia en la red, nueva oferta modal (ferroviaria de carga y pasajeros en la macrozona o interzonales), ampliaciones de capacidad en los ejes (criterios de capacidad para doble calzada, terceras pistas, ampliaciones, etc.).

Habiendo obtenido la oferta y demanda del sistema, se modelan los requerimientos de mantenimiento, conservación y operación de las redes, así como las inversiones complementarias necesarias para el servicio: plazas de pesaje, de peaje, seguridad vial, infraestructura de control, etc.).

La última etapa de la fijación tarifaria implica identificar los proyectos individuales, que se interconectarán entre si y serán licitados por concesión. Se establece el modelo negocios, se realizan las modelaciones financieras y de distribución de riesgos para cada proyecto, se establecen los requerimientos de capital, de garantías, covenants y se establece el costo de capital para los proyectos. Posteriormente se calculan los aportes o pagos de cada proyecto a la red (modelo Ruta 5), se establece los sistemas de licitación y los mecanismos de regulación de rentas sobrenormales.



Este es el modelo de la red más robusto, que permite acometer las inversiones de largo plazo, que cubre las necesidades de demanda y que se autofinancia en el largo plazo creando valor económico y social para el país. La última parte del proceso de fijación tarifaria, es una etapa más fina y de aplicación de diversas políticas públicas, sobre todo si ya se han calculado las elasticidades precio y elasticidades ingreso-producto, donde se pueden generar políticas de incentivos y desincentivos. En esta última etapa se calculan las tarifas por congestión, las tarifas diferenciadas por uso de modos y vehículos no contaminantes, la elección de sistemas de cobro, facturación y enforcement, etc.

Tal como hemos visto, la fijación tarifaria debe ser sistémica (red), con objetivos de largo plazo (planes de inversión, demanda, reinversiones, costos de operación y mantenimiento, costos financieros, etc.), intermodal, de autofinanciamiento y que permite generar políticas de reducción de externalidades. Esta metodología de fijación tarifaria, permite cumplir el objetivo fiscal de mayor beneficio social de los proyectos, obteniendo inversiones y conservación oportuna de las concesiones con un cronograma de licitaciones cierto y garantizando el flujo de recursos a través del mercado de capitales.

Lecciones de la experiencia y los desafíos que se avecinan

Después de 25 años de aplicación de la Ley de Concesiones, existe amplio consenso que los programas de inversión a través del mecanismo de asociación público privado han mostrado resultados sorprendentes, en especial en las 3 áreas de transportes, donde el modelo de “pago por uso” fue aplicado exitosamente: el programa de vialidad interurbana, el programa de vialidad urbana y el programa de aeropuertos. Claramente, un modelo regulado de bienes públicos de calidad funcionó apropiadamente, tal como ocurrió en el sector sanitario y portuario.



Es importante reconocer 2 factores que ayudaron al éxito en los programas de concesión del MOP: en primer lugar, para cada programa se definió un Plan de Inversiones concreto, asociado a un déficit de infraestructura real, es así como la construcción de 3.000 Km. de autopistas de calidad fue una meta muy ansiada por los chilenos, tanto como la modernización y ampliación de los principales aeropuertos del país. Estos Planes de Inversión claramente comprensibles para todos los beneficiarios, se asociaron virtuosamente con las tarifas a pagar y los usuarios aceptaron ampliamente el modelo propuesto. Otro factor importante fue la implementación concreta del Programa de Concesiones del MOP. Con rigurosidad técnica e innovación, los programas cumplieron las metas de inversión a tiempo, con licitaciones bien diseñadas y fijación de tarifas que permitieron financiar con holgura la nueva infraestructura y su operación.

Con esta reflexión, a la luz de los resultados después de más de dos décadas, surge el primer y más importante desafío que tendrá el sistema en el futuro. En efecto, si en los noventa las necesidades estaban concentradas en la falta de buenas carreteras, autopistas y aeropuertos, las necesidades en estas áreas ahora son más acotadas. Los requerimientos del país, desde el punto de vista del sistema de transporte y de logística, miran hacia el déficit en ferrocarriles (carga, cercanías de pasajeros y de velocidad media), requerimientos de Metro y tecnologías intermedias, autopistas urbanas en otras ciudades, integración modal urbana e interurbana (centros logísticos, terminales de intercambio, estacionamientos subterráneos interconectados), corredores que amplíen el territorio y den resiliencia a la red y la aplicación de tecnologías inteligentes para la gestión del transporte.

Tal como ha ocurrido en los países desarrollados, las necesidades de infraestructura aumentan más rápido cuando los países crecen. La capacidad y la mayor calidad de esas infraestructuras son las que cambian y es la Administración junto al sector privado, los que deben mirar a largo plazo para detectar las necesidades y oportunidades en una industria en crecimiento. Los contratos de concesión viales han comenzado a terminar, con la necesidad de ser relicitados. Lo que nos deberíamos preguntar es: si las tarifas se mantienen



al mismo nivel de los contratos que vencen ¿cuáles son los Planes de Inversión y Desarrollo que estos costos incrementales están financiando? Es difícil sostener un modelo de tarifas que se mantendrá inalterado sin asociar a un o unos Planes de Inversión definidos y comprensibles por los usuarios. Un modelo de tarifas recaudatorias por parte del fisco (por ejemplo, AMB) o de diseño de inversiones caso a caso, contrato a contrato (por ejemplo Túnel El Melón o Nogales-Puchuncaví) es un modelo que perderá rápidamente legitimidad frente a los usuarios que tienen la percepción que si no hay más inversiones por su dinero, las tarifas deben bajar a los costos de mantenimiento y operación.

Como mencionamos, en primer lugar, el desafío es el planeamiento de largo plazo que permite identificar **Planes de Inversión** como un sistema de red concesionada (la antigua y la nueva), para después identificar los proyectos que serán licitados individualmente. Esto implica que para cada programa (transporte interurbano, urbano y aeropuertos) se defina un modelo que permita obtener nuevas fijaciones tarifarias para los nuevos contratos de largo plazo que financiarán inversiones. El segundo desafío es que esta actividad recurrente (actualizar planes de inversión, estudios de demanda, modelos de mantenimiento y operación, cálculo de costos de capital) y la fijación tarifaria se transforme en un proceso formal en el Estado; que las metodologías queden establecidas como ocurre en el resto de los sectores regulados y que se disponga de una institucionalidad independiente y de largo plazo, que permita salvaguardar la integridad de estos procesos, eliminando la discrecionalidad de las decisiones. Un Reglamento en base a Planes Quinquenales y Decenales unificados entre concesionarios y MOP, que permita un cálculo independiente de tarifas por red y por contrato, eliminaría por un lado la discrecionalidad y la demora en la toma de decisiones, pero además le daría una transparencia y probidad al proceso, que sería un gran aliado para legitimidad del sistema de concesiones para las próximas décadas.

El aprendizaje de estas décadas nos ha enseñado que los procesos son eminentemente dinámicos y que estos se deben trabajar periódicamente. Por ejemplo, los estándares de precios de construcción y expropiaciones hoy son



más altos, obligando a revisar los costos de inversión, de rehabilitación y mantenimiento, esto impactará en las tarifas de largo plazo de los programas de concesión. De la misma forma, se comienzan a incorporar terceras pistas en concesiones interurbanas, que tienen otro nivel de servicio que las dobles calzadas, por lo que se debe reconocer ese estándar en las tarifas. Muchos ejemplos en este sentido nos han mostrado la necesidad de revisar y actualizar las estructuras de tarifas, por ejemplo, el requerimiento urbanístico de soterrar las nuevas autopistas urbanas, el encarecimiento de los costos de túneles y estructuras, los nuevos estándares de seguridad vial y de sistemas de cobro. Todos estos elementos, así como los criterios de redundancia de la red, los nuevos estándares de información y transparencia, equidad territorial, etc. deben ser incluidos técnica y presupuestariamente en los nuevos Planes de Inversión y Desarrollo.

En otro ámbito de cosas, las nuevas tecnologías y las innovaciones en modelos de gestión de transportes inteligentes, son desafíos de calidad para los próximos años. Por ejemplo, en muchas ciudades del mundo los modos de transporte se comienzan a integrar entre sí, con diseños inteligentes y tarifas diferenciadas. La construcción de carriles especializados con tarifas distintas, como por ejemplo carriles bus y vehículos de alta capacidad (3 o más personas), tarifas dinámicas que aumentan cuando la congestión crece, sistemas de gestión de tráfico para limitar accesos, entregar información on line o conectar directamente con estacionamientos, corredores integrados autopista-metro (por ejemplo Vespucio Sur), etc.; todos son ejemplos de significativos aumentos de valor, con la consiguiente disposición a pagar por el servicio de los usuarios.

Tal como mencionamos, las tarifas son un poderoso instrumento para reflejar las externalidades de los usuarios. En varios países las externalidades de la contaminación de los vehículos (quema de combustibles fósiles), el ruido o la intensidad del uso del vehículo están siendo incorporadas como parte de las políticas tarifarias, creando incentivos y desincentivos a los vehículos que mayores costos generan. Muchos países están creando fuertes incentivos (tarificación, impuestos, prohibiciones) para que el parque gradualmente se



comience a transformar a vehículos no contaminantes, como los eléctricos o híbridos. En esta misma línea de ideas, otro desafío es la incorporación de tecnología *free flow* en autopistas interurbanas, permitiendo el cobro por kilómetro recorrido (mayor equidad horizontal), mejorando la comodidad del viaje y entregando un sistema de pago digital de las tarifas más expedito y con mayor información a los usuarios.

1.5 Reflexiones finales

El sistema de concesiones ha sido evaluado como una política pública exitosa, permitiendo ampliar la cobertura y la calidad de los bienes públicos, con estándares de países con mayores ingresos. El modelo de financiamiento mediante el sistema de “pago por uso” o tarificación de las infraestructuras, permitió dar un salto sustantivo en la cobertura y calidad del sistema de transportes, mejorando enormemente la conectividad y movilidad del país.

Los dos grandes activos con que se apoyó el Programa de Concesiones del MOP, fue en primer lugar unos Planes de Inversión concretos y comprensibles a todas las personas, en áreas donde claramente había un agudo déficit de inversiones: vialidad y aeropuertos. Lo segundo, que las tarifas fueron aceptadas por los usuarios, en la idea que su pago permitía un beneficio a través de la disposición a pagar y el ahorro de costos, pero que además las tarifas pagadas financiaban inversiones y costos de una manera justa.

Es hoy en día, cuando una parte importante de los contratos de concesión están terminando y deben relicitarse, donde nuevamente surge la necesidad de contar con una visión de largo plazo que permita diseñar Planes de Inversión en infraestructuras donde los usuarios vean valor en su uso y estén dispuestos a pagar por ella, así como la estimación del costo de capital para el sector (En Anexo VI se presenta una propuesta). Estos planes de inversión deben ampliar la mirada hacia áreas del transporte donde existen agudos déficits de inversión y se requieren con urgencia recursos que financien la modernización de los sectores. Esta es la mirada sistémica que debe tener el



programa de concesiones. Este es el caso por ejemplo de ferrocarriles, que presenta importantes ventajas logísticas para el acceso a ciudades y puertos, pero que sin embargo se ha quedado rezagado en sus inversiones por varias décadas. Una contribución ferroviaria al transporte de carga, de pasajeros en trenes de cercanías y trenes de velocidad media a mayor distancia, sería muy relevantes para equilibrar y complementar la demanda del modo carretero.

La tarificación en el transporte urbano debe avanzar hacia nuevas inversiones, tanto en nuevas tecnologías, otras ciudades con carencia de autopistas urbanas e integración con del modo vial con el modo metro. Las experiencias de otros países para gestionar las externalidades, especialmente la congestión y la contaminación, son de especial relevancia para dar una impronta de mayor calidad a las nuevas inversiones en las ciudades.

La guía de un sistema concesional exitoso está en las manos de la Administración, con la colaboración estrecha del sector privado. Así como hace 25 años, tenemos el desafío de colaborar en una visión conjunta, que nos permita continuar la senda recorrida y contribuir significativamente a un país más desarrollado, más inclusivo y más justo.

Sección II: POLÍTICA DE TARIFICACIÓN VIAL INTERURBANA EN CHILE

II.1 Antecedentes de contexto

El diagnóstico de la situación de infraestructura a los inicios de la década de los noventa, compartido por todos los sectores de la vida nacional, mostraba un importante déficit que era valorado en US\$ 11.075 millones. Lo anterior constituía un obstáculo objetivo al crecimiento económico del país y no se correspondía con los estándares de vida alcanzados por la población y la industria nacional.

Pero no solamente este déficit representaba un obstáculo al crecimiento, sino que el estado actual de la misma significaba pérdidas de competitividad, que según la Cámara Chilena de la Construcción (1994) alcanzaban a la suma de US\$ 1.710 millones anuales. Estas pérdidas anuales se reflejaban en problemas de congestión en Santiago, demoras en carreteras y desgaste en vehículos, demoras en los puertos, daño físico por accidentes, efectos sobre la salud y enfermedades gastrointestinales¹⁴.

En tanto, cifras de la CEPAL indicaban que el mal estado de las carreteras le significa al sector productivo en su conjunto un costo cercano a los US\$ 490 millones anuales por concepto de demora en caminos, mayores gastos de fletes y desgaste prematuro de los vehículos. Por su parte, la Sociedad Nacional de Agricultura, evaluaba que las pérdidas por daños a la fruta durante su transporte por caminos comunales en mal estado, sumado a otros factores ambientales, representan unos US\$ 115 millones al año.

Hubo consenso en los distintos sectores que una vía para hacer frente a la situación era a través de una asociación público privada, que permitiera la inversión, a través del sistema de concesiones, de capitales privados para

¹⁴ Programa General de Concesiones (1996) MOP.



obras de gran envergadura y complejidad, tanto desde el punto de vista de la ingeniería requerida como de su financiamiento. El principio rector de este sistema era el “pago por uso de infraestructura”.

Solucionar este problema, constituía un imperativo de país. Por otra parte, los niveles de inversión requerida eran imposibles de enfrentar con fondos públicos, sin afectar otros proyectos de alta rentabilidad social y los equilibrios macroeconómicos del país que se requería en ese entonces.

La política de concesiones viales introducida hace 20 años en Chile tuvo por objetivo principal el desarrollo de la inversión en infraestructura vial, la cual se consideraba esencial para los fines del desarrollo económico del país. La iniciativa consideró la participación del sector privado en dos importantes aspectos: la construcción/operación/transferencia (BOT) de los caminos al sector privado y el financiamiento de la inversión por parte de los usuarios directos a través de peajes (o tarifas). Un sello valioso del sistema de concesiones como política pública y de gran escala fue la gradualidad que la caracterizó desde sus inicios¹⁵.

De manera particular, el proceso chileno se inicia en el año 1991 con la creación de la Ley de Concesiones aprobada por unanimidad en el Congreso Nacional, la que posteriormente es perfeccionada en 1996 y complementada con mejoramientos a leyes relacionadas de los Fondos de Pensiones, Ley de Bancos y Ley de Compañías de Seguros de Vida¹⁶.. En el año 2010 se perfeccionó la Ley en lo referente a procedimientos de arbitraje, regulación de las nuevas inversiones y su vinculación con los niveles de servicio de las obras, y hace unos meses se han promulgado medidas para que los fondos de

¹⁵ Concesiones de Obras Públicas en Chile: 20 años. MOP (2016)

¹⁶ De manera complementaria, en el año 1998, los Ministerio de Hacienda y de Obras Públicas publican el documento Bono de Infraestructura, que se constituye en un referente obligado para las estructuraciones financieras en Chile a partir de ese momento. Reformas adicionales y complementarias se realizan en 1999 con la Ley de Securitización dónde se autoriza que los flujos de caja, los Ingresos Mínimos Garantizados y los subsidios puedan ser considerados títulos susceptibles de securitizar



pensiones y compañías de seguros de vida inviertan directamente en infraestructura.

El programa de concesiones, ha permitido modernizar de manera importante la infraestructura del país con inversiones que superan los 15 mil millones de dólares (MOP, 2016). Le sigue en importancia el programa de privatizaciones (venta de activos) y de concesión de sanitarias (transferencia de derechos de explotación) que se materializa entre los años 1999 y 2007 con una inversión total de USD 2.500 millones e ingresos recibidos por el Estado de Chile por más de USD 3.000 millones. Desde el 2001, el Estado de Chile ha suscrito nueve contratos con empresas operadores privadas, mediante los cuales transfirió el derecho de explotación de concesiones sanitarias ubicadas en diversas regiones del país.

En el sector portuario se han realizado concesiones de los principales puertos de Chile usando el marco de la Ley de Puertos. La inversión portuaria privada desde 1990 a la fecha totaliza más de USD 2,100 millones en inversiones en 12 concesiones destinadas al desarrollo y operación de frentes de atraque y desarrollos comerciales.

Por su parte, la Empresa de los Ferrocarriles del Estado, inició el año 2004 un interesante proceso de construcción y rehabilitación de infraestructura ferroviaria y de los servicios de señalización, electrificación y comunicaciones de la operación con capitales privados, así como inversiones en el sector de transporte de carga por parte del sector privado. Las inversiones totalizan más de USD 600 millones.

El BID y *Economist Intelligence Unit*, desde el año 2009 han publicado cuatro estudios (2009, 2010, 2012 y 2015) que miden la capacidad y adecuación de 19 países de Latinoamérica y el Caribe para el desarrollo de proyectos bajo asociación público privada (APP). El estudio denominado Infrascopes evalúa básicamente cinco grandes criterios divididos en 19 categorías, de los cuales 15 son cualitativos y 4 cuantitativos basados tanto en fuentes estadísticas internacionales como en textos legales, páginas de internet gubernamentales y



entrevistas. La evaluación considera una escala de 0 a 100, en donde 100 representa un ambiente perfecto para proyectos APP. El país con el mejor ranking de manera consecutiva en los 4 estudios ha sido Chile, lo que refleja su amplia experiencia en este tipo de esquemas, con una baja cancelación de proyectos, así como un régimen legal, reglamentario e institucional razonablemente bien desarrollado.

Todo lo anterior, ha estado sustentado en diseño de políticas en los noventa que combinaron en la dirección correcta elementos derivados de la teoría con la debida adaptación especialmente al sector de infraestructura de transporte en lo referente a elementos de economía de la regulación y elementos de financiamiento de los proyectos (*project finance*), los cuales no pueden ser tratados de manera separada.

II.2 Fallas de mercado e implicancias

La literatura económica clásica muestra que bajo competencia perfecta se obtienen diversos resultados de optimalidad social en la provisión de bienes y servicios. Sin embargo, cuando los supuestos del modelo de competencia perfecta no se cumplen, la optimalidad social de sus implicancias no está garantizada y de hecho muchas veces no se logra.

En la provisión de infraestructura pública, especialmente la de transporte terrestre, se presentan diversas violaciones a los supuestos del modelo de competencia perfecta o fallas de mercado, siendo las principales que presenta características de bien público, monopolio natural y en ocasiones externalidades.

En efecto, la infraestructura es un bien público y por lo tanto se encuentra expuesta al problema del *free rider*, esto es, que cada usuario tiene el incentivo a subaportar en su provisión y que esta se financie con los aportes del resto.



Por otro lado, aparece el problema del **monopolio natural**, al ser más conveniente que un solo agente preste el servicio, principalmente por la existencia de un gran costo fijo dado por la infraestructura.¹⁷

También, bajo ciertas condiciones los usuarios producen costos (beneficios) al resto de los usuarios u otros individuos cuando deciden hacer uso de la infraestructura pública, lo que la literatura denomina **externalidades**. Ejemplos de externalidades son la congestión o las externalidades ambientales en el entorno de una carretera.

En suma, problemas de bien público, monopolio natural y externalidades son los causantes del fracaso de mercado y, por lo tanto, el no cumplimiento de eficiencia en la asignación de recursos. En lo que sigue se revisa en mayor profundidad cada una de estas fallas y sus consecuencias.

II.2.1 FALLA DE MERCADO POR BIENES PÚBLICOS

Una importante falla de mercado¹⁸ se hace presente cuando uno de los bienes presentes en la canasta de consumo de los individuos corresponde a un bien público. La literatura define a un bien público a través de dos características esenciales:

- i) **Consumo no rival.** Esto es, cuando un individuo consume un bien público, por ejemplo, una plaza, no impide que otro también lo consuma.
- ii) **No exclusión.** No es posible excluir individuos del consumo de un bien público.

Bajo estas dos características, la literatura muestra que la provisión y dimensionamiento óptimo del bien público se dificulta, puesto que cada

¹⁷ Para un buen análisis del tema general del monopolio natural véase Train (1993).

¹⁸ Esto es, una situación en que el modelo de competencia perfecta no puede aplicarse pues no se cumplen sus supuestos. En consecuencia, no se tiene garantías de que se cumplan las implicancias de competencia perfecta, en particular, la obtención de máximo bienestar.



individuo tiene incentivos a actuar como *free rider*, esto es, a subaportar en la provisión del bien y beneficiarse de los aportes del resto.

Un conocido resultado en este contexto es la condición de optimalidad de Samuelson,¹⁹ que establece una relación matemática para que la cantidad óptima del bien público sea provista. Se demuestra que, con aportes voluntarios, esta relación no se satisface y por lo tanto, se provee una cantidad subóptima debido al problema del *free rider*. Se requiere definir un mecanismo que garantice que la condición de Samuelson se verifique y claramente, dicho mecanismo no puede ser voluntario.

El problema descrito se agudiza si se considera que la valoración que los individuos tienen por el bien público es información privada y por lo tanto, en la literatura se ha buscado un mecanismo que satisfaga ciertas condiciones mínimas deseables, a saber:

- i) Que los individuos revelen su verdadera valoración como estrategia dominante.
- ii) Que se provea la cantidad socialmente óptima de bien público.
- iii) Que se satisfaga una restricción de autofinanciamiento exacto.

Lamentablemente, Leonid Hurwicz²⁰ demostró que no existe un mecanismo que satisfaga estas tres condiciones, por lo tanto, los mecanismos factibles de provisión de bienes públicos deben relajar alguna de ellas.

Al respecto, una carretera es un bien público y por lo tanto puede aplicársele esta lógica de provisión. Es claro que, debido al resultado de imposibilidad antes descrito, los mecanismos prácticos de provisión se mueven en un escenario a lo más de segundo mejor.

¹⁹ Premio Nobel de Economía 1970.

²⁰ Premio Nobel de Economía 2007.



Es importante notar que las condiciones (i) a (iii) descritas más arriba no garantizan que todos los individuos estén mejor bajo la aplicación del mecanismo. En efecto, la participación en el mecanismo no es voluntaria y por lo tanto es posible que algunos terminen con reducciones en su utilidad luego su aplicación.

Formas alternativas de enfrentar el problema de provisión de infraestructura pública son (a) entenderlo como un bien de club en lugar de un bien público y (b) financiarlo a través de una tarifa por uso.

La noción de “*club goods*” fue introducida por Buchanan en su trabajo “An Economic Theory of Clubs” (1965). Un bien de club, a diferencia de un bien público, se caracteriza porque si es factible la exclusión de los no miembros y por la participación voluntaria de los miembros en el club. A diferencia de la aproximación de bien público, en este caso el problema del *free rider* se atenúa y se asume que cada miembro del club se une a este porque anticipa que le será beneficioso, luego no es posible tener utilidad negativa ex-ante. Esta aproximación requiere, sin embargo, una división arbitraria de los costos de provisión del bien de club utilizando criterios de equidad.

Una lógica alternativa de financiamiento de la infraestructura es vía cobros por uso. Dado que el uso es voluntario se asume que la utilidad de cada individuo aumenta, de lo contrario decidiría no usar el servicio. Sin embargo, el dimensionamiento de la infraestructura debe realizarlo la autoridad exógenamente y puede resultar subóptimo.

II.2.2 FALLA DE MERCADO POR MONOPOLIO NATURAL

Otro de las fallas de mercado se encuentra en el problema del monopolio. Si se considera que la infraestructura de transporte terrestre presta servicios a distinto tipo de usuarios (ejemplo carga versus pasajeros o corta versus larga distancia), cabe modelar el mercado como un monopolio natural multiproducto.

En un escenario multiproducto el concepto de costo medio carece de sentido. Por ello, la definición de monopolio natural alude directamente a la conveniencia de concentrar el vector de producto en una sola firma versus dividir el vector de producción en varias firmas, esto es, *subaditividad* de costos.²¹

Si bien el concepto de subaditividad de costos es el concepto teórico exacto para definir un monopolio natural, en la práctica es muy difícil de verificar. Se recurre por tanto a conceptos más débiles como son las economías de ámbito (*scope economies*²²) y las economías de escala. En presencia de ambas se diagnostica la presencia de un monopolio natural.

Jara y Munizaga (1993) muestran que en Chile existen economías de ámbito y de escala en la producción de servicios de carreteras asociadas a diferentes tipos de vehículos (automóviles, camiones y buses). (para más detalle ver Anexo I).

En un monopolio natural multiproducto, la tarificación a costo marginal de largo plazo de cada servicio podría resultar óptima desde el punto de vista social, pero no permite el autofinanciamiento. Adicionalmente, la presencia de indivisibilidades en la provisión de infraestructura (uni o multiproducto) obliga a recurrir al concepto de costo incremental como aproximación al costo marginal. El costo incremental de un servicio se define como el costo necesario para satisfacer el incremento en demanda del servicio suponiendo que el resto de los servicios de la empresa se mantienen. El concepto es relevante incluso en ausencia de economías de escala y ayuda a precisar el aporte que cada servicio debe hacer al financiamiento de la firma como un todo.

²¹ Panzar y Willig (1977).

²² Se dice que una función de costos presenta economías de ámbito si el costo de la producción conjunta es menor que el costo de la producción especializada. La subaditividad de costos implica economías de ámbito, pero la recíproca no es correcta.

En presencia de economías de ámbito y aún en ausencia de economías de escala, la tarificación a costo incremental de desarrollo de cada servicio no permite el autofinanciamiento pues se requiere asignar los costos comunes y compartidos con algún criterio.²³

En suma, la presencia de monopolio natural multiproducto requiere un proceso complejo de determinación de tarifas. La aproximación seguida en Chile en la provisión de infraestructura de transporte terrestre ha sido la definición contractual de tarifas relativas entre distintos servicios, de manera que los niveles tarifarios queden definidos en una licitación, la que al ser suficientemente competitiva permitiría eliminar o al menos reducir eventuales rentas sobrenormales.²⁴

II.2.3 FALLA DE MERCADO POR EXTERNALIDADES

En el sector transporte se presentan eventualmente algunas externalidades que es necesario mitigar. Una externalidad negativa clásica en transporte, particularmente relevante en vías urbanas, es la de congestión. Ella se asocia al incremento en los costos de viaje del resto cuando un usuario decide ingresar a una vía. Desde el punto de vista económico, los efectos de la congestión han sido tratados en la literatura por Vickrey (1992) de manera general, Hau (1997) en carreteras, Bennathan y Walters (1981) en puertos, Pels y Verhoef (2003) en aeropuertos, entre otros.

²³ Los costos comunes son aquellos imposibles de asignar a subconjuntos de servicios, por ejemplo, los costos de la gerencia de la firma. Los costos compartidos son aquellos factibles de asignar a subconjuntos de servicios, pero imposibles de desagregar entre ellos.

²⁴ En otros sectores la aproximación ha sido diferente. Por ejemplo, en telecomunicaciones se reconoce internacionalmente la existencia de servicios regulados y no regulados. La comunidad europea recomienda tarificar los servicios regulados a costo incremental de desarrollo de largo plazo (LRIC), mientras que los no regulados deben encargarse del financiamiento de costos comunes y compartidos (Recomendación de la Comisión sobre el Tratamiento Normativo de las Tarifas de Terminación de la telefonía Fija y Móvil en la UE, Diario Oficial de la Unión Europea, 7 de mayo 2009).



Otras externalidades negativas relevantes a tener en cuenta en el problema de tarificación son las externalidades ambientales que generan ciertas actividades vinculadas al transporte, especialmente aquellas relacionadas con el daño a la flora, fauna y tierra que producen la construcción de nueva infraestructura de transporte y el daño a la calidad del aire que se produce tanto por la emisión de gases como por el incremento en el material particulado en suspensión (PM10, PM5, PM 2.5). A diferencia de la externalidad de congestión, estas externalidades afectan no solo a otros usuarios de la infraestructura, sino también al entorno donde se sitúa la obra.

Por el lado de las externalidades positivas, la nueva infraestructura puede producir mejoras en bienestar debido a la reducción de la accidentabilidad o el aumento en el valor del suelo en el entorno de las obras.

Un caso de amplio debate ha sido la evidencia empírica en la cual se muestra que los costos externos derivados de la congestión, accidentes y problemas ambientales como ruido, impacto visual y polución, pueden ser reducidos fuertemente si una parte del tráfico terrestre por carreteras se transfiere al sector de ferrocarriles. La denominada externalidad positiva intermodal ocurre debido a que el modo carretero no internaliza todos los costos externos asociados a su actividad (sólo en parte a través de los impuestos específicos al combustible) y por lo tanto las tarifas socialmente óptimas del modo de transporte ferroviario pueden ser menores al del sector carretero debido a la incorporación de manera explícita de esta externalidad positiva.

II.3 Eficiencia y equidad

La política de cobro por uso tiene como alternativa al financiamiento a través de impuestos generales, incluyendo en este caso la variante de endeudamiento público que implica a la larga un pago a partir de impuestos futuros (Principio de Equivalencia Ricardiana).



La elección del instrumento para financiar la inversión de infraestructura responde a diversos criterios: escasez y eficiencia en la asignación de recursos; equidad; costos de administración del sistema, es decir de la forma de pago de los usuarios en las plazas de peaje para el caso interurbano y con peaje electrónico en el caso de autopistas urbanas.

El criterio puro de eficiencia recomendaría que los costos fijos (ie, el componente más importante de los costos) de la inversión de infraestructura se financie con impuestos generales si los tributos tuviesen un impacto neutro sobre la asignación de los recursos. Ello en la medida que hay costos de eficiencia asociados al cobro directo, los cuales se derivan del hecho que es eficiente maximizar la utilización del camino (en ausencia de congestión) una vez que se ha construido, debido a que los costos incurridos en la construcción son "hundidos". En cambio, el cobro directo racionaliza el uso de la infraestructura y excluye a usuarios que podrían aprovechar la obra sin provocar costos a terceros.

Sin embargo, los impuestos sí poseen costos de eficiencia en la medida que desincentivan decisiones de producción e inversión y provocan distorsiones en los precios relativos. Estos costos tendrían que ser evaluados en relación a aquellos asociados al cobro directo para determinar la mezcla óptima de financiamiento desde una perspectiva de eficiencia.

Hay un argumento adicional de eficiencia a favor del cobro directo. En efecto, esta modalidad de cobro internaliza los costos de la inversión en los usuarios, lo cual disciplina las decisiones de inversión y de localización asociadas con la obra de infraestructura. Así, el proyecto de inversión se debe realizar en la medida que los beneficios asociados a su uso superen a los costos de construcción y operación. Tal práctica se garantiza en la modalidad de cobro a los usuarios: el financiamiento con peajes estará disponible en función de los beneficios de la obra. En cambio, recurrir a los impuestos diluye la asociación entre beneficios y financiamiento, pudiendo ser el caso que se realicen obras de baja o negativa rentabilidad (costos mayores a los beneficios) dada el difuso control que existe cuando los recursos son de uso general. Un argumento

similar se aplica a las decisiones de localización que toman los agentes privados, donde la correcta asignación de recursos necesita que se consideren en forma apropiada los costos de acceso a la localidad elegida. Tal práctica se asegura en el caso del cobro directo y se diluye cuando el financiamiento se efectúa a través de impuestos.

De esta forma, es posible concluir que el criterio de eficiencia tiende a favorecer el cobro directo por el uso de la infraestructura vial. Tal recomendación se torna definitiva al examinar el criterio de equidad. Para tal efecto sabemos que existen dos principios generales de equidad aplicados a la esfera de la política tributaria y de cobro por los servicios de naturaleza pública: equidad horizontal, o igual trato a los iguales, y equidad vertical o trato más favorecido a las personas de menores recursos²⁵.

El principio de equidad horizontal recomienda el cobro directo para financiar la infraestructura vial. Al respecto tenga presente que la mayor parte de los bienes y servicios que se producen en la economía son asignados a través de su adquisición por parte de los usuarios. Existen poderosos fundamentos teóricos avalados por hechos estilizados que validan la modalidad de la asignación de recursos a través del mercado como la forma más eficiente de organización de las economías y, por tanto, más eficaz para fines del crecimiento y posibilidades de bienestar de la población. Adicionalmente, en la medida que la infraestructura vial interurbana provee un servicio cuyos beneficios son valorados por parte de los usuarios, dado que resulta técnicamente factible practicar el cobro por la utilización de los caminos, se sigue que es absolutamente legítimo postular la pertinencia del cobro directo para efectos de financiar la producción y operación de la obra. ¿Por qué habría que omitir tal práctica cuando por otra parte se cobra a los usuarios por el uso y adquisición de bienes y servicios de naturaleza más básica y consumo más masivo, como es el caso de los alimentos y del vestuario, entre otros muchos ejemplos?

²⁵ Ver Musgrave, R. y P. Musgrave (1991)

Por lo demás, el cobro por los caminos es más que compensado por los beneficios asociados a su utilización. En efecto, la construcción o ampliación de un camino se realiza después de evaluar el proyecto y asegurarse que los beneficios superen a los costos involucrados. En ausencia de externalidades ello significará que los beneficios privados superan a los costos, de lo que se sigue que por norma general quién utiliza el camino está derivando beneficios que superan al cobro asociado.

Por otra parte, en el caso que se verifiquen externalidades se establece que el cobro a los usuarios se limite a los beneficios privados, de modo que el argumento procede de igual forma. De una u otra manera el usuario se beneficia en términos netos. Puesto así, la opción “realizar la inversión y que se cobre por ella” debe serle preferida al usuario a la alternativa “no inversión, no cobro”, tal como sugería Coase.²⁶

En cambio, el criterio de equidad vertical justifica prácticas de exención de impuestos y el otorgamiento de subsidios a las personas de menores recursos. Este último es el caso de servicios como la salud, educación y la vivienda, los cuales se disponen en forma gratuita o fuertemente subsidiada para la población de menores ingresos dado su carácter de satisfacer necesidades básicas. Ciertamente este no es el caso de la infraestructura vial. Los pobres por lo general, debido a su alto costo, no tienen vehículos particulares para desplazarse entre centros urbanos, a la vez que el cobro a los vehículos de transporte colectivo tiende a diluirse entre sus muchos usuarios. Lo mismo ocurre en el caso del transporte de carga, puesto que el recargo a nivel de consumo individual que por efecto de los peajes experimentan los bienes y servicios es de orden menor. Todo ello sin considerar que el ahorro por combustible y tiempo derivados de la mejora de la infraestructura puede más que compensar el efecto del peaje sobre las tarifas de los vehículos de carga y

²⁶ Aun cuando existe un problema en la determinación del estándar del camino. La especificación del camino determina el monto del cobro; a mayor calidad y cobro se excluye a parte de la población del uso del camino. El carácter indivisible de la inversión obliga a tomar una decisión (un estándar) al respecto.

locomoción colectiva. Las evaluaciones sociales ex ante lo han predicho de esa forma, y los hechos estilizados lo han comprobado. En 25 años, reclamos por parte de camioneros o grupos de presión por el cobro de peajes ha sido escaso.

Lo anterior implica que tanto el criterio de equidad horizontal como vertical recomiendan el cobro directo para financiar con peajes la inversión de infraestructura. Tal recomendación se fortalece aún más cuando se considera que la fuente alternativa de financiamiento (*funding*), el cobro de impuestos, sería perjudicial para la población de bajos ingresos. En efecto, estudios recientes de incidencia distributiva han mostrado que en Chile las familias destinan un porcentaje relativamente similar de su ingreso al pago de impuestos, independientemente del estrato socioeconómico²⁷. Lo anterior implicaría que una política de financiamiento de la infraestructura que se basara en impuestos generales afectaría a los pobres en mayor medida que la política de cobro directo, dado que en el primer caso pagan en proporción a su ingreso y en el segundo en proporción a su uso, que puede ser bajo o incluso nulo. Es altamente probable que una familia en pobreza en Chile no tiene un vehículo que circule por una carretera interurbana ni una autopista urbana

Hay dos casos que es necesario examinar con mayor detalle para asegurar que la política de cobro de peajes no afectaría a las personas de menores recursos. En primer lugar, está el tráfico interurbano contiguo a las grandes ciudades, que generalmente sirve como conexión a distintas partes de la ciudad, o de la misma con áreas satélites. Es posible que el cobro impacte aquí negativamente sobre familias de ingresos bajos (pero no pobre) que tienen algún medio de transporte - o de uso productivo. En este caso es recomendable la habilitación de rutas alternativas para su utilización por parte de este tipo de tráfico. Un segundo caso a examinar lo constituye el acceso a localidades específicas, que podrían sufrir un deterioro dependiendo de la

²⁷ Ver Larrañaga y Rodríguez (2014)



forma de cobro. Este caso podría requerir el diseño de algunas políticas compensatorias.

Habiendo considerado los casos particulares descritos en el párrafo anterior se concluye que en términos generales el cobro directo es recomendado por razones tanto de eficiencia como de equidad. Esto no implica que las personas estarán dispuestas a pagar si se les da la oportunidad de decidir. Un argumento de economía política (análisis de ganadores y perdedores) establece que los grupos que enfrentarán los nuevos pagos tenderán a oponerse a los mismos, por la sencilla razón que no han pagado en el pasado y porque preferirían seguir sin pagar. Aún cuando valoren la inversión; su ranking de preferencias sería: (i) inversión y no pago; (ii) inversión y pago; (iii) no inversión y no pago.

Al respecto es importante que la autoridad tenga clara las razones de bien común que recomiendan el pago directo para hacer valer tales argumentos al momento de discutir con grupos que representen intereses específicos al momento de la relicitación de concesiones cuando sea necesario “discutir” y socializar el valor de los nuevos peajes.

Establecidas las razones que fundamentan el cobro queda la tarea de establecer la estructura de pago. Al respecto, la aplicación del criterio general de equidad horizontal, que pague quién se beneficie, recomendaría que la estructura de cobro considere dos variables: (a) el largo del recorrido, a partir de un cobro parejo por kilómetro (suponiendo por ejemplo, que los costos de la inversión son relativamente homogéneos a lo largo de la ruta 5, este un caso de equidad espacial); (b) el costo marginal de uso del camino, lo cual implica cobrar en proporción al deterioro que provocan los distintos tipos de vehículo sobre el camino.

Toda la discusión anterior ha procedido sobre la base que es factible en términos técnicos el cobro por el uso de la infraestructura vial. Esto es, que los costos de administración e implementación del sistema de cobro son menores en relación a los ingresos a recolectar y costos del camino a financiar. Ello es



así en el caso de la infraestructura vial interurbana, aun cuando su aplicación pueda requerir el proceder en forma más gruesa a la recomendada en el último párrafo.

A manera de corolario cabe establecer algunas diferencias entre los caminos interurbanos y otros bienes públicos o semi-públicos. Es así que un caso diferente lo proveen las vías urbanas sujetas a congestión; aquí, el criterio de eficiencia recomienda el cobro directo para racionar la oferta entre los múltiples usuarios, dónde los costos de congestión se agregan a los demás costos del camino. En cambio, el caso del camino interurbano corresponde a un bien que no es rival en el consumo, no está saturado (salvo en fines de semana largos) pero donde la exclusión (cobro) es posible. Alguien podría ahora preguntar: ¿por qué entonces no cobrar por el acceso a los parques y plazas, que también corresponden a bienes públicos, pero factibles de ser cobrados? La respuesta tiene dos componentes. Primero, a diferencia de las vías interurbanas las plazas y parques son utilizados por personas de bajos recursos, por lo cual el criterio de equidad vertical se activa y recomienda que no se cobre por su acceso. Segundo, y más fundamentalmente, se puede argumentar que las plazas y parques constituyen espacios públicos, cuyo uso depara beneficios que van más allá de los asociados a su consumo individual. En términos técnicos tal propiedad corresponde a una externalidad que aconseja su financiamiento social antes que individual, de manera de no restringir su utilización. En definitiva, la posibilidad de cobro por un bien público no es argumento para que su cobro sea haga efectivo, a menos que existan razones de bien común que así lo establezcan, como ocurre en el caso de los caminos interurbanos.

II.4 La incorporación del sector privado y las características del negocio concesional para la definición de tarifas

Todo el marco anterior sobre fallas de mercado, equidad y tarificación se ha desarrollado en un escenario neutral respecto a la participación del sector privado en la provisión de infraestructura. Sin embargo, en el caso de Chile,



dónde se ha desarrollado una política pública explícita de concesiones, la forma como tarifcar las concesiones requiere tomar en consideración el diseño y los aspectos principales de una concesión.

La principal característica de un negocio de concesiones es que es de largo plazo, el activo principal no es de propiedad de la empresa concesionaria, sino que es el Estado, y existen riesgos del proyecto que son compartidos entre la entidad pública concedente y el sector privado.

Por lo tanto, la incorporación del sector privado al ámbito de la infraestructura pública requiere necesariamente financiamientos de largo plazo tanto desde el punto de vista de la deuda como de los aportes de capital accionario (*equity*).

Si definimos como I al valor presente de la inversión a precios de mercado en construcción y rehabilitación de infraestructura, D al nivel de deuda y C al nivel de capital entonces deber ser cierto que $I = D + C$.

Desde el punto de vista financiero las ganancias para una empresa privada que participa en el negocio de las APP está determinada por la utilidad que obtiene principalmente en la etapa de construcción - que bordea el 20% - más la utilidad obtenida en la etapa de explotación u operación, la cual está asociada a la rentabilidad obtenida por el capital, expresada en la tasa interna de retorno del inversionista.

La experiencia internacional muestra que el nivel de apalancamiento en proyectos de infraestructura es en promedio 30-70, es decir 30% es aporte de capital propio y 70% es financiamiento con deuda.

Para que el negocio privado tenga sentido el nivel de deuda y de capital debe ser remunerado a precios de mercado. El nivel de remuneración o retorno de cada agente financista está directamente relacionado con el riesgo subyacente del proyecto y de las condiciones de mercado.

Generalmente el financiamiento de la porción de capital proviene de aportes de los socios de la empresa concesionaria o de propósito especial (SPV) que se



crea para este efecto. Por su parte, a nivel internacional los socios o los sponsors de la concesión están compuestos por empresas constructoras internacionales (distintas al país de origen) que se asocian en un porcentaje menor del 50% con una empresa constructora local.

Las ganancias de corto plazo para los socios de la compañía concesionaria provienen de las utilidades de la construcción. Un porcentaje de dichas utilidades, no más allá del 35% se dejan como aporte inicial de capital del *equity*, el resto del capital proviene generalmente a través de crédito de la casa matriz, y/o con ingresos por peajes desde el inicio de la concesión.

Para el financiamiento de la deuda de largo plazo, las empresas privadas que toman parte de acuerdos de concesión normalmente tienen a su disposición al menos dos grandes alternativas de financiamiento de los proyectos, con características muy diferentes: el crédito bancario (local o internacional) y el financiamiento con mercado de capitales (local o Internacional), dentro del cual destaca la emisión de bonos.

Un elemento central para que los financiamientos se materialice es que el contrato de concesión debe ser estructurado de tal forma que sea bancable. Se entiende por bancabilidad de un contrato, laxo sensu, al conjunto de condiciones jurídicas y económico-financieras endógenas y exógenas que permiten que más de un agente del mercado bancario o del mercado de capitales o ambos a la vez, estén dispuestos a otorgar a un costo y garantías razonables dadas las condiciones de mercado los recursos necesarios para el financiamiento del proyecto. Se entiende por bancabilidad, estricto sensu, a la misma definición anterior, pero en la cual los agentes financieros no exigen de manera directa garantías reales - activos físicos o recursos monetarios de garantías en depósito en una cuenta o garantías corporativas - que respaldan la principal fuente de pago del proyecto. Bajo esta definición estamos en un esquema de Project Finance.

El *Project Finance*, es una modalidad de financiación donde cuya principal fuente de pago es el flujo de caja que generará el proyecto y cuando se



estructura sin recurso o con recurso limitado contra el concesionario privado que patrocina el proyecto. Normalmente, el concesionario responde en casos en que debe garantizarse la etapa de construcción o cuando debe evitar perjuicios sobre el flujo de ingresos del proyecto.

La deuda contraída por el proyecto no es considerada deuda corporativa del patrocinador, lo cual permite a éste implementar diversos proyectos sin copar su capacidad de endeudamiento. Es decir, se trata de una deuda “fuera de balance” (*off-balance sheet*). Por esta ventaja los inversionistas potenciales están dispuestos a incurrir en un proceso de financiamiento más complejo, largo y costoso como el que supone una concesión, pero que a la vez les presenta este atractivo especial pero también una dificultad adicional.

Generalmente, mediante la estructuración legal y financiera se logra obtener un menor riesgo que el de un “proyecto puro”. Dependiendo del conjunto de características de cada proyecto, hay que evaluar el tipo de estructuración más apropiada y sus costos y beneficios, para acceder al mercado bancario y/o mercado de capitales.

La estructura financiera busca asegurar que el proyecto tenga una adecuada fortaleza financiera para el nivel de riesgo objetivo que se busca alcanzar. En este sentido la estructura financiera debe ser capaz de cumplir con el servicio de la deuda, incluso bajo escenarios de stress financiero.

Si se asume el principio de que el contrato de concesión está primordialmente dirigido a los financistas de la deuda – con el objeto de darles las seguridades máximas de que el proyecto va a generar la capacidad de repago del endeudamiento - y, por lo tanto, la preocupación inicial es su bancabilidad - entonces la orientación hacia la irrevocabilidad e incondicionalidad de los desembolsos comprometidos debe ser una condición suficiente que asegure el financiamiento de largo plazo de la concesión, asumiendo que no se alteran ni el nivel de riesgo país, ni el marco regulatorio, ni la situación de la economía y su clima de inversión, vigentes al momento de realizar la emisión de un bono o firmar el contrato de crédito bancario de largo plazo. En el sentido anterior, resultan extremadamente relevantes las cláusulas que regulan las causas y



efectos de una terminación del contrato en sus diferentes etapas, y por cierto las tarifas y los mecanismos de pago que establece el contrato.

Hay elementos que permiten distinguir con claridad cuándo un proyecto puede ser financiado a través de este tipo de esquema y qué le hace diferente de otras modalidades, como por ejemplo financiamiento corporativo o securitización de flujos. Estas condiciones, de tipo jurídicas, económicas y financieras, en el marco de un contrato de las concesiones, hacen necesario que dicho contrato sea claro en sus cláusulas y en los efectos que se producirán, asimismo en que asegurar la viabilidad del modelo del negocio en el tiempo.

- Por ejemplo, regulación de la terminación del contrato, dado que la terminación del contrato elimina la fuente de repago del financiamiento que otorgarían los financistas, el contrato de concesión debe disponer claramente de los mecanismos por los que, en caso de terminación del contrato, el concedente cumplirá con las disposiciones contenidas en el mismo por las cuales está obligado a efectuar un pago por terminación directamente a las instituciones financieras independiente y distinto a cualquier pago que el concedente deba hacer al concesionario.
- Asimismo, el contrato de concesión debe contener explícitamente una definición usual de fuerza mayor, es decir, eventos que no están dentro del control razonable de la parte afectada y que, a pesar de ejercer una diligencia razonable, dicha parte no está en condiciones de impedir o evitar. Esta definición deberá incluir, además de los eventos comunes de fuerza mayor asociados a eventos de la naturaleza o terceros ajenos a la concesionaria, a cambios en la normativa aplicable y acciones gubernamentales en la medida en que estos eventos no sean causados por el concesionario e impidan el cumplimiento de las obligaciones que ha asumido en virtud del contrato de concesión.
- Equilibrio económico-financiero. La disposición sobre el equilibrio económico-financiero debe incluir que todos los cambios a la normativa

aplicable estén protegidos y no solamente aquellos cambios que no se vinculen a las normas que regulan los actos de poder ordinario sobre la relación contractual.

- Contratos con terceros. Las instituciones financieras, o cualquier otro acreedor, no deberán estar sujetos a ninguna limitación. En general colocar requisitos sobre limitaciones no es práctica usual y no refleja las prácticas seguidas por las instituciones financieras. Por ejemplo, sería bastante inusual que cualquier institución financiera aceptara someterse a las sanciones contenidas en el contrato de concesión o renunciara a todos y cada uno de sus reclamos presentes y futuros frente al concedente, incluyendo aquellos que no relacionen en modo alguno con el financiamiento.
- Indemnización. Las disposiciones sobre indemnización deben incluir que el concedente solamente sea responsable de indemnizar al concedente por demandas, demoras, reclamos o daños derivados del contrato de concesión como resultado de un incumplimiento por parte del concesionario que no sea causado por dolo o culpa del concedente. Asimismo, en ningún caso el concesionario debiera ser responsable de actos u hechos cometidos por las instituciones financieras que de acuerdo con las leyes pertinentes corresponda a dichas instituciones asumir esa responsabilidad.
- Consentimiento para la cesión. Antes de efectuar el financiamiento, el concedente deberá dar su consentimiento para la creación y perfeccionamiento del paquete de garantías que las instituciones financieras deban proporcionar en relación con el financiamiento, así como par ala potencial ejecución de las mismas. El paquete de garantías forma parte integral del financiamiento y, por tanto, todas las aprobaciones necesarias para la creación y perfeccionamiento de todas las garantías otorgadas en relación con el financiamiento deben obtenerse antes del cierre del mismo. Asimismo, la capacidad de las instituciones financieras para ejercer sus derechos, relacionados con

esas garantías en el futuro no puede estar sujeta a ninguna condición previa que pudiera dificultar el ejercicio de tales derechos, por lo que deberá establecerse la autorización para la ejecución de las garantías a la vez que se autoriza su constitución a favor de las instituciones financieras.

- **Requerimiento del seguro.** El contrato de concesión deberá disponer que en caso de la que el concesionario reciba una indemnización así como cualquier otro monto pagado por una compañía aseguradora correspondiente como consecuencia de un siniestro, entonces las instituciones financieras, debieran decidir si dicho monto se utiliza para reparar la infraestructura o se emplea para pre-pagar el financiamiento.
- **Arbitraje.** El contrato de concesión debe incluir definiciones de disputas técnicas y no técnicas a fin de determinar claramente el mecanismo de resarcimiento a alguna de las partes o de la terminación de la relación contractual, apropiado para cualquier disputa que pueda surgir.
- **Garantías a favor de los acreedores.** El contrato debe regular el derecho de la compañía a otorgar en hipoteca o prenda su derecho de explotación de la concesión, en garantía de las obligaciones asumidas con las instituciones financieras o acreedores. Se debe estipular el procedimiento a seguir para obtener la autorización para la constitución de la hipoteca o prenda y el procedimiento para su ejecución. También en algunos casos, es altamente recomendable que el gobierno proporcione una garantía de ingresos mínimos que se oriente a los prestamistas para facilitar el financiamiento de largo plazo.
- **Medidas de seguridad financieras:** Hay una serie de mecanismos que otorgan al proyecto la flexibilidad necesaria para adaptarse a los diferentes escenarios y que permiten al financista controlar la evolución del proyecto, estas se denominan medidas de seguridad financiera. Se muestran en Anexo III.

II.5 Elementos a considerar en la fijación tarifaria

Varias consideraciones deben realizarse respecto al contexto en que se realiza la definición de tarifas en infraestructura de transporte terrestre. Las más importantes en este documento son las externalidades de red, consideraciones de eficiencia, las consideraciones de equidad y la condición de borde del problema dada por los esquemas tarifarios y de asignación inicialmente aplicados. En esta sección discutiremos brevemente estos tópicos.

En relación a las **externalidades de red**, en efecto una red vial está constituida por un conjunto de arcos que permiten el desplazamiento entre pares origen-destino. Un nuevo arco o ampliación de capacidad de un arco genera valor a la red, pero su relación con los arcos existentes puede ser de complementos o sustitutos. En este sentido, las tarifas en los arcos no son independientes y existen objetivamente externalidades de red que deben ser consideradas en el problema de tarificación.

Como se ha indicado, en relación a las **consideraciones de equidad**, existen dos principios generales aplicados a la esfera de la política tributaria y de cobro por los servicios de naturaleza pública: equidad horizontal, o igual trato a los iguales, y equidad vertical o trato más favorecido a las personas de menores recursos.

En relación a las **condiciones de borde** del problema relacionadas a los esquemas de asignación y tarifarios vigentes en Chile al 2016, cabe mencionar que las licitaciones han sido la solución desde hace muchos años en mercados en los cuales no existe competencia pero si es factible generar competencia por el derecho a proveer un bien o servicio.

En el caso particular de una licitación de una concesión de infraestructura pública, la autoridad convoca a un proceso competitivo por el derecho a proveer monopólicamente un servicio durante el período de concesión y bajo las reglas fijadas en el contrato. La competencia permite que en el proceso las

rentas del adjudicatario se disipen si el proceso es suficientemente competitivo. Existen varias alternativas para seleccionar una variable económica por la cual se compite y que define al futuro concesionario.

La vinculación entre regulación económica y licitación ha sido desarrollada inicialmente por Chadwick (1938) y reformulada por Demsetz (1968). En efecto, con especial rechazo a acciones regulatorias por parte de los gobiernos, Demsetz propone que en lugar de regulación tarifaria, la autoridad delegue las tarifas en la competencia por el derecho de ser monopolio.²⁸ Bajo esta lógica, el licitante que oferte el menor precio se gana el derecho a ser monopolista por un período de tiempo fijado a priori por la autoridad.

La aproximación a la Demsetz, sin embargo, no puede utilizarse proyecto a proyecto, pues en algunos de ellos la presencia de infraestructura existente en un arco de la red hubiera generado tarifas muy inferiores a otros arcos en que la infraestructura final resultaba similar.²⁹ Para abordar este problema, la autoridad recurrió al concepto de pagos por infraestructura existente, pero eso se utilizó de manera ad hoc, sin definir una institucionalidad tarifaria explícita ni en vías urbanas ni en interurbanas.

Por otra parte, la duración de los contratos de concesión ha sido típicamente inferiores a la vida útil de las obras. Esto lleva a la dificultad de definir las tarifas eficientes cuando la concesión termina, puesto que los costos fijos estarían ya pagados y por lo tanto, aparentemente correspondería bajar las tarifas a costo marginal (o costo incremental en presencia de indivisibilidades). Volveremos sobre este argumento en la propuesta metodológica para las tarifas del sector.

Finalmente, en los procesos tarifarios de concesiones fue necesario incorporar consideraciones de libre competencia y de economía política. Quizás el caso más evidente de ello, fue que la autoridad de libre competencia de la época

²⁸ Competir por “la cancha” y no en “la cancha”.

²⁹ Ver por ejemplo en Anexo I el caso de la Ruta 5 y los ocho tramos en que fue licitada.



limitó a 4 el número de tramos que un operador se podría adjudicar en la Ruta 5, la que estaba dividida en 8 tramos.

II.6 Política tarifaria en Concesiones Interurbanas

Habida consideración de la dificultad de tarificar por el uso de infraestructura vial considerando el costo marginal de largo plazo (primer mejor) entonces surge la necesidad de tarificar en una condición de autofinanciamiento (denominada Segundo mejor). Acá es importante indicar que la política tarifaria implica el cálculo del nivel tarifario, su sistema de reajuste y su adaptabilidad en el tiempo.

Para el nivel tarifario, que es el punto de partida, debemos preguntarnos cuál es el grado de pérdida de eficiencia económica de pasar de un primer mejor a un segundo mejor. Se consideró en su momento que la elasticidad precio por circular en carreteras era bastante alta, alcanzando incluso niveles de perfecta inelasticidad en ciertos tramos, y por lo tanto tarificar a costo medio no generaba pérdidas de eficiencia económica sustantivas.

En términos simples, **tarificar a costo medio de largo plazo de la red** o de autofinanciamiento, significa calcular una tarifa que permita al monopolista o concesionario financiar las inversiones iniciales, los costos de operación y de mantenimiento y el costo de capital que compense el riesgo que está asumiendo.

Lo anterior se traduce en diseñar un modelo económico financiero al cual se le ingresan parámetros de inversión, demandas por tipo de vehículo, tasas de crecimiento vehicular, costos y tasas de descuento, y se calcula la tarifa que resulta de calcular el Valor Actual Neto (VAN) igualándolo a cero, y despejando la tarifa resultante.

Obsérvese que al ser el VAN una sola ecuación, es posible solamente despejar una sola tarifa. Sin embargo, sabemos que, en una carretera, hay 4 tipos de



tarifas. ¿Entonces como con una sola ecuación es posible obtener 4 tarifas distintas (P , P_2 , P_3 y P_4)?

La respuesta pasa por dejar una tarifa base como incógnita (vehículos livianos), y dejar el resto de las tarifas en función de la tarifa base conformándose así un vector tarifario. De esta forma, este vector puede ser representado por una sola expresión que relativiza las tarifas (peajes) en función de un sólo escalar P

Para obtener los ponderadores para los 4 tipos de vehículos se utilizaron los costos marginales calculados en un estudio de JD., y están dados por el vector $C_k = (C_1, C_2, C_3, C_4)$. De esta forma haciendo

$$P_2 = \left(\frac{C_2}{C_1}\right) \times P_t, \quad P_3 = \left(\frac{C_3}{C_1}\right) \times P_t, \quad P_4 = \left(\frac{C_4}{C_1}\right) \times P_t$$

El vector usado fue $C = (2.75; 4.96; 8.57; 4.95)$ y los ponderadores relativos fueron respectivamente $1.8 = 4.96/2.75$; $3.2 = 8.57/2.75$, y $1.8 = 4.95/2.75$.

De esta forma $P_2 = 1.8 \times P$; $P_3 = 3.2 \times P$ y $P_4 = 1.8 \times P$. Teniendo relativizada las tarifas a un solo precio P entonces es posible y posteriormente reemplazarlo en P_2 , P_3 y P_4 .

Debido a que los modelos financieros se realizan en UF, y la tarifa se paga en pesos, entonces, la política de reajuste tarifario se realiza en función de la evolución del IPC cada 12 meses.

Una vez calculadas las tarifas de autofinanciamiento, y diseñando un modelo de negocio considerando además de las tarifas y su sistema de reajuste, toda la regulación que indica la Ley de Concesiones respecto al contrato de concesión, especialmente aquellos relacionados a los riesgos que cada agente asume, se procede a licitar el proyecto y testear de esta forma la razonabilidad del cálculo tarifario. En Anexo II se ofrece una síntesis sobre métodos internacionales de tarificación de carreteras.



Sección III: TARIFICACIÓN EN AUTOPISTAS URBANAS CONCESIONADAS

III.1 Antecedentes

El crecimiento económico de Chile cercano al 7% en la década de los noventa provocó una fuerte presión por mayor infraestructura que los fondos públicos no estaban disponibles para enfrentarlo. La vialidad urbana no fue la excepción. En esa década el parque automotriz en Santiago crecía a tasas del 10% anual, y por otra había un déficit de vías expresas planificadas para la ciudad.

Asimismo, en la década de los 90, en la ciudad de Santiago se concentraba una población superior a los 5 millones de habitantes repartidos en 34 ocupaban 65,000 hectáreas. Cada año se incorporaban a la ciudad 25,000 nuevos hogares y múltiples actividades otras actividades que en conjunto hicieron crecer la ciudad en más mil hectáreas por año.

Este rápido crecimiento de la población urbana en grandes extensiones de territorio y el mayor nivel de actividad derivado del sostenido crecimiento económico de los 90, provocaron una mayor demanda por infraestructura de transporte, y dado que no había inversión pública que atendiera esta demanda, generaba un progresivo deterioro de la calidad de vida de la ciudad que se manifestaba en el aumento de la congestión vehicular y de la contaminación atmosférica.

En estas condiciones, la ciudad de Santiago estaba sufriendo pérdida de eficiencia, lo que representaba un problema de urgente solución, la que claramente no era sólo actuar sobre la oferta de transporte, sino que además sobre su demanda (necesidad de acortar viajes, de racionalizarlos, de promover fuertemente el uso del transporte público, entre otros).

Para lo anterior, se diseñó en el Ministerio de Obras Públicas, un Programa de Concesiones Viales Urbanas orientado a a realizar grandes inversiones para

reducir el déficit de infraestructura para la ciudad de Santiago. Este programa se planificó en el marco del Plan de Transporte Urbano para la ciudad de Santiago.

La posibilidad de que estas vías se construyeran y mantuvieran un financiamiento privado a través de la modalidad de concesiones era una oportunidad única para completar la red vial estructurante planificada en la década del 60 a través del Plan Regulador Metropolitano de la ciudad de Santiago, que se encontraba materializado en un 60% a comienzos de los noventa.

III.2 Resultado de las licitaciones

Durante el año 1997 se dio inicio al proceso de precalificación al Programa de Concesiones Urbanas. Las empresas precalificadas fueron 9³⁰ y las empresas que presentaron ofertas fueron 4 por proyecto. La apertura de las ofertas económicas se realizó entre diciembre 2000 y julio 2001. Los contratos de concesiones fueron a 30 años.

El resultado de las licitaciones se muestra en el siguiente cuadro. La variable de adjudicación fue quien ofrecía un mayor Pago por Bienes y Derechos al Estado (BD):

CUADRO 1: RESULTADO LICITACIONES PROGRAMA CONCESIONES URBANAS

Proyecto	Kms.	Inversión (MMUS\$)	N° Licitantes	Fecha de Adjudicación	BD Pagos al Estado (MMUS\$)	Compañía Adjudicataria
Costanera Norte-Kennedy	38	380	4	Dic-99	17	Impregilo/ Fe Grande (Atlantia SpA /CPP)
Sistema Norte-Sur (Eje Norte-Sur General Velásquez)	61	440	4	Ago-00	120	Dragados/ Skanska (Abertis/AIMCo)
A. Vespucio Sur	24	270	4	Jun-01	55	Sacyr/ Acciona

³⁰ Ecorutas (Cintra – Agroman), Sacyr FCC, Groupe GTM, Todini Costruzioni Generali S.P.A., Bouygues -Besalco, Impregilo-Fe Grande -Tecsca, Acciona-Necso, Grupo Dragados, Hochtief Aktiengesellschaft

						(Atlantia SpA /CPP)
A. Vespucio Norte	27	250	4	Dic-01	90	Dragados/ Hochtief (Brookfield Asset Management)
TOTAL	150	1.340			282	
Obras Financiadas por el Estado					-80	
Beneficio Neto para el Estado					202	

Fuente: Elaboración propia en base a información MOP. Entre paréntesis, nuevos accionistas que se incorporan en la etapa de explotación de la concesión.

III.3 Principales riesgos del negocio

La principal característica de las autopistas urbanas es que a diferencia de las vías interurbanas cuyo mecanismo de cobro es el pago en las plazas de peajes, dónde los vehículos se detienen para realizar este pago, una restricción importante para la concesión de vías urbanas se refiere a la imposibilidad de detener vehículos en una plaza de peaje tradicional para efectos de cobro de tarifas, por el grado de congestión que se generaría. Por esta razón se estableció en las concesiones de autopistas urbanas la exigencia de implementar un sistema de cobro electrónico de peajes (ETC, *Electronic Toll Collection*), lo que permitiría el registro de los usuarios de la vía mediante mecanismos inalámbricos (TAG) sobre el parabrisas de los vehículos sin la necesidad de detención de éstos.

La definición del ETC para las concesiones urbanas fue un trabajo de varios años, dónde la principal cuestión era la selección del sistema de cobra más adecuado, y su adopción para todo el programa de concesión urbanas de Santiago (y de Chile). El ETC debía ser interoperable y con protocolos de comunicación abiertos de los dispositivos TAG. Se decidió definir un mecanismo de selección de tecnología a través re regulación en bases de licitación de estándares, por lo cual la primeras concesiones urbana implementarían sistemas y los protocolos de comunicación para todas las autopistas urbanas en Santiago en el futuro.

Si bien el ETC constituyó la solución al problema de la no detención de los vehículos dentro de estas vías, incorporó una fuente de riesgo adicional al



negocio de concesión, que es el riesgo de cobranza, el cual estaba ausente hasta ese momento en las autopistas interurbanas. En efecto, sin una plaza de peaje tradicional, puede ocurrir que vehículos con el dispositivo electrónico circulen por la vía concesionada, o personas debidamente contratadas con la sociedad concesionaria simplemente no paguen la cuenta adeuda.

A diferencia del caso de los servicios públicos como agua y electricidad, dónde es posible interrumpir el suministro desde un nivel central, en el caso de una autopista esto es técnicamente infactible. No se puede prohibir por una restricción técnica la circulación de vehículos que tengan la cuenta impaga.

Al momento del diseño del programa de autopistas urbanas, entre los años 1995 y 1999 un sistema ETC interoperable, multilínea y post pago no estaba disponible en el mundo. Lo anterior implicaba una innovación sustantiva y también introducía un riesgo de cobro al negocio difícilmente diversificable y absorbible por el sector privado.

Para mitigar este riesgo hubo dos consireaciones principales. Por un lado, la Ley de Concesiones establece en su artículo 42 sanciones monetarias importantes a favor de la concesionaria a aquellas personas que vulneren el sistema de cobro (pero requiere que ésta interponga acciones legales contra estas personas), sin embargo, esta norma no fue considerada suficiente por los financistas de los proyectos, por lo que además se tramitó una modificación a la Ley de Tránsito que prohibiera la circulación en vías urbanas concesionadas de vehículos que no dispongan TAG que posibilite el ETC, lo que significa la posibilidad para que Carabineros de Chile de cursar infracciones a quienes vulneren la norma.

Para este programa, el gobierno puso a disposición de los licitantes uno de los instrumentos clave que han permitido el financiamiento de la mayoría de los proyectos del Sistema de Concesiones, como es Ingreso Mínimo Garantizado



(IMG)³¹. En el caso del Programa de Concesiones Viales Urbanas, tres de los cuatro proyectos se financiaron contra los flujos esperados, por lo que no solicitaron esta garantía. En el caso del sistema oriente poniente (Costanera Norte), por tratarse de una vía nueva (*green field*) y además ser la primera concesión urbana, el sector financiero castigó en forma importante los flujos esperados, estimados por modelos de transporte, por lo que el grupo licitante optó por el IMG.

El IMG es una garantía de liquidez para hacer frente al servicio de la deuda, ya que asegura anualmente un ingreso mínimo a la concesionaria para hacer frente al servicio de la deuda. Como contrapartida, este mecanismo indica que, en un escenario favorable de tránsito, si los flujos reales superan una banda superior de ingresos establecida en el contrato, entonces la concesionaria comparte el 50% del superávit con el MOP.

III.4 Tarificación en vías urbanas concesionadas

La tarificación en las concesiones urbanas es un elemento central en el modelo de negocios. Para lo anterior era necesario fundamentar y estudiar la tipología y el nivel tarifario, su esquema de reajuste y el vector tarifario por tipo de vehículo.

El problema que pretendían enfrentar las concesiones viales es el de escasez de infraestructura para resolver los ya mencionados problemas de congestión y de crecimiento de la población que tenía Santiago en los noventa.

Este problema, en principio puede ser enfrentado y financiado tanto por el Estado como por el sector privado. Sin embargo, el Estado se beneficiaba del programa de concesiones urbanas pues le permitía liberar recursos para otros fines de mayor prioridad, y nuevamente se cumple, al igual que en el caso de rutas interurbanas, el principio de equidad horizontal: "*El que usa paga*".

³¹ Ver Gómez Lobo e Hinojosa (2000)

Es claro que el problema de congestión³² en Santiago puede ser visto desde dos perspectivas muy distintas, es decir, puede ser atacado: i) desde la oferta: a través de provisión de mayor infraestructura y ii) desde la demanda: a través de restricciones al uso de la infraestructura existente

Ambas posiciones por si solas no son efectivas como solución del problema ya que, por un lado, la sola provisión de infraestructura incentiva al uso sin que los usuarios perciban las externalidades que ello implica, y por otro, el establecimiento solamente de restricciones a la demanda, desconoce la creciente necesidad de viajes al interior de la ciudad y además, para controlar óptimamente la demanda se requerirían tarifas muy difíciles de ser cobradas por ser excesivamente altas.

En efecto, durante todo el año 1995, desde el MOP se desarrollaron un gran número de coordinaciones con la Secretaría de Planificación del Transporte (SECTRA) de tal forma de conocer su posición respecto a las tarifas en autopistas urbanas que fueran consistentes con atacar el problema de congestión en Santiago. Desde el punto de vista conceptual SECTRA indicaba la necesidad de tarificar por congestión.

La tarifa informada por SECTRA, utilizando el modelo ESTRAUS³³, en ese entonces alcanzaba una tarifa para vehículos livianos igual a **600 pesos el kilómetro recorrido**. En esa fecha en carreteras interurbanas se consideraba una tarifa homogénea en Chile de **12 pesos el kilómetro recorrido**. Establecer una tarifa en la ciudad 50 veces superior a una tarifa en las carreteras interurbanas se consideraba por las autoridades de gobierno de ese entonces imposibles de sostener políticamente.

Dentro de ese escenario, aparecen herramientas que permitieron atacar el problema en ambos sentidos, la tarificación vial por el lado de la demanda y la

³² Se usará indistintamente el término congestión y saturación (o hipercongestión).

³³ Ver Anexo IV donde se muestra la lógica conceptual del modelo ESTRAUS



provisión de infraestructura concesionada por el lado de la oferta. Ahora bien, dado que esta infraestructura será proveída por privados, se requiere que su uso sea tarifado para así otorgar un retorno a la inversión que se llevó a cabo. El problema surge al dimensionar el monto del peaje, que puede diferir de acuerdo al criterio de tarificación utilizado, estos son:

- Tarificación por Provisión de Infraestructura: En este caso se tarifica óptimamente bajo el supuesto que las tarifas financien los costos de inversión, operación y mantenimiento de la autopista, siguiendo para ello un criterio similar que el aplicado en las rutas interurbanas, pero asumiendo restricciones de capacidad discriminando en segundo grado por periodo de punta y fuera de punta (*peak load pricing*).
- Tarificación por Congestión: Se tarifica en este caso de acuerdo al daño causado por un usuario al resto, debido al retraso que a ellos les origina en sus tiempos de viaje su ingreso a la autopista.

Se consideraba que no era la misión de las concesiones resolver el problema de congestión por sí sola (y por lo tanto cargar solamente una tarifa ESTRAUS), sino solo ser consistentes con un plan que cuente en una primera etapa con las ampliaciones en infraestructura requeridas, tarificadas de acuerdo a un plan global cuya implementación en el resto de la red puede realizarse posteriormente cuando se implementara en Santiago la Ley de Tarificación Vial que se encontraba en ese entonces en estudio en el Congreso (y que 20 años después no ha sido aprobada aún).

En este mismo sentido una pregunta que se formuló fue: ¿Es conveniente tarificar en los períodos fuera de congestión en las concesiones? En Morhing (1970), se demuestra que las reglas de asignación de recursos eficiente en la producción de bienes y servicios que enfrentan variaciones de corto plazo en la demanda son esencialmente las mismas que para bienes que no están sujetas a estas variaciones fuertes de demanda. Para ambos casos, una condición necesaria para la utilización eficiente del stock de capital fijo K es que el precio debe ser igual al costo marginal de corto plazo en cada

momento. En otros términos, la tarificación óptima de vialidad urbana sigue la regla de tarificación a costo marginal, que significa tarificar por congestión durante los períodos de saturación, en donde la capacidad está plenamente utilizada, pero no durante los períodos fuera de congestión (de valle bajo y valle alto), en los cuales hay “exceso de capacidad” en el caso de valle bajo y “marginamente algo de exceso” en el caso de valle alto y no hay costo de congestión strictu sensu. Este principio era absolutamente compartido por SECTRA, y recomendaba establecer una sola tarifa igual a 600 pesos el kilómetro.

Como se indicó, dado que era no factible cargar solamente una tarifa de congestión en el nivel que proponía SECTRA a través de ESTRAUS, se debía definir un vector tarifario de tarifas máximas en horas fuera de saturación a través de un criterio de óptimo en la provisión y mantención de infraestructura. Si esta tarifa es aún menor que el costo generalizado de viaje en la ruta alternativa, será el usuario quien se beneficie y por otro lado si es mayor, la tarifa máxima factible de cobrar estará dada por la competencia y el autofinanciamiento de la concesión será dictaminado, en cualquier caso, por la competencia en el proceso de licitación siguiendo el criterio sugerido por Demsetz (1968).

Para la determinación de la tarifa fuera del periodo de saturación (o congestión), se utiliza la aproximación indicada por el modelo de *Peak Load Pricing*³⁴. Este modelo se aplica a mercados en los cuales i) la demanda es variable a lo largo del tiempo, dónde su evolución es cíclica y su comportamiento es predecible, y ii) también cuando hay restricciones de capacidad para la provisión del servicio en el corto plazo (la capacidad de servicio de una autopista urbana es fija en el corto plazo).

³⁴ Este modelo fue desarrollado por Boiteux en 1949 para la empresa de electricidad de Francia [Train (1991)], y posteriormente extendido en trabajos seminales por Steiner (1957), y Mohring (1975)

Estas dos características se presentan en mercados que tienen configuración industrial de monopolio natural o tiene presencia de economías de redes, como es el caso del transporte, según lo que ha analizado anteriormente. Los mercados que poseen esta característica se enfrentan al *trade-off* entre la capacidad y los costos asociados a esa capacidad. Para satisfacer la demanda en los periodos en los cuales es alta, entonces la firma tiene que invertir lo suficiente para que no exista demanda no satisfecha, mientras que cuando la demanda es baja tiene capacidad instalada que se está utilizando y que genera costos y no genera los ingresos en ese periodo para financiar dichos costos.

En el caso cuando la empresa no invierta lo suficiente en capacidad para atender la demanda de punta (peak), existirá demanda que no será satisfecha y surgirán problemas mayores de sobre demanda (y congestión), es decir un racionamiento de la demanda, lo cual llevará a una pérdida de bienestar³⁵.

Los precios “óptimos” del modelo *peak load pricing*, toman en consideración los costos de producción del servicio. De esta forma, cuando la demanda es menor a la demanda máxima el precio es igual a los costos variables, por su parte cuando la demanda es mayor, y está en su nivel máximo de punta, los precios tienden a ser iguales a los precios a los costos variables más los costos de haber tenido que invertir en mayor capacidad para satisfacer esta mayor demanda.

En el caso que la tarifa fuera de congestión, no fuera un vector de dos tarifas (fuera de punta y punta), sino es una sola y es uniforme, se observaría que en el caso cuando la demanda es baja, es decir fuera de punta, el precio sería muy alto y la cantidad demandada sería inferior a la cantidad necesaria, generando una tendencia a pérdida social; mientras cuando la demanda es igual a la demanda en hora punta, una tarifa uniforme generaría una demanda

³⁵ Los mercados que presentan las características mencionadas anteriormente además por lo general presentan altos costos fijos y bajos costos variables en el corto plazo, por lo cual se requiere establecer un mecanismo de determinación de precios que ayude a que los consumidores y las empresas tomen las decisiones más eficientes. Ver Steiner (1957), Train (1991) y Dammert et al. (2013)

superior a la demanda “óptima”. En general, esta manera de generar tarifas diferenciados discriminando en dos momentos del día en el caso de una autopista urbana es superior en términos de bienestar al esquema basado en el establecimiento de una sola tarifa o peaje, *ceteris paribus* tarifa de congestión como tercera tarifa.

Durante el periodo de estructuración de las definiciones principales de las concesiones urbanas (1995 a 1998), se llegó a la convicción que, desde el punto de vista social, el Estado para alcanzar el nivel de uso óptimo de la infraestructura y tratar de mitigar los problemas de saturación y congestión podía estar interesado en subir las tarifas reales en el futuro. En tal sentido, resulta razonable que, por una parte, la tarifa actúe como un “controlador” de la demanda, de manera de desincentivar el uso del recurso -en este caso, la autopista- cargando con un mayor costo al usuario, el cual debe “pagar” un costo por la externalidad negativa que genera en el resto y en el sistema. Sin embargo, si esto no era regulado podía significar la aparición de rentas sobrenormales para el concesionario.

Al respecto, una idea que parecía interesante y fue estudiada es que en situaciones de hipercongestión (saturación) un alza en la tarifa tiene asociado un mayor flujo, de tal forma el Estado podría por ejemplo subir el precio establecido para periodos de alta congestión (saturación) y dejar al concesionario decidir si aumenta o no los precios, traspasando todo el excedente al Estado. El incentivo para el concesionario era claro dado que, si bien no percibiría ingresos extras por el aumento de tarifa, si lo hace a través del aumento en el flujo.

Un mecanismo alternativo correspondería simplemente a definir una tasa constante de crecimiento en las tarifas reales, por ejemplo, de un 3.5% anual, de manera que en el tiempo se alcancen las tarifas óptimas de red³⁶ que se habían definido por SECTRA. La ventaja de establecer este mecanismo en las bases de licitación, es que se eliminan las rentas sobrenormales que podría

³⁶ O bien, la brecha entre las tarifas óptimas y las efectivamente cobradas no se tan grande.



percibir el concesionario, ya que todos los licitantes incorporarían en el proceso competitivo los reajustes reales de tarifas. Es decir los modelos financieros incluirían un reajuste real de 3.5%.

Este mecanismo de reajuste se inspiró en la regulación inglesa denominada RPI-X+K. En Inglaterra, en varios servicios públicos se regulan a través de precio máximo (*price cap regulation*), dónde los precios iniciales se Reajustan por Inflación (RPI) menos un factor de productividad (X) y en algunos casos se establece un factor K para financiar mayor capacidad y/o corregir alguna externalidad. Principalmente el factor X se revisa por parte de la autoridad, generalmente cada 5 años en el marco del RPI-X [Beesley y Littlechild (1983) y Littlechild (1983)].

En el caso de las tarifas urbanas, se consideró solamente un RPI+K, donde K se fijó en 3.5% de tal forma que dinámicamente las tarifas iniciales se reajustarán en términos reales para así ir alcanzando una tarifa de equilibrio de red fijaba por la SECTRA en 600 pesos el kilómetro que corregía una externalidad de congestión.

Para el caso del financiamiento de los proyectos del programa de concesiones urbanas y de sostenibilidad de disposición a pagar de los usuarios se consideró razonable cargar solamente un 10% de la tarifa eficiente calculada por SECTRA, es decir un nivel tarifario de \$60 por kilómetro, y con el criterio de *peak load pricing* dos tarifas adicionales: Una de \$20 por kilómetro para periodos fuera de punta y otra de \$40 el kilómetro para periodos de punta. Estos niveles de peajes urbanos y el mecanismo de reajuste, además de inversiones iniciales, costo de los TAG y ETC, operación y mantenimiento fueron incorporados a los modelos financieros preparados por el MOP bajo Project Finance y lograban el autofinanciamiento de los proyectos de concesiones urbanas. Las tres tarifas anteriores fueron fijadas en las bases de licitación y reajustadas con el mecanismo RPI +K. En concesiones urbanas se consideró que no era adecuado competir por tarifas. Cualquier disipación de rentas sobrenormales se realizaría a través de un mecanismo de licitación basado en el mayor pago BD al Estado.

De esta forma se estableció que el concesionario tenía el derecho a cobrar tres tarifas máximas por tipo de vehículo:

- Una tarifa máxima base en período fuera de punta en \$/km denominada **TBFP** que se basa en la aproximación conceptual de tarificación por provisión de infraestructura a través de tarifas no lineales de *peak load pricing*
- Una tarifa máxima base en período punta, en \$/km denominada **TBP** que se basa en en la aproximación conceptual de tarificación por provisión de infraestructura a través de tarifas no lineales de *peak load pricing*
- Una tarifa máxima en período punta aplicable en condiciones de congestión de la vía (saturación, hipercongestión), en \$/km denominada **TS** la que se fundamenta en la teoría de tarificación por congestión

La fórmula de reajuste es de la siguiente manera:

$$T_t = T_{t-1} \times (1 + IPC_{t-1}) \times (1 + RR_{t-1})$$

$$T_t = \begin{cases} 20 \text{ \$ / km} & \text{si } T_t = TBFP_t \\ 40 \text{ \$ / km} & \text{si } T_t = TBP_t \\ 60 \text{ \$ / km} & \text{si } T_t = TS_t \end{cases}$$

Donde RRt-1: Es el reajuste máximo real anual de las tarifas, que podrá aplicar la sociedad concesionaria, de acuerdo a lo siguiente:

$$RR_{t-1} = \begin{cases} 0 & \text{para } t = 1 \\ \text{entre } 0 \text{ y } 0,035 & \text{para } t > 1 \end{cases}$$

Para obtener los ponderadores para 3 tipos de vehículos se utilizaron los costos marginales calculados en un estudio de JD usando el mismo criterio de

tarificación en concesiones interurbanas. Estos ponderadores están dados por el vector $C_k = (C_1, C_2, C_3)$.

El vector usado fue $C = (2.75; 4.96; 8.57)$ y los ponderadores relativos fueron respectivamente $1.8 = 4.96/2.75$; $3.2 = 8.57/2.75$, los que se aproximaron a valores 1, 2 y 3. De esta forma $P_2 = 2 * P$ y $P_3 = 3 * P$. Dónde P son las motos, motonetas, autos y camionetas, autos y camionetas con remolque, P2 son camiones y buses, y P3 son los camiones con remolques.

III.5 Tarifas de saturación

Finalmente, una discusión sobre Tarifa de Saturación Fija y Tarifa de Saturación Variable: La Tarifa de Saturación Fija es aquella que se aplica en ciertos tramos y horarios definidos en las bases de licitación, independientemente de si existe congestión en ellos³⁷.

Por su parte, la Tarifa de Saturación Variable se aplica en caso que se verifique condiciones de congestión efectiva en la ruta³⁸. De esta forma, la tarifa de saturación tiene un carácter mixto, tanto "preventivo" como "correctivo", esto es, por un lado, la tarifa de saturación fija apunta a cumplir el rol de "controlador" de la demanda para que no se produzca la situación de congestión (función disuasiva).

Por otro lado, e independiente del módulo horario en que ocurra que se observen situaciones de alta congestión, opera la tarifa de saturación variable, la cual tiene un carácter eminentemente correctivo toda vez que se aplica cuando se comprueba la condición de saturación.

Presencia de la Tarifa de Saturación en Contratos de Concesión: De los 62 contratos adjudicados a través del sistema de concesiones hay 26 que

³⁷ Los modelos de demanda con que se licitó el proyecto mostraban que en dichos tramos y horarios ocurriría pronto congestión de no mediar una tarifa disuasiva

³⁸ Esta se aplica cuando la velocidad de operación disminuye de 50 km/hr.

corresponden a contratos viales. De estos, una mayoría -13 proyectos³⁹- presenta una sola tarifa sin diferenciación horaria. Un segundo grupo de 7 proyectos⁴⁰ considera diferenciación horaria distinguiendo “tarifa normal” y “tarifa punta”. Finalmente, un último grupo considera autorización al concesionario de cobrar tarifa de saturación, según se resume en el cuadro siguiente:

CUADRO 2: PRESENCIA TARIFA DE SATURACIÓN EN CONTRATOS DE CONCESIÓN

Concesión	TS Fija	TS Variable	Aplicación
1. Ruta 68 Santiago-Valparaíso-Viña	Si	No	No la ha aplicado
2. Costanera Norte	Si	Si	Aplica sólo la TS Fija
3. Autopista Central (Norte – Sur)	No	Si	No la ha aplicado
4. Vespucio Norponiente	No	Si	No la ha aplicado
5. Vespucio Sur	Si	Si	Aplica sólo la TS Fija
6. Variante El Salto-Kennedy	Si	Si	En construcción

³⁹ Los 8 tramos de Ruta 5, Acceso Aeropuerto AMB, Variante Melipilla, Ruta 57 Santiago-Colina-Los Andes, Acceso Norte a Concepción y Ruta 60 Ch

⁴⁰ Túnel El Melón, Camino La Madera, Nogales-Puchuncaví, Ruta 78 Santiago-San Antonio, Red Vial Litoral Central, Acceso Nororiente a Santiago y Ruta Interportuaria

Sección IV: ELEMENTOS PARA UNA PROPUESTAS DE LARGO PLAZO

La propuesta de largo plazo implica:

- i) Considerar costos incrementales de desarrollo, de autofinanciamiento, como es el caso de otros sectores regulados en Chile
- ii) Un enfoque de sistema y de red del transporte terrestre
- iii) La necesidad de definir un Plan de Infraestructura de transporte terrestre Concesionado para los próximos 25 años y
- iv) Establecer reglas claras y estables respecto a las tarifas, por lo que se considera fundamental contar con institucionalidad que defina un Reglamento tarifario.

IV.1 Experiencias en otros sectores

En Chile se regulan los sectores sanitarios, de distribución eléctrica y algunos servicios de telecomunicaciones con el esquema de “empresa eficiente”, que consiste en la fijación de precios en base a los costos de una empresa hipotética “modelo” o “eficiente”, de manera que se incentive la provisión del servicio a costos competitivos.

El artículo 30A de la ley de telecomunicaciones define a la empresa eficiente como “...aquella que ofrezca sólo los servicios sujetos a fijación tarifaria, determinándose los costos de inversión y explotación, incluyendo los de capital, de cada servicio en dicha empresa eficiente. Los costos a considerar se limitarán a aquellos indispensables para que la correspondiente empresa eficiente pueda proveer los servicios... sujetos a regulación tarifaria, de acuerdo a la tecnología disponible y manteniendo la calidad establecida para dichos servicios”.

Como señala Butelmann y Drexler (2003), el esquema regulatorio de empresa eficiente supone una desvinculación total con la estructura real de la empresas



reguladas, de forma tal de evitar comportamientos oportunistas. Sin embargo, dado la complejidad técnica para construir desde cero una empresa eficiente y la existencia de asimetrías de información, en la práctica se toma la información de las empresas reales.

Según Bustos y Galetovic (2002), las tarifas estipuladas en los sectores de telecomunicaciones y aguas se realizan en 2 etapas. En una primera etapa se determinan las tarifas eficientes, la cual se fijan los precios necesarios para que los proyectos de expansión se puedan autofinanciar y tengan un valor actualizado neto (VAN) igual a cero. Esta tarifa se le conoce como tarifa eficiente y financia el costo incremental de desarrollo para atender un determinado incremento en demanda.

De existir economías de escala, habría una segunda etapa de tarificación, que corresponde al establecimiento de precios necesarios para que una empresa eficiente pueda autofinanciarse, obteniendo ingresos iguales a sus costos, es decir que pueda cubrir sus costos totales. A estas tarifas se le conoce como tarifas definitivas.

De acuerdo a Gómez-Lobo y Vargas (2001), el costo incremental de desarrollo, que considera los costos de operación e infraestructura adicionales requeridos para satisfacer el incremento esperado o proyectado de la demanda en un periodo de tiempo, es el concepto que usa la legislación chilena para calcular los costos marginales de largo plazo de las actividades.

De no haber planes de expansión, de acuerdo a las leyes, la definición de costos marginales de largo plazo será el incremento en el costo total de largo plazo de proveer el servicio, considerando el aumento de una unidad en la cantidad provista.

IV.1.1 LA REGULACIÓN DE SERVICIOS TELEFÓNICOS

En Chile se regulan las tarifas de alrededor de 30 tipos de servicios telefónicos, entre los que se encuentra las llamadas locales entre usuarios de una misma



empresa y los cargos de acceso que se pagan por la utilización de una red local en llamadas a un teléfono móvil o de larga distancia.

De acuerdo a la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL), el sistema de tarificación se divide en dos partes. La primera es la elaboración de las bases técnico económica por parte de la empresa que se quiere concesionar, especificando los servicios a tarificar y las metodologías que se usarán en la segunda etapa en el establecimiento de las tarifas. Las bases técnico económica diseñadas por la empresa son entregadas y revisadas por SUBTEL.

En la segunda etapa la empresa realiza el estudio tarifario, en el cual se realiza la proyección de la demanda de cada servicio regulado de acuerdo a las áreas tarifarias para un periodo no menor a 5 años, información que se usa para el diseño de la empresa eficiente que incurre en los costos mínimos para proveer el servicio a la demanda proyectada. Esta etapa es auditada por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, además del Ministerio de Economía a través de SUBTEL como intermediario.

De acuerdo a la Unión Internacional de Telecomunicaciones (2008), para la estimación de la demanda en el modelo de empresa eficiente se enfrentan diversas complejidades, tales como la desagregación geográfica de la demanda, y la sustitución o complementariedad con otros servicios, entre otras razones.

IV.1.2 LA REGULACIÓN DEL SECTOR SANITARIO

Los diversos servicios sanitarios, es decir, la captación de agua sin tratar, la generación de agua potable y su distribución, la recolección de aguas servidas y la disposición de aguas servidas son regulados. El artículo 6 de la Ley N° 70 señala que las tarifas deben calcularse considerando los costos de los sistemas correspondientes a las diversas etapas del servicio sanitario. El artículo se extiende, definiendo como un sistema a “aquellas instalaciones, fuentes o cuerpos receptores y demás elementos, factibles de interactuar,... que debe



considerarse como un todo para minimizar los costos de largo plazo de proveer el servicio sanitario". Estas tarifas deben calcularse cada 5 años.

El proceso de fijación de tarifas difiere de los servicios telefónicos, ya que el ente regulador, la Superintendencia de Servicios Sanitarios fija de antemano las bases preliminares del estudio tarifario. Posteriormente tanto la empresa concesionaria como el regulador realizan de manera paralela estudios tarifarios, para luego ser intercambiados. De haber desacuerdos, el proceso iría a un arbitraje con una comisión de peritos.

En los estudios tarifarios, se estima la demanda por sector para los siguientes 15 años en las comunas concesionadas para la provisión de servicios. Para la proyección de la demanda se usa tanto la estimación oficial de crecimiento demográfico comunal, información propia que posee la empresa, así como información y requerimientos que estipula el organismo regulador. Una vez obtenida la proyección de la demanda, se procede a estimar el nivel de infraestructura eficiente para atender la demanda proyectada en cada periodo a un mínimo costo.

De haber planes de expansión, se calculan los costos incrementales de desarrollo para un horizonte de evaluación de 35 años y se calculan las tarifas que permiten financiarlos. En ausencia de planes de expansión, las tarifas deben ser fijadas para financiar los costos marginales de largo plazo.

La tarificación de servicios sanitarios estipula además tarifas diferentes en el transcurso de un año, de acuerdo al nivel de la demanda. Se define como periodo punta a los meses que se registran consumos altos, y el periodo no punta a los meses de consumo bajo. Dado el esquema de tarificación, la mayor parte de las inversiones hechas en el sector se remuneran con las tarifas pagadas por los usuarios en el periodo punta, lo que es consistente con la lógica del *peak-load pricing*.



IV.1.3 LA REGULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

En el mercado de provisión de energía eléctrica, el precio que paga el consumidor final se divide en lo que paga por generación de energía y lo que paga por distribución de energía. El mercado de la generación de energía eléctrica se caracteriza por ser medianamente competitivo. En cambio, la actividad de distribución de energía eléctrica se distingue por ser un monopolio natural que es regulado por el método de tarificación de empresa eficiente.

Las tarifas de distribución, conocidas por el valor agregado de distribución o VAD, están compuestas por los siguientes costos: (a) Gastos fijos tales como administración, facturación y atención al cliente, (b) Las pérdidas de energía y potencia transmitida, y (c) los costos de inversión, operación y mantención de la infraestructura.

La regulación de las tarifas de distribución eléctrica es diferente al marco regulatorio para servicios telefónicos y sanitarios. De acuerdo a lo analizado por Bustos y Galetovic (2002) el principal determinante de los costos es la densidad de los clientes en el área de servicio, y no el nivel de producción. Adicionalmente suponen que si existen dos empresas distribuidoras que proveen servicio en áreas con densidad similares deberían tener niveles de costos parecidos, indiferentemente del tamaño de la empresa. Por lo tanto, condicional a la densidad, se asumen la existencia de retornos constantes de escala. Esto implica que el cobro de los costos medios cubre los costos de expansión del sistema, por lo que los costos medios y costo marginal de largo plazo (Costo Incremental de Desarrollo) son iguales.



IV.2 Propuesta para la Fijación Tarifaria en Concesiones Viales

Con los elementos discutidos en las secciones anteriores, es necesario ahora realizar una propuesta tarifaria para la infraestructura de transporte terrestre en Chile, que es el objetivo de la presente sección.

Hemos distinguido previamente tres conceptos de tarifas que deben ser aplicados:

- (a) El primero se refiere a una tarifa que financia los costos de operación y mantención de las vías, en un contexto de red. Evidentemente, esta tarifa debe ser distinta entre modos de transporte para garantizar equidad horizontal y neutralidad competitiva.
- (b) El segundo se refiere a una tarifa destinada a autofinanciar la red de infraestructura de transportes con pagos de los usuarios, lo que implica relajar criterios de eficiencia al abandonar el financiamiento vía impuestos.
- (c) Finalmente, puede ser necesario establecer cobros o incentivos asociados a externalidades en el uso de la infraestructura, donde la más relevante (pero no la única) es la congestión.

El concepto (c) puede ser relevante en zonas urbanas, pero probablemente será menos relevante cuando se discutan las tarifas de autopistas interurbanas. Los conceptos (a) y (b), por otra parte, deben ser considerados tanto en vías urbanas como interurbanas.

Más importante aún, es necesario considerar las redes viales como parte de un sistema de transportes, donde las tarifas en un arco generan impactos sobre el flujo y la recaudación en el resto de la red, particularmente sobre arcos complementarios o sustitutos. Este concepto no fue el dominante en la primera generación de concesiones viales, en las que típicamente el Estado definía los proyectos y los transfería a operadores privados a través de procesos competitivos en que se privilegiaba el autofinanciamiento, si en la



segunda etapa del sistema, con la Ruta 5 y vías transversales o en concesiones urbanas.⁴¹

Al ignorar las evidentes externalidades de red presentes en redes viales, han surgido problemas tales como: (a) problemas severos de congestión en las salidas de las autopistas y en horas punta, (b) incapacidad para equilibrar flujos entre vías sustitutas, (c) percepción de que hay concesiones más rentables que otras debido a que sus tarifas son más altas, (d) activación más allá de lo planificado de períodos de alta congestión, entre otras.

Las autoridades en los años noventa sí utilizaron una lógica sistémica, pero de una manera no agregada de manera explícita, ni se institucionalizó o reglamentó el mecanismo aplicado. Por ejemplo, en la licitación de la construcción de la Costanera Norte se decidió incorporar el eje Kennedy como parte de la red (preexistente) para licitar el Sistema Oriente-Poniente que fue lo licitado. En la licitación de los distintos tramos de la Ruta 5 se aplicó una lógica sistémica que buscaba que entre los 8 tramos hubiera autofinanciamiento y tarifas similares, a pesar de que algunos tramos tenían más infraestructura existente que otros, y en general en concesiones urbanas se buscaba implementar una política de tarifas que se acercara en el tiempo a corregir una externalidad de congestión. Sin embargo, el modo ferrocarriles y el transporte público (buses, metro), a pesar de estar incorporados en las modelaciones, no se agregaron de manera explícita a las redes concesionadas tarifadas.

En una lógica sistémica las tarifas deben responder a una decisión exógena de la Administración, al proceso de asignación de cada concesión en algún arco de la red. Esto implica sacar la definición tarifaria de los contratos de concesión como variable endógena de decisión, delegando el rol de definir las tarifas a

⁴¹ En la definición de los proyectos el Estado cuidaba que la evaluación social del proyecto fuera positiva, mientras que si la evaluación privada fuera negativa, eventualmente era posible definir un subsidio, pero el proceso de competencia disipaba las eventuales rentas sobrenormales.



una autoridad regulatoria diferente. Muy probablemente tal autoridad debería ser asesorada por organismos expertos en planificación o modelación de redes de transportes, quienes sean los que sugieran tarifas sistémicas, para luego ser validadas por un panel de expertos y ser incluidas en los contratos de concesión y futuras licitaciones .

En la medida que un sistema vial requiera nuevas inversiones, las tarifas debieran permanecer por sobre aquellas que financian los costos de operación y mantención del sistema tarifado, generando fuentes de recursos a la autoridad que le permitan emprender los proyectos necesarios de expansión de la red. Esta es la idea central del Fondo de Infraestructura, el que administra y gestiona recursos de largo plazo provenientes de tarifas y garantiza la homogeneidad y eficiencia de los sistemas de transportes licitados.

Cabe notar que la presencia de tarifas por sobre los costos de operación y mantención no es suficiente para generar fondos de efectivo a la autoridad en los procesos de asignación. En efecto, por ejemplo, la combinación de tales tarifas con una licitación por menor VPI (Valor Presente de los Ingresos) solo acortan el plazo de concesión aplazando los flujos de caja positivos en el tiempo. La licitación de Ruta 5 desarrolló el instrumento de “Pago por Infraestructura Preexistente” que permitió obtener un flujo de caja cierto para concesiones deficitarias.

Las inversiones requeridas en los arcos de la red (o en nuevos arcos) pueden ser privadamente y socialmente rentables a las tarifas definidas sistémicamente. En tal caso, esos proyectos no requerirían subsidio alguno de parte de la autoridad. Pero lo que sí puede ocurrir, es que a la autoridad le convenga otorgar garantías en el contrato (por ejemplo, garantías de ingreso mínimo), de manera tal que la subasta resulte en ofertas más convenientes para el Estado.

Puede ocurrir que existan inversiones en algunos arcos de la red que, siendo socialmente rentables, no resulten privadamente rentables. En tal caso, la



autoridad puede subsidiar o invertir de manera similar a como lo hizo antes en algunos tramos de la Ruta 5, cuidando restricciones de autofinanciamiento de la red.

Resulta clave acotar los espacios de discrecionalidad del Estado en la determinación de tarifas. Para ello un adecuado desarrollo institucional es clave, pues como Estache and Wren-Lewis (2009) han apuntado, uno de los principales problemas que atentan contra el éxito de la llamada nueva economía de la regulación en países en desarrollo son precisamente las debilidades institucionales. En la misma línea, Harrison et al. (2016) muestran que una adecuada asignación de roles a distintas instituciones tiene impacto directo sobre el desempeño de los contratos de concesión en Chile. Los temas de instituciones reguladores también deberían tener un rol central. Ver Anexo III.

Cualquiera sea el escenario, resulta ventajoso para el Estado que la evaluación privada de los proyectos de concesión no vean como riesgosa o incierta la política tarifaria sistémica que se propone en este documento.

Para ello se propone utilizar la misma lógica que se ha seguido en otros sectores regulados,⁴² esto es, definir una institucionalidad que elabore un Reglamento que establezca el procedimiento a través del cual se fijarán las tarifas del sistema. Con ello se lograría otorgar mayor certidumbre jurídica a un privado que participa de una licitación de un proyecto del sistema total.

Cabe notar también que dicho reglamento tarifario debiera contener principios fundamentales. Por ejemplo, al igual que en sanitarias, en ausencia de planes de expansión de la red y en ausencia de congestión, las tarifas debieran ir convergiendo a costos de operación y mantención. El transiente puede ocurrir porque aún existan obras que requieren ser pagadas por el sistema.

⁴² Particularmente sanitarias.



Los criterios de equidad horizontal y vertical pueden perfectamente ser incorporados por la autoridad regulatoria. De hecho, recomendamos en este documento que así ocurra. Por ejemplo, que se defina un vector tarifario asociado a los modos de transporte de manera que cada uno de ellos sea tarifado en función del uso que realiza de la infraestructura. Respetando dicho vector, cada arco de la red puede eventualmente requerir una tarifa distinta para equilibrar flujos y maximizar beneficio social. Asimismo, un criterio de equidad vertical podría establecer, por ejemplo, que las tarifas óptimas determinadas para el sistema sean escaladas en función del ingreso comunal donde se ubican los peajes.

Finalmente, al igual que en otros sectores regulados, debe realizarse un estudio tarifario que sirva de insumo en el proceso de fijación de tarifas. Tal estudio debe generar un documento público que podrá ser observado por las partes involucradas y las divergencias zanjadas por una comisión de expertos.

Tarificación de vías urbanas y mecanismos de control de la congestión

En esta sub-sección analizaremos la factibilidad de usar las ideas desarrolladas en la teoría de diseño de mecanismos para abordar los problemas de congestión en autopistas urbanas que pertenecen a una red vial no tarifada. El problema de congestión en autopistas no ha podido ser resuelto con las herramientas originalmente contempladas en los contratos de concesión, las que son puramente tarifarias y permiten al concesionario tarifcar en tres tramos: punta, normal y baja. Cabe recordar que las tarifas en horarios punta (donde se agudiza la congestión) fueron limitadas por motivos de viabilidad política y en la práctica no han sido efectivas para reducir el fenómeno de la congestión.

La teoría de diseño de mecanismos, por otra parte, aborda típicamente el problema de asignar eficientemente la propiedad (o el control) de un activo a uno o varios agentes económicos en circunstancias que la asignación inicial de propiedad (o control) es otra y hay incertidumbre respecto del valor que cada agente asigna al activo.

La presencia de incertidumbre genera espacios para que los agentes obtengan rentas informacionales bajo cualquier mecanismo y, por lo tanto, no es posible garantizar genéricamente eficiencia ex-post. La principal herramienta en estos mecanismos es típicamente la presencia de pagos entre agentes, pero no es la única. El problema de congestión vial urbana es posible interpretarlo como uno de diseño de mecanismos, en donde distintos agentes (usuarios) interactúan y es necesario asignar el derecho a circular por una vía tarifada de capacidad finita. ¿Quiénes deben recibir tal derecho? ¿Sólo se dispone de instrumentos tarifarios para lograr una asignación eficiente? En el pasado las respuestas a estas preguntas han sido que todos tienen el derecho y, efectivamente, solo se dispone de un instrumento para limitar el uso que es el pago por transitar en la vía, el que además adoptó históricamente formas muy restrictivas.

Así pues las ideas contenidas en la literatura de diseño de mecanismos nos permite pensar nuevamente el problema de congestión vial en concesiones urbanas. En lo que sigue de este documento se plantea una idea preliminar y simple que podría ser explorada siguiendo el espíritu del diseño de mecanismos. Suponga que cada usuario recibe al inicio de un mes (los meses se iniciarían traslapadamente entre distintos usuarios basado por ejemplo en la patente del vehículo) un paquete de kilómetros que pueden ser utilizados en hora punta, normal y baja a distinto precio por uso⁴³ Sobrepasado este límite, la vía se puede seguir usando, pero se le avisa al conductor que su vector de precios se incrementa significativamente y luego sobrepasado un segundo nivel límite ya no puede usar la vía. ^{44, 45} Estos derechos además podrían ser

⁴³ El disponer de uno de estos paquetes no exime del pago, sino que habilita a circular enfrentando un determinado (y regulado) vector tarifario.

⁴⁴ Este podría ser un derecho de cada vehículo que paga permiso de circulación o bien, podría ser vendido por el concesionario una vez al año (eventualmente sujeto a regulación tarifaria). La idea de hacerlo traslapado es que usuarios del mismo tipo enfrenten distintas tarifas sin que ello constituya discriminación. Por ejemplo, el día 15 del mes habrá usuarios que recién comienzan a usar sus kilómetros y por lo tanto tienen acceso al vector de tarifas bajas, otros



transables entre usuarios, lo que permitiría viabilizar políticamente una propuesta de este tipo porque los usuarios podrían beneficiarse de la venta de estos permisos que serían más valiosos en la medida que la congestión aumente (obviamente habrá compradores de permisos que tendrán que pagar por ellos, pero eso es voluntario).⁴⁶

También es importante notar que el concesionario no recibiría beneficios directos por el incremento en la congestión, pues la autoridad controlaría el total de kilómetros asignados a los usuarios a los distintos vectores de precios y con ello acota la congestión. Por lo demás el hecho que los permisos sean transables permitiría que eventuales sobrerentas puedan ser capturadas por los usuarios. Esto implica que durante el año el beneficio del concesionario estaría más bien asociado al incremento en el flujo de vehículos a los vectores tarifarios preestablecidos, lo que implica que su incentivo es a disminuir la congestión haciendo gestión de infraestructura, particularmente de las salidas de las autopistas.

Tal vez la principal dificultad de implementar un sistema como el descrito es tecnológica, pues el concesionario deberá mantener un registro individual de los kilómetros disponibles de cada usuario a cada vector tarifario, así como un software que permita las transacciones de km en línea. Por esas transacciones

que ya usaron su cuota inicial pero están bajo el segundo límite y por lo tanto acceden al vector de tarifas altas y, finalmente, habrá otros que agotaron toda su dotación.

⁴⁵ El ingresar a la vía implicaría una multa que iría a beneficio comunal o fiscal, pero no al concesionario.

⁴⁶ Una idea que suele plantearse aquí es la posibilidad de realizar discriminación tarifaria a nivel de usuario. Si bien ello podría ser hoy técnicamente factible, es difícil argumentar que responda a una lógica de tarificación por congestión, en donde se cobra por la externalidad que se produce sobre el resto de los usuarios cuando se decide ingresar a la vía tarifada. Esa externalidad intuitivamente no depende de la disposición a pagar propia sino la del promedio del resto de los usuarios (ver anexo).

el concesionario podría aplicar una tarifa regulada.⁴⁷ Además, en las bases de licitación habría que proveer alguna certeza respecto a los km que serían asignados por usuario a los distintos vectores tarifarios. Alternativamente, una licitación por valor presente de los ingresos podría ayudar a generar certeza en los ingresos del concesionario en circunstancias que el control de flujo, a través del mecanismo descrito, sería del Estado.⁴⁸

Finalmente, cabe notar que dada la inelasticidad que presentan los viajes en una ciudad, al implementar un mecanismo como el descrito en un arco de la red vial, el flujo se desplace a otros, eventualmente tarifados. Esto genera la información y los incentivos correctos para identificar las expansiones necesarias de la red de transporte si se quiere mantener acotada la congestión en concesiones urbanas.

No obstante, algo que se desprende claramente de este trabajo es que las tarifas en concesiones urbanas no pueden ser utilizadas como el único mecanismo para paliar los efectos de la congestión. La tarificación, así como se demuestra en el modelo en red de fijación tarifa, debe considerar nuevas inversiones tanto en autopistas urbanas, como en transporte público, por ejemplo inversiones en líneas de Metro o tranvías. El Plan de Desarrollo en concesiones urbanas debe planificar al menos i) el mejoramiento y aumento de capacidad de enlaces y accesos de las autopistas que reducen el nivel de servicio, ii) nuevas concesiones urbanas e interconexiones entre autopistas, iii) aunque no es responsabilidad de las vías urbanas, el mejoramiento del transporte público en calidad y velocidad, debe ser abordado urgentemente para no acrecentar los problemas de congestión de la red, iv) inversiones

⁴⁷ Alternativamente, podría haber otro agente que se encargue de mantener un mercado en línea por los derechos a circular para evitar que el concesionario manipule aspectos como la agilidad de la transacción, disponibilidad de la plataforma, etc. en su propio beneficio.

⁴⁸ Evidentemente la certeza no es total, puesto que si la concesión se alarga producto de la política pública el concesionario debe incurrir por más tiempo en los costos de operación y mantención de la carretera.



asociadas a integración de la autopistas y el tejido urbano, por ejemplo estacionamientos subterráneos disuasorios conectados directo a las autopistas, sin salida a la superficie, que incluyen centros logísticos de carga, estacionamientos conectados autopista-metro, etc. v) también se deben estudiar soluciones que reduzcan el impacto del usuario marginal en hora punta que eleva el costo de transporte para todos los usuarios, a través de elementos como “ramp metering”, tarificación dinámica o derechos de tarifas como los mencionados anteriormente.

En el caso de autopistas urbanas, ese debe converger a un plan específico, que apunte a reducir el impacto negativo derivado de los aumentos reales de tarifa del 3,5% acompañados con aumentos de la congestión y la impresión errada de los usuarios que esas mayores tarifas son excedentes adicionales no regulados de las concesionarias. En esta línea, de acuerdo a la curva de Hau de hipercongestión, la cantidad de flujo que puede pasar por la autopista en horas de saturación es menor que si la autopista tuviera menores niveles de flujo, por lo que los ingresos en este escenario son menores para las sociedades concesionarias. No obstante, la señal para los usuarios, que se implementan inversiones y medidas concretas para reducir la congestión, aunque eso signifique restringir el uso, es una señal muy positiva para mejorar la imagen del sistema. Las autopistas urbanas deben estar claramente integradas en el reconocimiento de los usuarios que forman parte de la solución y no de los problemas del transporte de la ciudad, tal como arrojan las actuales encuestas de opinión.

ANEXO I: CASO DE ESTUDIO: TARIFICACIÓN DE LA RUTA 5⁴⁹

Antecedentes

Entre los años 1995 y 1998 se diseñó la concesión de la Ruta 5. La Ruta 5 es la carretera más importante del país y la columna vertebral del transporte vial a larga distancia. Los mayores volúmenes de tráfico se dan entre La Serena y Puerto Montt, tramo de alrededor de 1.560 kilómetros de largo. En este se ubican las principales ciudades del país y diversas actividades productivas, orientadas tanto al consumo interno como a la exportación. Especial relevancia, tienen en los mercados más dinámicos de exportación los sectores agrícola, forestal y pesquero.

Originalmente, la concesión de la vía estaba contemplada como un solo proyecto. La decisión de dividirlo en ocho tramos y licitarlos cada uno por separado, respondió a la decisión del gobierno de evitar efectos monopólicos y lograr tasas de peaje uniformes a través de toda la Ruta. El diseño conceptual de la Ruta implicaba:

- doble calzada de dos pistas cada una.
- enlaces desnivelados a una medida de 8 a 10 kilómetros uno de otro, para permitir el ingreso y egreso de cada ciudad y localidad a lo largo de sus 1.560 kilómetros.
- atraviesos o puentes sobre la ruta para caminos transversales.
- nuevas calles de servicio que permitan un funcionamiento expedito del territorio inmediato a la ruta.
- pasarelas peatonales para el tránsito oriente - poniente de la población.
- pasos de ganado y maquinaria agrícola donde sea necesario.
- áreas de control de Carabineros, SAG e Impuestos Internos fuera de la ruta y con alto estándar de atención.

⁴⁹ Esta parte está basada en un estudio de Friedmann e Hinojosa (1995).

- paraderos de buses.
- zonas de servicio con material y personal necesario para la atención rápida de accidentes y emergencias.
- teléfonos directos y gratuitos cada 3 kilómetros, conectados a los puntos anteriores.
- señalización acorde con este nuevo estándar

La Ruta 5 se dividió en 8 tramos según se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 3: TRAMOS DE LA CONCESIÓN DE LA RUTA 5

Tramo	Kms.
Ruta 5, La Serena-Los Vilos	270
Ruta 5, Los Vilos-Santiago	172
Ruta 5, Santiago-Talca	319
Ruta 5, Talca Chillán	193
Ruta 5, Chillán – Collipulli	144
Ruta 5, Collipulli- Temuco	209
Ruta 5, Temuco - Río Bueno	129
Ruta 5, Río Bueno - Puerto Montt	124
Total	1.560

Costos marginales de largo plazo

En la Ruta 5 los peajes se calcularon siguiendo la lógica de la tarificación por provisión de infraestructura a través de un cobro al usuario por el uso de la carretera. Como se ha indicado, el cobro por el uso de la infraestructura es visto como una forma de introducir equidad y eficiencia en el transporte interurbano de carga y pasajeros. La eficiencia nace del hecho que el sistema de precios corresponde a los costos de construcción, explotación y mantención de las obras viales. De esta forma, determinando un peaje igual al costo marginal de largo plazo se cumple con el criterio de eficiencia dado que se maximiza el bienestar social.

En consecuencia, resultaba básico determinar los costos marginales de largo plazo por provisión de infraestructura. Para lo anterior, se utilizó la metodología realizada por Jara y Munizaga (JM 1993) y utilizada en el Estudio de CITRA (1993), donde estima una función de costos multiproducto para el

transporte interurbano. Como es sabido, una función de costos representa el mínimo gasto para generar un cierto nivel de producto, a precio de factores dados. Los autores plantean una visión de la carretera como la combinación más adecuada de insumos (trabajo, maquinaria, materia prima) para servir un cierto flujo vehicular, mirado como el producto del proceso. El costo asociado a ese uso de recursos correspondería a un punto de la función de costos.

En una visión de largo plazo, los costos asociados al transporte por carretera deben incluir la provisión de infraestructura necesaria, tanto su construcción como su mantención. Tales costos dependen del costo considerado para el diseño, así como las condiciones climáticas y topográficas.

A través de la función de costos, se trata de obtener una función escalar que entrega el costo de construcción y mantención de un camino en condiciones climáticas y topográficas dadas, en función del nivel y composición del flujo de vehículos utilizados para su diseño. Esta función de costo queda determinada como:

$$C_{ij} = C_{ij}(V_1, V_2, \dots, V_n)$$

Donde C_{ij} es el mínimo gasto asociado a provisión de infraestructura para un flujo de vehículos con composición V_1, V_2, \dots, V_n en clima i y topografía j . Así los costos marginales para cada tipo de vehículo son calculados como una función multivariada continua.

De esta forma, el trabajo de JM consistió en estimar cada función de costos C_{ij} , asociándole un vector de variables independientes dado por los flujos vehiculares (V) y generando costos mínimos a cada flujo vehicular. Se consideraron 3 tipos de clima (i) (Norte, Plano y Sur) y 3 esquemas topográficos (j) (Plano, Montañoso y Ondulado), originándose una estimación de 9 ecuaciones de costos. En este caso los costos marginales de largo plazo representan el uso óptimo de recursos de desde una óptica tecnológica.

La función de costos en el mencionado trabajo, corresponde a una especificación tipo cuadrática, es decir:

$$C(V) = C_0 + \sum_{i=1}^4 A_i \times \Delta V_i + \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 A_i A_{ij} \times \Delta V_i \times \Delta V_j$$

Donde, ΔV_i es la desviación en torno a la media de las observaciones de la componente i -ésima del TMDA y A_i representa el costo marginal en la media de las observaciones. La expresión anterior puede interpretarse como una aproximación de la verdadera función costos $C(V)$ en serie de Taylor de segundo orden, en torno a la media de los flujos.

Las estimaciones econométricas de JM de los costos marginales de largo plazo son las siguientes:

CUADRO 4: COSTOS MARGINALES DE LARGO PLAZO (\$/VEH/KM.)

Zona-Topografía	Vehículos Livianos	Camiones	Camiones + 2 Ejes	Buses
Norte – Plano	1.61	3.85	10.02	4.11
Norte – Ondulado	1.77	8.66	15.52	7.28
Norte – Montañoso	4.40	38.88	50.09	26.05
Centro – Plano	2.75	4.96	8.57	4.95
Centro – Ondulado	2.80	12.77	20.08	9.87
Centro – Montañoso	4.35	37.96	53.03	26.14
Sur – Plano	2.17	4.69	9.07	4.61
Sur – Ondulado	2.59	11.17	17.79	9.23
Sur – Montañoso	3.95	33.30	46.90	23.30

Fuente: Jara Díaz y Munizaga (1993). Actas IV Congreso Chileno de Transporte. (Moneda de marzo 1993)

En el estudio se demostró la existencia de economías de escala y de ámbito en la producción de servicios de carreteras. Las economías de escala deben ser interpretada como las ventajas desde el punto de vista de costos de la “producción” masiva de flujos de automóviles, camiones pesados y livianos y buses. Las economías de ámbito indica la conveniencia que desde el punto de vista de los costos de producir en conjunto flujos de vehículos de carga y pasajeros en un caso, y flujos de vehículos livianos y pesados en el otro. Tanto

las economías de escala y de ámbito indican que no es posible tarifificar a costo marginal de largo plazo dado que, la aplicación de estas tarifas llevaría a que no se financiaran los gastos fijos asociados a la construcción, mantención y operación de la carretera en particular.

Del cuadro anterior se puede obtener el vector tarifario basado en costos marginales de largo plazo tomando como referencia base la tarifa de vehículos livianos.

CUADRO 5: RELACIÓN DE COSTOS MARGINALES SOCIALES DE LARGO PLAZO RELATIVOS A VEHÍCULOS LIVIANOS

Tipo de Camino	Vehículos livianos	Camiones 2 ejes	Camiones + de 2 ejes.	Buses
Norte Plano	1,00	2,39	6,22	2,55
Norte Ondulado.	1,00	4,89	8,77	4,11
Norte Montañoso.	1,00	8,84	11,38	5,92
Centro Plano	1,00	1,80	3,12	1,80
Centro Ondulado	1,00	4,56	7,17	3,53
Centro Montañoso.	1,00	8,73	12,19	6,01
Sur Plano	1,00	2,16	4,18	2,12
Sur Ondulado.	1,00	4,31	6,87	3,56
Sur Montañoso.	1,00	8,43	11,90	5,90
Promedios Simples	1.00	5,12	7,98	3,95

Fuente. Elaboración Propia en base a CITRA. Viene del Cuadro 4.
Normalizando en función de vehículos livianos.

Elementos del modelo de negocio

Sabiendo que era no posible de financiar la Ruta 5 usando peajes iguales a costos marginales de largo plazo se diseñó un modelo de segundo mejor, es decir calcular una tarifa de autofinanciamiento en el marco de un contrato de concesión bancable financieramente y desarrollado bajo Project Finance, que incluía:

- a. Una política de promoción de la competencia basada en la entrada a la Industria, a través de licitaciones competitivas, secuenciales y flexibles.
- b. La denominada tarificación a costos marginales no será posible y por lo tanto se busca un sistema que tomando como conocidos los costos marginales de largo plazo, logre tarifas que atenúen la pérdida de eficiencia económica. Estas tarifas se denominan de segundo mejor.
- c. Fijación de Tarifas máximas por parte del Estado con criterios de eficiencia económica pero también de equidad distributiva.
- d. Regulación de rentas por sobre una tasa de rentabilidad predefinida, que signifiquen compartir ingresos en un 50% para el Estado a partir de cierto nivel de ingresos obtenidos por el concesionario.
- e. Ingreso mínimo garantizado orientado a permitir la bancabilidad de cada una de las concesiones.
- f. Diseño de contratos expresados en Base de Licitación que incorporen elementos y cláusulas con incentivos y señales y que especialmente den cuenta de los problemas de asimetrías de información entre los agentes que participen en el proceso.
- g. Un esquema de distribución de riesgos entre el Estado y el concesionario de tal forma que de asumir la existencia de grandes inversiones que tiene riesgos que resulta difícil sean sólo tomados por el concesionario.
- h. Información entregada al licitante con Ingeniería definitiva con un 80% de desarrollo, estudios de impacto ambiental definitivos, información de tráfico referencial y estudios de impacto territorial desarrollados por Estado.
- i. Nivel de Monitoreo, control y supervisión del Estado y de los financistas de la obra con multas y premios que estimulen la calidad del servicio para el Usuario.
- j. Proceso de Precalificación Internacional, Licitaciones secuenciales en un periodo de 3.5 años.



1. Tarifificación

Considerando los elementos anteriores, se construyó un modelo financiero general en la cual se incluyó una sola concesión de 1560 KM. y 8 modelos financieros para cada uno de los tramos de la Ruta 5.

En carreteras con baja demanda o *TDMA* la tarifa resultaba excesivamente alta y era completamente dispar respecto el resto de la tarifificación de la red vial. No solamente la tarifa puede ser heterogénea por baja o alta demanda, sino también porque las inversiones que se requieren son diferentes en algunos tramos que otros. Por ejemplo, a lo largo de la Ruta 5, hay tramos donde el Estado, ha realizado fuertes inversiones de aumentos de capacidad en el pasado⁵⁰.

Lo anterior implicaba que usuarios por un mismo nivel de servicio de carreteras pagarían precios distintos por circular, derivados de una combinación de demanda e inversiones heterogéneas que aplicando la metodología de segundo mejor con $VAN = 0$ lleve a tarifas distintas. La localización espacial de las actividades económicas y/o la mayor o menor cantidad de recursos viales que en el pasado el Estado ha invertido lleva a que el sistema tarifario de autofinanciamiento sea inequitativo. Es decir, resultaba inequitativo que por un mismo servicio de carreteras dos usuarios que sólo por el hecho de estar localizados en lugares diferentes del país paguen precios distintos. Lo anterior lleva a tener un segundo criterio. Cual es tener tarifas relativamente homogéneas y equitativas en cuanto a su nivel. Esto se puede lograr por 4 mecanismos diferentes con la finalidad de mantener tarifas homogéneas a lo largo de la red.

⁵⁰ Por ejemplo, existe doble calzada en un tramo de 350 Kms. de la ruta 5 entre Santiago y San Javier. Sin embargo, en la misma Ruta 5, 350 Km entre La Serena y Calera existe una sola vía. Las tarifas de autofinanciamiento resultante son muy dispares entre estos tramos, lo que implica eficiencia, pero no equidad espacial (interregional), dado que el Estado subsidio carretera en el tramo Santiago San Javier. Más adelante se analiza con más detalle este importante punto.

- i) Realizar una subdivisión de los tramos no muy grande, de tal manera que existan pocos tramos a financiar, repartiéndose el *TDMA* entre tramos de altas tarifas hasta tramos de bajas tarifas, lográndose una tarifa promedio razonable.
- ii) Ajustar la tarifa (subirla) en tramos rentables e inelásticos, y exigir un pago del operador privado al Estado por infraestructura existente que permita subsidiar tramos de baja rentabilidad producto de la homogeneidad de tarifas. Este pago, se justificaría en el sentido de incluir la inversión realizada por el Estado en el tramo considerado, de forma tal que cuando el operador privado al calcular su tarifa de autofinanciamiento considere este pago como un flujo negativo y aumente de esta forma la tarifa a ofrecer. Concepto de Subsidios cruzados
- iii) Ampliar (bajar) el plazo de explotación de la concesión, de tal forma de que vía mayor (menor) plazo se logre una mayor (menor) tarifa.
- iv) Ajustar la tarifa (subirla) en tramos rentables y exigir un pago del concesionario al Estado.

Estos cuatro mecanismos, y/o también combinaciones de estos, permiten obtener matemáticamente una tarifa relativamente homogénea entre tramos.

Sin embargo, resultaba central bajo el criterio de equidad espacial calcular un único vector tarifario para el tramo completo sujeto a concesión, es decir una tarifa homogénea de la Serena a Puerto Montt. El ejercicio es relativamente simple y consiste en realizar sumatorias de *TMDA* de cada tramo y de cada plaza de peaje, así como sumar costos de inversión y costos de conservación y operación del concesionario. Una vez realizada estas sumatorias se procedió a calcular la tarifa (*P*) bajo el mismo algoritmo señalado en la metodología VAN=0. La tarifa de autofinanciamiento homogénea a todos los tramos resultó ser la siguiente:

CUADRO 6: TARIFA DE AUTOFINANCIAMIENTO HOMOGÉNEA

Tramo	Tarifa autofinanciamiento (en pesos) – Tramo La Serena a Puerto Montt		
	Cmg Promedio	Estructura relativa usando Centro Plano	Estructura relativa usando situación actual ⁵¹
Vehículo Simple	526	1.052	1.093
Camiones de 2 ejes	2.693	1.894	2.099
Camiones + de 2 ejes	4.197	3.282	3.104
Buses	2.078	1.894	2.099

Se consideraron dos escenarios para sustentar la tarifa de autofinanciamiento tomando como base el esquema de tarifas relativas de costos marginales centro plazo (1;1.8, 3.2, 1.8):

- Subsidios cruzados entre tramos
- Ampliación del plazo de concesión, de tal forma de sustentar las tarifas homogéneas.

Para la aplicación de los subsidios cruzados entre tramos, se evaluó cada proyecto tomando como referencia la tarifa de autofinanciamiento de aplicar una tarifa homogénea en todo el tramo con un valor de \$1.200⁵² con la finalidad de asegurar que las tarifas calculadas cumplieran con el criterio de tarifa máxima viable. En algunos tramos el VAN resultó ser negativo y en otros tramos resultó ser positivo.

En los casos de tramos cuyo VAN fue negativo implicaba la presencia de un subsidio, mientras que en el caso cuyo VAN fue positivo implicó un pago del concesionario al Estado. Asimismo, se calculó el pago/subsidios anuales equivalentes durante todo el plazo de la concesión. Nótese que la sumatoria de pagos y subsidios en todos los tramos considerados por definición debe sumar cero. Los resultados fueron los siguientes:

⁵¹ La situación actual era la estructura tarifaria aplicada por el Departamento de Peajes de la Dirección Nacional de Vialidad al año 1995. Esta estructura era 1 para vehículos, 1.92 para camiones de 2 ejes, 2.84 para camiones + de ejes, y 1.92 para buses

⁵² En gran parte del estudio se trabajó con una tarifa que fluctuaba entre \$1.054 y \$1.200. La razón es que se consideró un margen de seguridad en los cálculos del 20%.

CUADRO 7: SUBSIDIOS CRUZADOS

Tramo	Subsidios/Pago* (Miles de US\$ por año)
La Serena – Los Vilos	+11.9
Los Vilos – Santiago	-9.1*
Sistema Santiago – Talca	-12.1*
Talca – Chillán	-14.15*
Chillán – Collipulli	+5.6
Collipulli – Temuco	-1.4*
Temuco – Río Bueno	+9.45
Río Bueno – Puerto Montt	+9.8

*Indica pago al Estado. Tipo de Cambio = US\$ = \$400

Cuando la variable de control fue el plazo de concesión y la tarifa de autofinanciamiento del tramo (*TAT*) era superior a la tarifa de autofinanciamiento homogénea (*TAH*), se procedió a aumentar el plazo de la concesión hasta que el *VAN* del proyecto con *TAH* fuera igual cero. En algunos casos el plazo resultó ser excesivamente alto con tendencia a infinito. Lo anterior producto que en términos intertemporales los flujos futuros valen menos a través del tiempo. En caso contrario, cuando *TAT* era menor que *TAH* se procedió a disminuir el plazo de la concesión hasta que el *VAN* fuera cero. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

CUADRO 8: VARIACIÓN EN LOS PLAZOS DE CONCESIÓN

Tramo	Plazo de Concesión (en años)	
	Plazo de Concesión	Valor Actual Neto (MMUS\$)
La Serena – Los Vilos	más de 50 años	-82
Los Vilos – Santiago	20	0
Sistema Santiago – Talca	7	0
Talca – Chillán	6	0
Chillán – Collipulli	más de 50 años	-26
Collipulli – Temuco	16	0
Temuco – Río Bueno	más de 50 años	-66
Río Bueno – Puerto Montt	más de 50 años	-97

Dado que el plazo de la concesión como mecanismo de control para asegurar una tarifa homogénea en cada uno de los 8 tramos de la Ruta 5 era imposible financieramente y jurídicamente (la Ley de Concesiones permite plazos



máximos de 50 años) se decidió establecer un sistema de subsidios/pagos cruzados entre tramos.

2. Mecanismo de Bienes y Derechos

Los pagos y subsidios fueron fijados en la Bases de Licitación de tal forma de lograr el equilibrio entre los distintos tramos. Sin embargo, para reforzar este esquema y mantener un esquema tarifario de equilibrio alrededor de la tarifa de \$1000, se comenzó a aplicar después de haber licitado y adjudicado 4 tramos de la Ruta un mecanismo denominado Pagos por Bienes y Derechos utilizados en la concesión (BD). Para lo anterior, se establecieron en las bases de licitación dos tramos de competencia. En el primer tramo de competencia, la variable de licitación es el Monto de Pago por concepto de Bienes y Derechos utilizados en la concesión, el cual debería ser mayor o igual a cero. En este caso se fija la tarifa en P_0 . En el segundo tramo, la variable de licitación era la tarifa que podía situarse entre $P_0 < P < P_1$. En este caso, el monto por concepto de bienes y derechos usados en la concesión será igual a cero ($BD = 0$). La concesión se asignó a aquel licitante cuyo puntaje haya resultado mayor. El puntaje se calculaba como $Puntaje = - (P_0 - BD)$.

3. Resultado de las licitaciones

Finalizada en abril de 1998 la última licitación del negocio de la Ruta 5 en sus diferentes tramos los resultados fueron los siguientes:

CUADRO 9: VARIACIÓN EN LOS PLAZOS DE CONCESIÓN

Tramo	Variable Licitación	Peajes Troncales	Cobro en Accesos	Subsidio (miles de UF)	Pago al Estado (miles de UF)	BD (miles de UF)	Plazo (años)
La Serena – Los Vilos	Por tramos. Por menor tarifa entre \$1000 y \$1200	2	Sí	350	-	-	25
Los Vilos – Santiago	Por tramos. Tramo c. Menor tarifa con un máximo \$1200	2	No	-	300	-	23
Sistema Santiago – Talca	Por tramos. Mayor BD con tarifa fija en \$1000	2	Sí	-	350	4.020	25
Talca – Chillán	Menor tarifa	2	Sí	-	400	-	10
Chillán – Collipulli	Tarifa en rango mínimo en \$1000	2	Sí	150	-	-	23
Collipulli – Temuco	Tarifa fija en \$1000 y BD	2	Sí	-	100	585	25
Temuco – Río Bueno	Tarifa fija en \$1000 y BD	2	Sí	250	-	65	25
Río Bueno – Puerto Montt	Tarifa fija en \$1000 y BD	1	Sí	300	-	262	25
Total		15	-	1.050	1.150	4.931	-

Fuente: Unidad de Estudios – Coordinación General de Proyectos – mayo 1998

CUADRO 10: TARIFAS FINALES CONCESIÓN RUTA 5

Tramo	Tarifas Vehículos Livianos (Pesos al 31 /12/94)
Los Vilos - La Serena	\$1.140
Santiago - Los Vilos	\$1.200
Santiago – Talca	\$1.000
Talca – Chillán	\$898*
Chillán – Collipulli	\$1.000
Collipulli – Temuco	\$1.000
Temuco - Río Bueno	\$1.000
Río Bueno - Puerto Montt	\$1.000
Tarifa Promedio	\$1.029

Fuente: Área de Transporte – Coordinación General de Proyectos - mayo 1998

* Primera concesión adjudicada de la Ruta 5 en el año 1995. Se licitó por menor tarifa. Un ajuste al contrato producido por nuevas inversiones llevó a la Tarifa a \$1.000

ANEXO II: MÉTODOS DE TARIFICACIÓN VIAL A NIVEL INTERNACIONAL

En Europa como en algunos estados de EE.UU. y Australia hay variadas formas de aplicar impuestos o tarifas a los vehículos que circulan por las diferentes carreteras. Estas van desde el pago por la utilización de combustibles, pasando por pagos de licencias, por peso de los vehículos, por número de ejes, por tamaño del motor, hasta una fórmula de tarificación que está en función del peso y la distancia recorrida por cada vehículo.

En Europa específicamente, la determinación del nivel de tarifas a los usuarios de las carreteras es prerrogativa del Parlamento, institución que ha considerado los siguientes principios para ello:

- Eficiencia en el uso de los recursos
- Asegurar la equidad entre los usuarios de las carreteras o caminos
- Limitar el efecto de redistribución entre los usuarios de las carreteras o caminos y aquellos que no las utilizan.

Desde el punto de vista de la eficiencia de los recursos, se ha optado por aumentar la atención al vínculo existente entre la carga y el concepto de costo marginal. Esto no solo como un incentivo a promover el uso eficiente de la capacidad de los caminos sino también para asegurar que los usuarios de los caminos paguen los efectos marginales externos por la utilización de los mismos. El énfasis, por tanto, está dado por los recursos usados por un vehículo adicional en la carretera, determinados bajo características geométricas y de capacidad fija para cada uno de los caminos

Descripción de metodologías de asignación de costos

A nivel internacional, existen cuatro metodologías de asignación de costos a tarifas, las que pueden ser clasificadas como el método de la Equidad, el enfoque de ingeniería (que se divide en método directo e indirecto) y el método Econométrico, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 11: METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE COSTOS POR USO DE CAMINOS

	Descripción	Posible Impacto
Equidad	Asignación del total de costos entre los usuarios. Puede o no puede referirse a costos marginales como límite más bajo para las asignaciones.	El resultado es dependiente de cómo los costos “no separables” son asignados – por VKT o PCU. La actual metodología utilizada internacionalmente favorece a los vehículos pesados si los costos no separables son asignados por VKTs
Ingeniería	Estimación del costo marginal por uso de los caminos, incluyendo el impacto en otros usuarios debido al desgaste de los mismos, basado en modelos de ingeniería.	Si el Costo Marginal < Costo Medio, entonces no cubrirá los costos totales Si el Costo Marginal = Costo Medio, entonces las asignaciones hechas son basadas en ESALs, lo que causará un aumento en los costos para vehículos pesados.
Econométricas	Utiliza modelos económicos con bases de datos históricos o simulados para estimar el impacto en los costos del tráfico vehicular. Funciona solamente si existen bases de datos fuertes VKT, GVM, ESAL son correlacionados	Probablemente resultará en incrementar asignaciones a vehículos pesados, pero no toma en cuenta los daños de las externalidades al camino, a menos que la función de costos así lo especifique.

VKT: Kilómetros recorridos por vehículo

PCU: Kilómetros unitarios por pasajero de automóvil.

GVM: Kilómetros por masa total del vehículo

ESAL: Kilómetros por carga de ejes equivalentes.

Fuente: Elaborado en base a partir de Bruzelius (2004).

El método de equidad

El método de equidad busca asignar costos entre los distintos usuarios de los caminos sobre la base de la imparcialidad. Consiste en tratar a los usuarios como si estos pertenecieran a un club que en conjunto deben cubrir todos los costos de un camino o una red de caminos. La asignación de costos dentro del club apunta a asegurar que los usuarios paguen una contribución justa “o equitativa” sobre la base de la naturaleza y la cantidad en su utilización del camino. Este método está sustentado por la teoría de los bienes clubes (*club good theory*) desarrollada por Buchanan (1965).

La teoría de los clubes es parte de la denominada teoría de los bienes públicos. A partir del trabajo seminal de Buchanan *"An Economic Theory of Clubs"* (1965), la teoría de los bienes públicos fue ampliamente desarrollada pudiendo explicar de manera más precisa la diferencia que existía entre bienes públicos privados y bienes públicos puros. Buchanan demostró como las condiciones para la provisión de un bien público y las de un miembro de un club interactuaban.

Un bien club es un caso particular de un bien público, en la cual las características de exclusión y no rivalidad (o rivalidad parcial dependiendo de la congestión) se contraponen a un bien público puro que tiene ambas características de no exclusión y no rivalidad en el consumo.

Un club es un grupo voluntario de individuos que obtienen beneficios mutuos compartiendo tanto los costos de producción de un bien público. Un bien club es caracterizado por tener beneficios excluibles para los no miembros y por la participación voluntaria en su consumo. Los miembros toman la decisión de pertenecer al club porque ellos anticipan beneficios colectivos.

En este caso a diferencia de los bienes público puros, es posible limitar el consumo para los consumidores que no pagan la "cuota" por estar en el club. Sin embargo, un bien club mantiene la característica de no rivalidad, esto es, el consumo del bien o servicio por una persona no reduce el consumo del mismo servicio o bien para otras personas, excepto cuando la congestión aparece y la utilidad de cualquier individuo será afectada por la presencia de más miembros del club. El análisis de Buchanan incluye la definición óptima del tamaño del club por cada bien, el cual mide el consumo colectivo que será derivado producto de pertenecer al club. En el artículo de Buchanan la piscina es el ejemplo original de bien club. Los usuarios de la piscina sufren rivalidad y congestión cuando el número de miembros se incrementa.

La mayoría de las metodologías de asignación de costos utilizadas por las distintas autoridades viales en el mundo hacen uso de este enfoque. El argumento proviene del hecho de que todos los costos pueden ser



recuperados desde el usuario “el club” como un todo, con costos no separables determinados sobre la base de algún parámetro “justo”. Sin embargo, la asignación de costos dentro del “club” es sensible a los parámetros escogidos para dividir costos entre los miembros del club. Especial relevancia tiene el sector del transporte de carga dentro del Club.

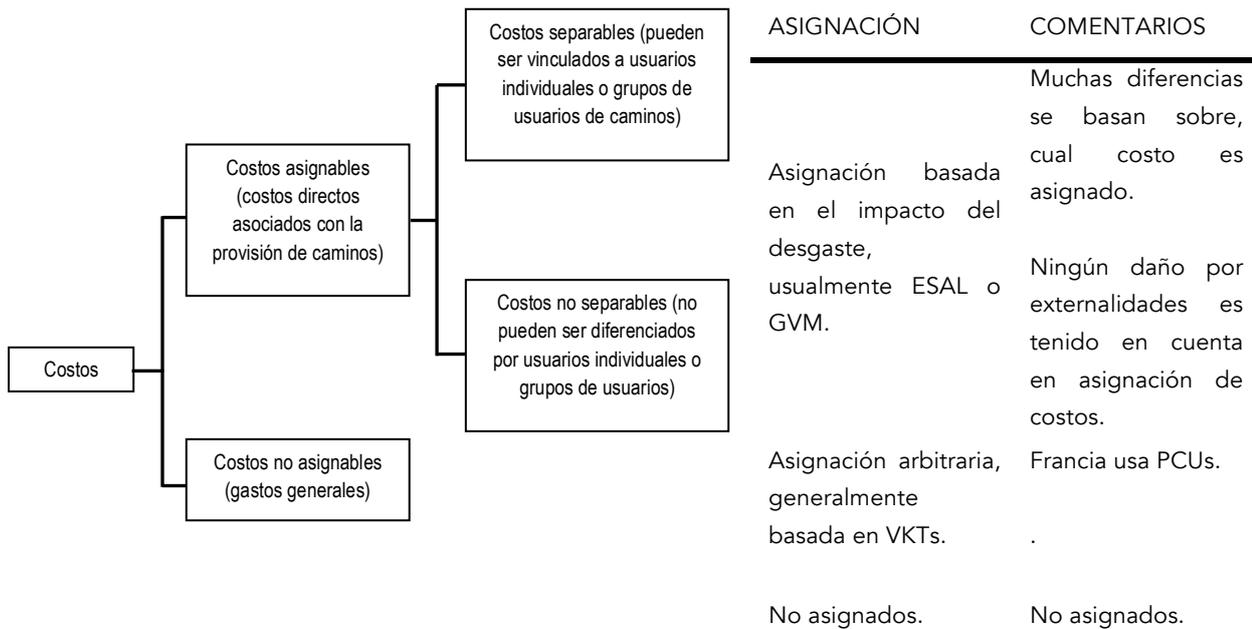
Los principales parámetros utilizados en el método de equidad de asignación de costos son los siguientes:

- Kilómetros recorridos por vehículo (*VKT*): en este caso todos los vehículos son tratados de igual manera, pero se paga en función de los kilómetros que efectivamente circulan. La forma de tarifificar en este caso es a través de cobro electrónico del mismo modo como se aplica en las concesiones urbanas en Santiago.
- Kilómetros unitarios por pasajero de automóvil (*PCU*): los vehículos son ponderados por su tamaño relativo a un pasajero de automóvil. Algunos enfoques también toman en cuenta características como la aceleración y frenado.
- Kilómetros por masa total de vehículos (promedio) (*AGM/GVM*): los vehículos son ponderados por su masa total.
- Kilómetros por carga de ejes equivalentes (*ESAL*): el valor de *ESAL* es calculado para cada eje de un vehículo pesado como [Carga eje / Carga de referencia]. Estos son sumados para dar un valor total de *ESAL* para cada vehículo.

Como el principio de este método es la noción “de imparcialidad”, las elecciones de parámetros implican un elemento de discreción por parte de las autoridades viales. Esto es importante ya que la elección y el valor del parámetro utilizado para asignar un ítem de costo en particular pueden tener un impacto significativo sobre la proporción del costo atribuido a las distintas clases de usuario.

La siguiente figura ilustra el proceso de asignación de equidad genérico:

FIGURA 2: ENFOQUE DE EQUIDAD O CLUB – FÓRMULA BÁSICA



Fuente: Elaborado a partir de Bruzelius (2004)

Métodos de Ingeniería

El método de Ingeniería busca asignar costos sobre la base de los modelos de ingeniería relacionados a los daños existentes en el camino. Existen dos enfoques:

Enfoque Directo. Se utiliza lo que se conoce como el Sistema de Administración de Pavimento (*PMS*) de tal forma de pronosticar los costos de administración de caminos que son resultado de incrementos en los flujos de tráfico. El *PMS* más utilizado es el *HDM* en sus versiones *HDM III*⁵³ y *HDM 4*

⁵³ El **HDM-III** es un modelo empírico basado en estudios del deterioro de carreteras realizados en diversos países en un esfuerzo conjunto de diversas personas y organizaciones, agencias internacionales, académicas y gubernamentales, para enfrentar el reto de la adecuada asignación de los escasos recursos financieros para la construcción y el mantenimiento de carreteras en los países en vías de desarrollo. En efecto, el modelo de Normas de Conservación y Diseño de Carreteras (**Highway Design and Maintenance Standards Model**) es un programa de cómputo concebido para analizar los costos totales del transporte

⁵⁴. El *PMS* contiene un conjunto de costos relacionados a los daños del camino (tanto costos de reparación directos como costos relacionados a usuarios) junto con modelos que relacionan el uso del camino con los daños, la congestión etc. Los costos de las unidades adicionales de los diferentes tipos de caminos pueden ser comparados con un caso base para calcular sus costos marginales. Esto es, porque las decisiones que se toman a través de los sistemas *PMS* toman en cuenta tanto los costos de reparación del camino como los costos incurridos por los usuarios de los caminos. El enfoque Directo también captura los "daños por externalidades", es decir, los costos de daños al camino provocados por un usuario que impactan en usuarios subsecuentes.

Enfoque Indirecto. El enfoque indirecto está basado en el mismo enfoque para la identificación de costos asociados a un usuario marginal como en el enfoque directo pero con las siguientes diferencias:

Se define un vehículo marginal como un aumento en número de un vehículo no solo durante un período, sino también para todos los períodos subsecuentes. Si se asume un período que corresponde a un año, entonces el vehículo marginal se refiere a un incremento de un vehículo durante todos los años siguientes.

Se enfoca en el daño del camino y en los recarpeteos realizados sobre el mismo. Los recarpeteos constituyen una parte substancial del costo total de

comparando distintas estrategias de mejoramiento y conservación de carreteras mediante la evaluación económica durante la vida útil de las mismas. El programa incorpora un conjunto de relaciones matemático-probabilísticas que reproducen el cambio de las condiciones iniciales de la carretera por efecto de las intervenciones constructivas, de mantenimiento y por la acción de la demanda a lo largo del periodo de vida, ofreciendo una modelación detallada del deterioro de la carretera. Realiza el cálculo de los costos anuales de construcción y mantenimiento de la carretera; de la operación de los vehículos y del tiempo de los usuarios empleado en el recorrido. Asimismo permite añadir en forma exógena los costos de los accidentes y de otros efectos a la evaluación económica.

⁵⁴ El modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras **HDM-4 (Highway Development and Management)** se ha diseñado como sustituto al HDM III con el objeto fundamental de producir un nuevo modelo de estándares para ser usado en la determinación de los impactos técnicos, económicos, sociales y medioambientales de las inversiones viales.



mantenimiento y de operación de los caminos, lo cual se ha visto reforzado a través del desarrollo de tecnologías de pavimentos y prácticas de mantenimiento.

Ignora el desgaste de los caminos.

Este enfoque se basa en el "**teorema fundamental del daño del camino**" formulado por Newbery (1988a y 1989) que establece que el costo marginal es proporcional al costo (promedio) del mantenimiento (recarpeteos) por ejes equivalentes, o

$$MC = \frac{\theta \times C}{T \times Q}$$

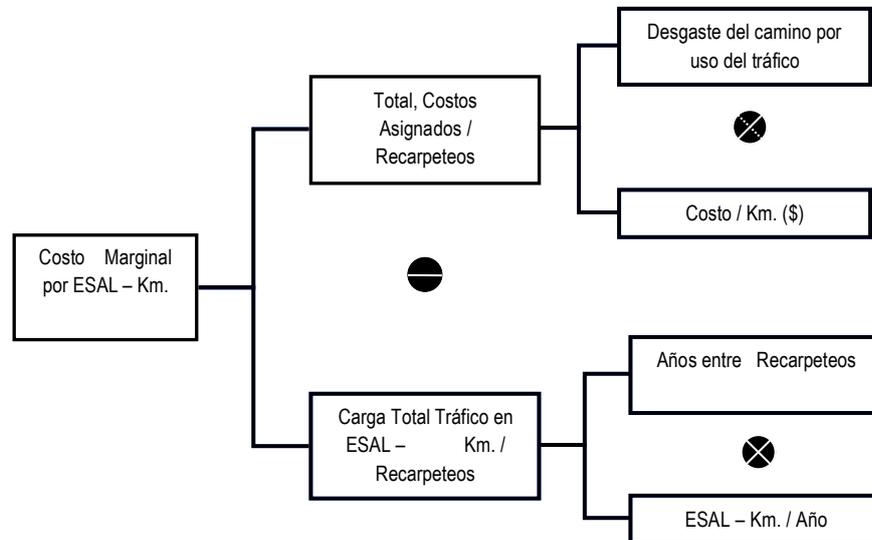
Donde C es el costo por kilómetro de recarpeteo, T es el número de años entre dos recarpeteos, Q es el tráfico anual en ejes equivalentes y θ es la parte de deterioro del camino por efectos del tráfico. Si esta última variable es igual a uno, entonces el costo marginal es simplemente el costo por kilómetro de recarpeteo, dividido por el número acumulado de ejes equivalentes durante la vida útil de dicho recarpeteo.

De acuerdo a Newbery, esta fórmula se aplica sujeta a las siguientes condiciones:

- La red de caminos posee una distribución uniforme de antigüedad (o cada tipo de camino tiene una distribución uniforme de antigüedad)
- Las acciones de mantenimiento de recarpeteo de caminos son provocadas por las condiciones del camino (Newbery considera un máximo nivel de rugosidad como el indicador a aplicar)
- No existe crecimiento de tráfico
- Los daños son causados solamente por el tráfico (por ejemplo θ es igual a 1)

En síntesis, el enfoque indirecto hace uso de una relación teórica entre la utilización del camino y el desgaste del mismo (Newbery 1988a) tal como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 3: FÓRMULA NEWBERY



Fuente: Elaborado a partir de Newbery (1988a)

A diferencia del enfoque directo, los costos por desgaste del camino consideran solo los costos de reparación del camino, y no toman en cuenta los costos de externalidades provocados por otros usuarios de los caminos [por ejemplo congestión]. En términos de recuperación de costos, los costos asignados al tráfico son ponderados por un factor (≤ 1) que toma en cuenta de factores no asociados a carga como es el caso del clima.

Métodos econométricos

Los métodos econométricos utilizan modelos de regresión para establecer la mejor relación entre los costos observados del camino y un conjunto de variables explicativas, como por ejemplo el uso del camino a través del tráfico por tipo de vehículos. La diferenciación de estas relaciones entrega los costos



marginales de largo plazo. En el Anexo 1 para el caso de ruta 5 se ha mostrado parcialmente este enfoque.



ANEXO III: MEDIDAS DE SEGURIDAD FINANCIERA EN *PROJECT FINANCE*

Existe una serie de mecanismos que otorgan al proyecto la flexibilidad necesaria para adaptarse a los diferentes escenarios y que permiten al financista controlar la evolución del proyecto. Estos mecanismos de control financiero y cuentas de reserva son los siguientes:

1. Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda (DSCR)⁵⁵.- Este ratio se define como la relación entre el flujo de efectivo operacional durante un período de un año con anterioridad a la fecha de su cálculo y la suma del monto total adeudado en lo que respecta a principal e intereses durante ese mismo período. Su valor mínimo varía de proyecto a proyecto dependiendo de la volatilidad esperada que pueda afectar a los flujos de caja. Para proyectos en los cuales el servicio de la deuda está cubierto por garantías, pagos o subsidios estatales, el ratio puede ser cercano a 1.20x, dado que no se espera gran desviación en los flujos de ingresos pero potencialmente desviación en los costos de mantenimiento. En cambio, para proyectos que puedan presentar una mayor dispersión en sus ingresos, el ratio exigido podría llegar a niveles de 1.50x a 2.0x. El flujo de efectivo operacional representará, durante un período de tiempo determinado, la diferencia existente entre:
 - a. El ingreso operacional resultante de la operación del proyecto, el ingreso por intereses de las cuentas del proyecto más las compensaciones recibidas de parte de las compañías de seguros por pérdidas de utilidades o las compensaciones excedentes recibidas de parte de dichas compañías en caso de seguros contra pérdidas o daños por seguros de responsabilidad personal o a terceros (la diferencia entre la cantidad pagada por la

⁵⁵ Debt Service Coverage Ratio (DSCR) de su nombre en inglés.

compañía de seguros o por terceros y el costo de reparación o pago a terceros, respectivamente); y

- b. Los pagos por gastos operacionales (incluyendo, en cualquier caso, pagos al Estado, personal, mantención regular, conservación, clasificaciones de riesgo y otros gastos relacionados a la emisión de bonos, primas de seguros y los impuestos directos e indirectos a que esté afecta al concesionario, multas, sanciones y compensaciones no cubiertas por las pólizas de seguros o por terceros o, de estar cubiertas, la diferencia negativa entre la cantidad efectivamente pagada por la compañía de seguros o por terceros y el costo de reparación o pago a un tercero) pagados por el concesionario en relación al proyecto u otros expresamente autorizados por el asegurador y comisiones y otras sumas adeudadas al asegurador y otros financistas, aparte del principal y los intereses del financiamiento y de aquellos definidos como costos del proyecto.

2. Desembolsos limitados. Los desembolsos limitados, entendidos estos como los dividendos, pagos de la deuda subordinada, reducciones de capital, préstamos entre compañías relacionadas y cualquier otra forma de sacar flujo de caja desde la Concesionaria a sus accionistas están normalmente sujetos al cumplimiento de una serie de condiciones que permitan constatar que el desempeño del proyecto se encuentre de acuerdo a lo proyectado antes de dejar salir flujos del mismo. Por el contrario, si el proyecto está desempeñándose por debajo de lo esperado, estas condiciones permitirían retener en la concesionaria el flujo de caja excedente, que sirve como garantía adicional frente a escenarios adversos. Las principales condiciones utilizadas son las siguientes:

- El Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda antes de los Desembolsos Limitados debe ser superior a, por ejemplo, 1.20x – 1.30x;

- Todas las Cuentas de Reserva que se describen a continuación deben estar completamente financiadas; y
- No debe haber ocurrido ni continuar ningún incumplimiento.

3. Cuentas de Reserva. Las cuentas de reserva a considerar son las siguientes:

- Cuenta de Reserva de Liquidez (CRL): Constituida originalmente con el producto de la colocación de bonos, su balance inicial debe ser igual a los primeros 12 meses de servicio de la deuda tras el término de la construcción del proyecto. Una vez terminado el proyecto, CRL debe mantenerse con aportes provenientes del flujo de caja posterior al servicio de la deuda, de manera de alcanzar y mantener la CRL completamente financiada en un nivel equivalente a los próximos 12 meses del servicio de la deuda en todo momento. En algunos casos CRL puede ser equivalente a 6 meses y hasta que los DSCR presenten una historia superior de 2.0x.
- Cuenta de Reserva de Mantenimientos Mayores (MMRA): En general se debe mantener una cuenta de reserva para proporcionar, en el período de cálculo anterior a cada mantención mayor programada, los costos estimados de dicha mantención según se define en el Caso Base. El financiamiento del monto de cada mantención mayor normalmente comienza a reservarse durante los 3 a 5 años anteriores a la fecha de la misma.
- Cuenta de Efectivo (CCRA): El Concesionario estará obligado a mantener una Cuenta de Reserva Colateral de Efectivo con efectivo excedente disponible después del servicio de la deuda programado y el fondeo de otras cuentas de reserva, hasta que le esté permitido realizar Pagos Restringidos.

Los saldos de estas cuentas de reserva se deben invertir en instrumentos financieros aprobados por el asegurador y generarán ingresos financieros a tasas de interés de mercado.

ANEXO IV: ALGUNOS CONCEPTOS PARA LA REGULACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS

En el ámbito de las experiencias regulatorias a nivel global podemos encontrar al menos cuatro categorías de regulación, las cuales describimos a continuación⁵⁶:

1. Regulación vía Gobierno. Este modelo se observa en la mayoría de los países en Latinoamérica y consiste básicamente que tanto el establecimiento de tarifas y otras medidas regulatorias y la supervisión se realiza a través de agencias estatales ministeriales adscritas directamente a una autoridad política (Ministro) nombrado por el Presidente de la República,
2. Organismos Reguladores Independientes. Son organismos que se encuentran regulando y supervisando las inversiones en infraestructura y que no se encuentran bajo el mando de un Ministerio y reciben su financiamiento producto del negocio que regulan. En este caso tenemos, tenemos a la Oficina de Supervisión de Infraestructura de Transportes (OSITRAN) en Perú y la Office of Rail Regulation de Reino Unido, la Civil Aviation Authority de Reino Unido. Esto se conoce como el modelo Anglo-Americano
3. Regulación a través de contratos de concesión. En aquellos casos que el país haya optado por el diseño de contratos de concesión, estos se reconocen como una forma institucional en la cual puede estar inserta la regulación. Es el caso de gran parte de países en Latinoamérica que utilizan este tipo de contratos, y en Francia es usado principalmente en el sector de aguas y saneamiento. Se conoce como el modelo de concesión del servicio público o modelo "francés".

⁵⁶ Una buena referencia para estudiar los conceptos de regulación desde la óptica institucional se encuentra en Brown et al (2006)

4. *Outsourcing* de funciones regulatorias. En algunos casos se contratan consultores o empresas privadas por breves períodos de tiempo para poder apoyar con estudios tarifarios o de otro tipo para fortalecer la capacidad del organismo estatal o regulatorio independiente.

Podemos observar que los cuatro modelos no son totalmente excluyentes y que pueden compartir parte de sus definiciones básicas pues no existen modelos totalmente puros a nivel global. Más bien lo que se observa son experiencias híbridas.

En general, cuando se evalúan los sistemas de regulación y supervisión se utiliza un modelo de referencia. El modelo de referencia (*Benchmark*) más aceptado para comparar y a partir de esa definición definir la gobernabilidad de un organismo regulador es el modelo del Regulador Independiente. La gobernabilidad debe entenderse como el diseño de los aspectos institucionales y legales de un sistema de regulación. La principal característica de un regulador independiente es la independencia en la toma de decisiones. Esto significa que sus decisiones son tomadas sin la necesidad de contar con una autorización previa de una institución jerárquica superior del gobierno. Los bloques institucionales para la toma de decisiones de un regulador independiente son:

- La independencia organizacional, lo que significa una separación organizacional de cualquier dependencia o ministerio
- La independencia financiera y
- La independencia en la administración.

La principal motivación para crear instituciones independientes es para despolitizar el proceso de toma de decisiones particularmente el relacionado a la fijación y reajustes de tarifas (peajes) de tal forma de crear un cuerpo aislado de las decisiones políticas que son tomadas diariamente por los gobiernos. Este mecanismo de regulación independiente constituye, el modelo de



mejores prácticas en el ámbito de la regulación de servicios públicos e infraestructura (Brown et al, 2006).

De Brown et al (2006) se puede desprender que al menos existen 3 razones para considerar que la institución del regulador independiente (RI) constituye un modelo de referencia de mejores prácticas. La primera señala el modelo de gobernabilidad del regulador independiente ha llegado a ser el modelo de facto en más de 200 países que han creado sistemas de regulación en los últimos 10 años. En segundo lugar, evidencia empírica muestra que el modelo de gobernabilidad de RI se desempeña mejor que otros modelos. El tercer lugar, el modelo RI permite acomodar y trabajar con una amplia variedad de transacciones y sectores. Esquemas de concesiones municipales, contratos de mediano y largo plazo con mecanismo de contratación pública, concesiones de infraestructura, esquemas PPP pueden funcionar en un modelo RI.

Elementos deseables en una entidad reguladora

Los principios de gobernabilidad para una entidad regulatoria debieran ser los siguientes:

1. Credibilidad, en el sentido que los inversionistas deben tener la confianza que el sistema regulatorio cumplirá sus compromisos
2. Legitimidad, en el sentido que los usuarios y consumidores deben estar convencidos que el sistema regulatorio los protegerá de un potencial ejercicio de poder monopólico por la parte de la empresa (pública o privada) prestadora de servicios
3. Transparencia, asociado a que el sistema debe operar transparentemente en la cual tanto los inversionistas y los usuarios conozcan los términos de sus transacciones, derechos y obligaciones.

En consecuencia, un primer desafío para el marco institucional es establecer una norma objetiva, que sea estable a las presiones de grupos organizados y que propenda al bienestar de la sociedad. Ello requiere que el mismo proceso de regulación permita, pero a la vez limite, la negociación en el proceso. Debe



existir una compatibilización óptima entre estabilidad, credibilidad y flexibilidad.

Los dos primeros, son elementos fundamentales para mantener en el tiempo un incentivo entre los inversionistas a desarrollar el dinamismo que se requiere. El tercer elemento, surge del reconocimiento que en el mundo real será imposible establecer contratos absolutamente completos, y que por lo tanto una absoluta rigidez sería contraproducente para los intereses de todas las partes.

Una manera de lograr esta conciliación es a través del sistema jurídico, pero la insatisfacción con su funcionamiento ha hecho cada vez más importante la existencia de mecanismos informales, basados en la reputación de las partes, especialmente en los contratos entre privados.

En un contexto público - privado, sin embargo, la naturaleza de los bienes involucrados en ellos y la posibilidad que tiene el Estado de alterar elementos que en general se consideran dados para los privados, hace especialmente crucial que dicho ámbito de acción esté más precisamente definido cuando se trata de contratos con el Estado.

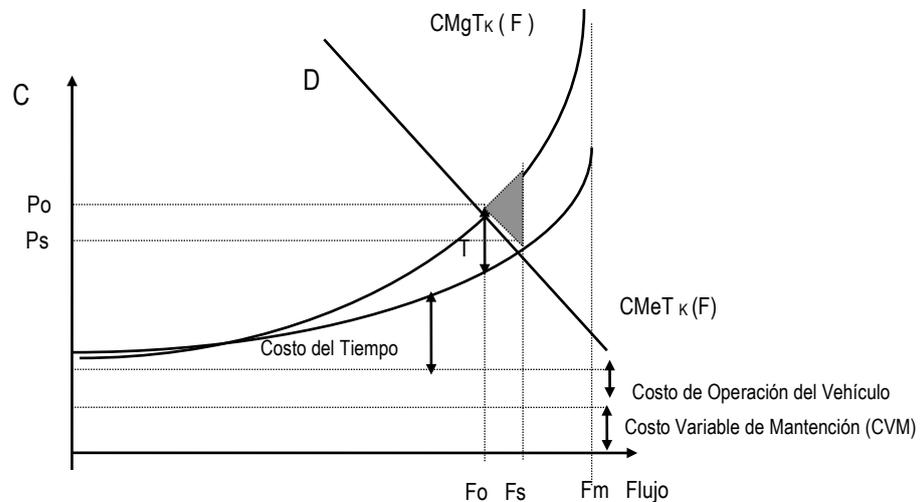
ANEXO V: TARIFICACIÓN POR CONGESTIÓN

El análisis de tarificación por congestión se ha hecho fundamentalmente desde el punto de vista del usuario, donde la tarifa responde a un criterio de corregir la externalidad de congestión. La inclusión de un usuario más a la ruta, afecta los tiempos de viaje del resto de los usuarios, de manera que el costo que el usuario adicional percibe por su ingreso a la ruta, es menor que el costo social.

Siguiendo a Hau (1992), en la figura siguiente se presentan los costos medios y marginales de corto plazo de un usuario típico y los distintos equilibrios que se producen en función de la demanda para una capacidad de transporte dada. El corto plazo es entendido en la forma usual, es decir, suponiendo que

existen factores fijos, que en este caso suponemos determinados por el nivel de inversión en infraestructura K .

FIGURA 4: COSTOS MEDIOS Y MARGINALES DE CORTO PLAZO



En esta figura se muestran las distintas componentes que conforman el costo de realizar un viaje. Existe un costo de operación del vehículo y un costo del tiempo propio, ambos asumidos por el usuario privadamente; además hay un costo de la externalidad dado por la diferencia entre costo marginal ($CMgTK(F)$) y el costo medio ($CMeTK(F)$) de los usuarios.

Adicionalmente existe un costo variable de mantenimiento del camino que es independiente del flujo. Este costo variable de mantenimiento, sumado al costo de operación del vehículo y al costo medio del tiempo propio, origina la curva $CMeTK(F)$ ⁵⁷

En ausencia de una tarifa por congestión y existiendo sólo una tarifa por costo de mantenimiento, el costo generalizado de viaje es de Ps y el nivel de consumo

⁵⁷ La dependencia del costo medio del tiempo del nivel de flujo no implica que el valor del tiempo del usuario no sea constante, sino que al aumentar el flujo aumenta el tiempo de viaje y por lo tanto aumenta el valor del tiempo consumido en dicho viaje.



de equilibrio en la vía es F_s . Este es un equilibrio porque la disposición marginal a pagar (i.e., la función de demanda inversa), interseca al costo medio total, que es la función según la cual el consumidor toma sus decisiones de viaje, ignorando totalmente el costo de congestión que impone sobre los demás consumidores. Obsérvese que se ha utilizado una sola tarifa para el caso de no congestión. Bajo el criterio de *peak load pricing* es perfectamente compatible introducir una tarifa intermedia.

Sin embargo, debido a la presencia de la externalidad de congestión en el equilibrio (F_s, P_s), el costo marginal excede a la demanda y por lo tanto existe una pérdida social dada por el área achurada. Para corregir esta distorsión se puede cobrar una tarifa T por congestión, de tal forma que sumada a la tarifa por mantención, generen un nuevo equilibrio en (F_o, P_o), que es óptimo en presencia de congestión. En este punto el costo marginal, que incluye la externalidad de congestión además de los otros costos variables, iguala a la disposición marginal a pagar.

Es importante notar que la tarifa por congestión debe elegirse como la diferencia entre costo marginal y costo medio al nivel de flujo en que la demanda interseca la curva de costo marginal. En particular, ello implica que si la demanda se modifica en el corto plazo, es decir manteniendo fijo K , la tarifa por congestión se modifica de modo de igualar la diferencia entre el costo medio y marginal al nuevo nivel de flujo de equilibrio. Así, el nivel tarifario no queda, en principio, definido por una restricción de autofinanciamiento, sino que dado K , la tarifa óptima es aquella que corrige la externalidad de congestión.

ANEXO VI: EL MODELO CLÁSICO DE TRANSPORTE Y EL ESTRAUS⁵⁸

Tradicionalmente los modelos de transporte han modelado el comportamiento de los usuarios como agentes que toman sus decisiones en forma secuencial en base a ciertas características personales distintivas como nivel socioeconómico, número de vehículos en el hogar, en otras, y a características propias del sistema de transporte. Estas decisiones tomadas por los usuarios determinan los viajes que ellos realizan.

La naturaleza secuencial de este proceso, queda en evidencia al definir las etapas en que se divide:

- Generación y Atracción: Da cuenta de los viajes originados en los distintos sectores y por los distintos grupos de agentes considerados, a los que llamaremos categorías de usuarios. De igual forma, da cuenta de los viajes atraídos por las distintas zonas por categoría de usuario.
- Distribución: Permite predecir cómo se distribuyen los viajes generados en una determinada zona entre las restantes, aunque normalmente sólo se encuentra disponible para categorías de usuarios agregadas.
- Partición Modal: Permite distribuir los viajes para un par origen - destino entre los distintos modos disponibles para cubrirlo, por cada categoría de usuario.
- Asignación: Podemos separarla en dos grandes partes:
 - Asignación de Transporte Público: Asigna a la red vial los viajes que son realizados en los distintos modos de transporte público, considerando que las rutas de este tipo de modo son fijas y que al tiempo de viaje debe sumarse un tiempo de espera del servicio.

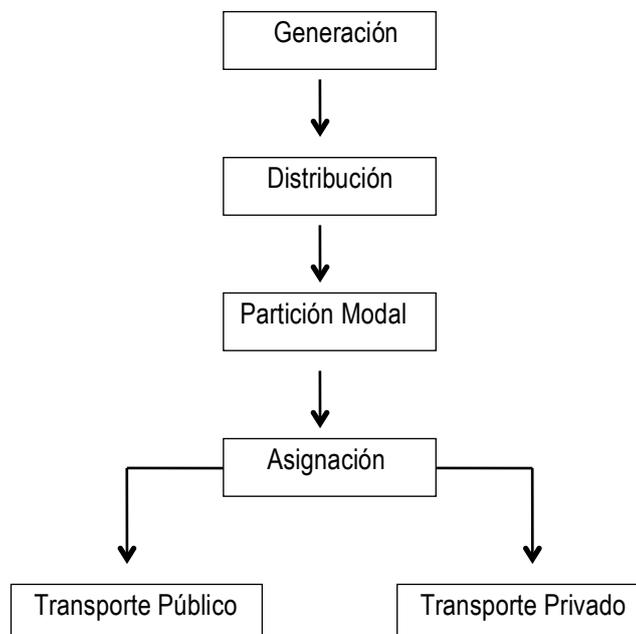
⁵⁸ Este análisis es con información que se disponía en el año 1995.

- Asignación de Transporte Privado: Se asigna a la red los flujos generados que son realizados en transporte privado, considerando en este caso que un usuario de transporte privado dispone de flexibilidad en la ruta elegida y no está sujeto a un tiempo de espera por el uso del servicio.

Evidentemente se considera además que la red vial a la cual se asignan ambos flujos es la misma.

Estas etapas interactúan como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 5: MODELO DE TRANSPORTE



1. Un importante problema al seguir esta lógica, es que, en presencia de congestión en las vías, al momento de asignar los flujos a la red cambian los costos de transitar por las distintas rutas, de manera que los usuarios si hubiesen internalizado esa información no habrían elegido aquella ruta, sino otra que, aunque tuviera un costo generalizado de viaje a flujo libre mayor, en presencia de congestión es más conveniente que la elegida originalmente.

2. Otro problema que existe en el modelo clásico, es que no internaliza la relación entre la localización de actividades y el transporte, ya que analiza este último como si fuera independiente del uso de suelo.
3. Este punto es clave al momento de definir nuevos proyectos que significan un cambio estructural en la red de transporte, puesto que tradicionalmente no se consideran en las predicciones de demanda los nuevos flujos generados por tales proyectos, ya sea por la generación de nuevas zonas de actividad comercial o industrial, o la redistribución de las ya existentes.
4. En Latinoamérica, así como en el resto de los países en vías de desarrollo, el problema de la asignación del transporte público adquiere gran relevancia pues satisface un alto porcentaje de la demanda por viajes urbanos. En el caso de Santiago, a mediados de los noventa, un 70 % de los viajes se realizaban en este modo (alrededor de un 8 % en metro). Debido a esta magnitud, debe darse especial importancia al transporte público en el tratamiento de los modelos y estudiar especialmente la lógica a la que responde la asignación de sus rutas.
5. Resulta también importante analizar de manera más precisa los efectos en la red derivados de una tarificación en algunos de sus arcos. Para ello el modelo tradicional debe ser corregido básicamente en dos aspectos:
6. Asignación de los flujos a la red debería considerar distintos valores del tiempo para los usuarios, de tal forma que se refleje el hecho que los individuos de mayores ingresos presentan una mayor disposición a usar vías tarifadas que los de menores ingresos, sólo debido a su más alta valoración del tiempo.
7. Reasignaciones de flujo en distintas horas del día, vale decir, posibles desplazamientos de demanda desde las horas punta a las fuera de punta que están sujetas a una tarifa menor.



8. En lo que sigue de este documento presentaremos la forma en que el modelo ESTRAUS enfrenta estos problemas del modelo clásico.

El Modelo ESTRAUS

Este modelo surge a mediados de la década de los 80 como herramienta de análisis para estudiar los problemas de transporte presentes en vías urbanas en la época, particularmente los asociados a congestión y contaminación ambiental. En este contexto el sistema de transporte se analiza en su totalidad, donde:

- La infraestructura es solo una componente de este sistema.
- Existen elementos que representan las características de la demanda.
- Existen elementos que representan las características de la oferta.

Se pone énfasis en que la operación del sistema de transporte es el resultado de un proceso de equilibrio entre oferta y demanda, contrariamente al modelo clásico en donde aparecían inconsistencias dada la naturaleza secuencial de las etapas. Pero ¿hasta dónde es válido este equilibrio en el tiempo?, para responder esto es clave el reconocimiento de la incertidumbre sobre el futuro, de tal forma el modelo a construir no pretende ser válido en el largo plazo, sino que dar buenas estimaciones en el corto plazo ⁵⁹ y trabajar el largo plazo en base al estudio de escenarios .

En este escenario, para enfrentar los problemas del sistema de transporte urbano se requería una herramienta metodológica con ciertas características:

- 1- Que simule correctamente la operación del sistema de transporte urbano. La bondad de esta simulación se puede apreciar en:

⁵⁹ Entenderemos por corto plazo al período de tiempo en donde no se producen cambios en el uso de suelo.



- La estimación adecuada de los viajes producidos entre parejas origen destino en la ciudad.
- En la estimación adecuada de las cargas de flujo sobre los arcos de las redes de cada uno de los modos de transporte.

2- Que prevea correctamente los cambios en el sistema de transporte urbano ante modificaciones estratégicas de alguno de sus componentes. Desgraciadamente, la capacidad de un modelo para reproducir la operación actual del sistema no es garantía de que el modelo encontrará el nuevo equilibrio, cuando se producen cambios estratégicos, ello obliga a contar con un alto grado de consistencia interna en el modelo, con especial énfasis en las interrelaciones existentes.

3- Que maneje adecuadamente el sistema de transporte público, condición básica en Latinoamérica.

Un modelo con estas características no existía en el mercado y su construcción fue emprendida en Chile. Así nació el **ES**tudio **E**Stratégico de **TR**Ansporte **U**rmano de **S**antiago (ESTRAUS).

Características generales

El modelo ESTRAUS resuelve simultáneamente los distintos niveles de la demanda y oferta a través de una formulación matemática única, intentando superar las inconsistencias metodológicas del modelo de cuatro etapas⁶⁰, donde:

- la demanda incluye las etapas de distribución y partición modal. La generación de viajes se considera exógena.
- la oferta incluye las etapas de asignación de transporte público y privado a las redes modales correspondientes.

⁶⁰ Sin embargo, como sub modelos las cuatro etapas siguen existiendo.

Ahora bien, a nivel de redes, el modelo considera un equilibrio entre el sistema de transporte público y el privado, considerando explícitamente las interacciones de congestión existentes entre ellos. Para tal efecto, se requiere una detallada representación del sistema de transporte público, en la cual no solo se consideran la representación de líneas de transporte público, sino también los modelos de asignación correspondientes, explícitamente consideran la existencia de líneas comunes.

En cuanto a lo que puede y no puede hacer ESTRAUS, vale aclarar lo siguiente:

- Es capaz de analizar el funcionamiento global del sistema de transporte urbano y encontrar sus estados de equilibrio como sistema, de tal forma ESTRAUS tiene la capacidad para predecir los cambios en el comportamiento del sistema frente a cambios estratégicos de algunas de sus componentes. Así el modelo tiene la capacidad para estudiar los efectos de:

- proyectos estratégicos de infraestructura
- proyectos estratégicos de gestión
- proyectos estratégicos de transporte público

- No es capaz de analizar:

- proyectos locales
- proyectos de gestión de intersecciones, como por ejemplo la programación de semáforos
- cambios en el uso de suelo por efecto de proyectos de transporte, si bien actualmente se está estudiando la forma de incorporar lo anterior al modelo.

Respuestas de ESTRAUS a los problemas del modelo clásico

- 1- El problema de la congestión es enfrentado por ESTRAUS básicamente a través de dos ideas centrales:
 - a. La naturaleza simultánea de las decisiones de los usuarios en las etapas de distribución, partición modal y asignación, permiten al modelo simular adecuadamente el hecho que un usuario de transporte privado al ver una ruta congestionada normalmente elegirá la alternativa (si existe), a menos que el costo generalizado de viaje de la ruta alternativa sea aún mayor que el de la congestionada.
 - b. Los usuarios de transporte público, toman sus decisiones en base a lo que se conoce como algoritmo de rutas mínimas, en donde quien decide realizar un viaje debe elegir entre distintas formas de realizarlo en transporte público, para ello solo compara la suma entre el tiempo de viaje y el tiempo de espera para las distintas alternativas disponibles y el usuario elige un conjunto de líneas, o sucesiones de ellas, que minimizan el tiempo esperado de viaje.
- 2- En este contexto ESTRAUS asigna tanto los flujos de transporte privado como público a la red en estudio, permitiendo realizar una evaluación del nivel de congestión en la red y más aún, permite definir las tarifas que deberían ser cobradas en cada arco para alcanzar un nivel de consumo óptimo en la red. Para hacer esto, ESTRAUS parte del hecho que la presencia de congestión en los arcos de la red cambia no solo los costos privados de viajar por aquellos arcos congestionados, sino que también, la introducción de un usuario extra al camino afecta los costos de viaje del resto, lo cual se ve reflejado a través de la diferencia entre el costo marginal y el costo medio para el usuario de realizar un viaje, en la lógica se muestra en la figura del Anexo I. De tal forma, ESTRAUS es una herramienta adecuadamente construida para tratar el problema de la congestión urbana, bajo el supuesto que no hay efectos extras sobre la red.

- 3- El problema del cambio en el uso de suelo por efecto de cambios estructurales en el sistema de transporte, no son considerados por el modelo ESTRAUS en forma analítica y a partir de 1995 se comenzó a trabajar en ello sin contar con una versión operativa. No obstante, se reconoce la carencia del modelo en este aspecto y por lo tanto, provisoriamente, se trabaja en base a escenarios futuros posibles, para las distintas modificaciones estructurales en la red de transporte.
- 4- Para definir estos escenarios, se realiza un análisis de las principales variables macroeconómicas correlacionadas con el uso de suelo, se toman predicciones para esas variables y se proyectan los posibles cambios en el uso de suelo y, como consecuencia, en el sistema de transporte.
- 5- La forma en que es enfrentado el problema del transporte público es exhaustiva, como mencionamos previamente se analiza el comportamiento de un usuario típico frente a las distintas alternativas de transporte público que tiene disponibles para cubrir un par origen destino específico.
- 6- ESTRAUS considera 11 modos de transporte que son:
 - i. Caminata
 - ii. Auto chofer
 - iii. Auto acompañante
 - iv. Taxi
 - v. Taxi colectivo
 - vi. Bus
 - vii. Metro
 - viii. Auto chofer - Metro
 - ix. Auto acompañante - Metro
 - x. Taxi colectivo - Metro
 - xi. Bus - Metro

- 7- El modelo por tanto tiene 3 modos puros de transporte público y cuatro modos mixtos, con lo cual se cubre en forma muy completa los distintos usos del transporte público en el sistema de transporte urbano. No obstante, los modos de transporte mixtos representan alguna dificultad extra de modelación, lo cual no puede ser considerado una debilidad del modelo pues es algo teóricamente aún no resuelto. Sin embargo, es importante notar que este modelo no considera ningún modo de transporte de carga.
- 8- Una característica importante de la forma en que ESTRAUS trata al transporte público, corresponde al hecho de considerar líneas fijas, invariantes en el tiempo. De tal forma, por ejemplo, se hace el supuesto que los mismos recorridos de buses del año base serán los que operen en todo el horizonte de modelación. Esta característica puede resultar una ventaja o una desventaja del modelo dependiendo de lo que se quiera analizar y del horizonte de planeación considerado.
- 9- Las respuestas de ESTRAUS a estas preguntas claves para que el sistema de concesiones sea compatible con una política tarifaria global para la ciudad de Santiago, no están lo suficientemente desarrolladas, debido a que:
- 10- Un problema importante que tiene ESTRAUS, es que asigna el mismo valor del tiempo a los usuarios, lo cual distorsiona las asignaciones a la red y por ende los efectos de la congestión. Esta situación se agudiza al considerar rutas tarifadas con competencia no tarifada, pues supone que los usuarios de altos y bajos ingresos se comportan de la misma forma ante tal alternativa.
- 11- Otro problema importante que el modelo no resuelve analíticamente, es el desplazamiento de usuarios de horas punta a horas fuera de punta por efecto de una tarificación por congestión. Esto sucede pues el modelo considera fija la matriz de generación de viajes. La única forma de tratar



este problema en ESTRAUS es definir exógenamente las disminuciones de flujo que generaría una tarificación en algunos arcos de la red.



ANEXO VII: PROPUESTA DE ESTIMACIÓN DE COSTO DE CAPITAL PARA PROYECTOS VIALES CONCESIONADOS

A continuación, se presenta una metodología para la estimación la estimación del costo de capital propio de un potencial concesionario. Esta metodología está basada en el modelo de valoración de activos de capital (en adelante CAPM sus siglas de “Capital Asset Pricing Model”).

En consecuencia, para medir el costo de capital o la rentabilidad esperada de los potenciales concesionarios en el Proyecto se debe asumir que, en equilibrio, un concesionario debería esperar recibir por sus capitales invertidos (equity) al menos la tasa libre de riesgo más un premio por el riesgo específico del proyecto determinado por el factor Beta con el correspondiente ajuste al riesgo-país.

La aproximación se presenta en la siguiente ecuación:

$$K_E = \mathbb{E}(R_f) + \beta[R_m - \mathbb{E}(R_f)] + PRP$$

Donde *PRP* es Premio por Riesgo País, $\mathbb{E}(R_f)$ es el valor esperado de la tasa libre de riesgo, R_m es el retorno del portfolio de mercado y β es un factor que mide la covarianza entre el riesgo del proyecto y el riesgo de mercado, es decir el riesgo que no es diversificable por la potencial sociedad desarrolladora

El valor esperado de la tasa libre de riesgo a utilizar corresponde al U.S. Government Bond 30-years (Spot= promedio 2016). Dicho valor asciende a 2.913% de acuerdo a información Bloomberg.

Para la estimación de la tasa de retorno del portfolio de mercado (R_m) se usa Índice Standard and Poor’s 500 (S&P 500) de largo plazo que representa el indicador del retorno de mercado para Chile. Dicho valor asciende a 8.104% (registro histórico últimos 30 años, abril 1987 - abril 2017).

Respecto al premio por riesgo país (*PRP*) se utilizar el Credit Default Swap para Chile. El valor utilizado toma referencia a marzo 2017 calculado por Deutsche Bank, el cual asciende a 0.87%.

Para la información de Beta se han tenido a la vista dos fuentes de referencia confiables. La primera es una compilación de empresas concesionarias a nivel mundial del sector vial que prepara la Agencia de Carreteras de Brasil (Agência Nacional de Transportes Terrestres (AATT) de Brasil). La AATT reporta un Beta de activos igual a 0.74 y la aproximación más reciente del Dow Jones Brookfield Infrastructure Indices que reporta un valor para el Beta de activos igual a 0.53. Se utiliza el valor de 0.53.

El nivel de apalancamiento o leverage se asume a un equity igual a 25% y una deuda igual a 75%.

Para transformar el Beta activos (β_a) a Beta de equity (β_e), y calcular de esta forma el costo de capital propio se usa la expresión propuesta por Hamada (1972):

$$\beta_e = \beta_a \left[1 + (1 - t) \times \frac{D}{E} \right]$$

Donde t es la tasa impositiva que se aplica en Chile asciende a 25% (información del SII Chile), E es el porcentaje de capital (equity) en el financiamiento total del proyecto que asciende a 25%, y D es el porcentaje de deuda en el porcentaje del proyecto que asciende a 75% según los supuestos de diseño de un modelo de negocio bajo Project finance.

Reemplazando los valores:

$$\beta_e = 0.53 \times \left[1 + (1 - 25\%) \times \frac{75\%}{25\%} \right]$$



$$\beta_e = 0.53 \times [3.25] = 1.7225$$

Con el valor anterior se procede a calcular el Costo de Capital Propio en Dólares:

$$K_E = \mathbb{E}(R_f) + \beta[R_m - \mathbb{E}(R_f)] + PRP$$

Reemplazando con los valores se tiene:

$$K_E = 2.913\% + 1.7225 \times [8.104\% - 2.913\%] + 1.51\%$$
$$K_E = 13.36\%$$

Metodología para conversión de Dólares a CLP

De la teoría de la paridad de arbitrajes de tasas de interés se desprende que, en presencia de mercados competitivos y abiertos al comercio internacional, como es el caso de Chile y EE.UU., la diferencia entre la venta a plazo (forward) y la venta al contado (spot) debe ser equivalente a la diferencia entre la tasa de interés en pesos chilenos y la que se tiene que pagar en dólares.

La expresión ampliamente usada para determinar el arbitraje de tasas de interés precisamente proviene de la constatación anterior.

$$F = S \left[\frac{(1 + r_{clp})}{(1 + r_{usd})} \right]^{N/360}$$

Donde F es el tipo de cambio forward (que se fija en el contrato), S es el tipo de cambio actual o vigente al momento de acordar el contrato (en inglés Spot), r_{clp} es la tasa de interés en pesos (CAPM en pesos), r_{usd} es la tasa de interés en dólares (CAPM en dólares), y N es el plazo fijado para el contrato que se hace en días.



Una forma de elegir N es tomando el plazo del contrato VT o un plazo intermedio por ejemplo 10 años. En este caso $N=3600$, y la expresión queda:

$$F = S \left[\frac{(1 + r_{clp})}{(1 + r_{usd})} \right]^{10}$$

Haciendo una operación algebraica simple (sacando raíz décima y pasando términos de un lado a otro), la expresión para la tasa de interés en pesos chilenos queda como sigue:

$$r_{clp} = \left[\frac{F}{S} \right]^{\frac{1}{10}} \times (1 + r_{usd}) - 1$$

El valor de S asciende a CLP/USD=12.73. La pregunta es cuál es el valor del tipo de cambio F en 10 años, considerando que el peso se ha venido depreciando sistemáticamente (como en la mayoría de los países de LATAM) en los últimos 2 años.

Una opción es obtener un promedio de los últimos 10 años y asumir que se mantendrá en 10 años (F). Una tercera opción es recurrir a un banco que ofrezca la compra de dólares a futuros por pesos chilenos, en lo que se denomina OTC (Over de Counter o sobre el mostrador).

Adicionalmente, es posible recurrir a la curva forward o swap a 10 años de Bloomberg. Esta opción consiste en asumir que el mercado cambiario es eficiente, y por lo tanto, es un camino aleatorio, y la mejor predicción es que el tipo de cambio CLP/USD será el mismo que hoy. Por lo tanto, el $F/S = 1$, y no una hay diferencias entre la tasa en USD y en pesos chilenos.

Otra forma alternativa importante es trabajar con la tasa de devaluación implícita, que no requiere de manera directa conocer el factor F . En efecto, en finanzas internacionales, a partir de las relaciones de paridad es posible relacionar la TASA DE DEVALUACIÓN entre dos países con las respectivas TASAS DE INFLACIÓN y TASAS DE INTERÉS. Estas relaciones permiten,



conectar tres variables importantes: las tasas de inflación, devaluación e interés.

En particular, representando la tasa de devaluación como una relación de precios (forward y spot) de la divisa en el tiempo, es dimensionalmente posible su conexión con la expresión de paridad del poder de compra, basada en tasas de inflación (relación de los precios de los bienes y servicios en el tiempo).

De esta forma de las teorías de paridad se conoce que:

$$\frac{F}{S} = \frac{(1 + \pi_{clp})}{(1 + \pi_{usa})}$$

Donde F es el tipo de cambio forward (que se fija en el contrato), S es el tipo de cambio actual o vigente al momento de acordar el contrato (en inglés Spot), π_{clp} es la tasa de inflación en Chile, π_{usa} es la tasa de inflación de USA.

Agregando -1 a ambos lados de la ecuación se obtiene:

$$\frac{F}{S} - 1 = \frac{(1 + \pi_{clp})}{(1 + \pi_{usa})} - 1$$

A la expresión $\frac{F}{S} - 1$ se le conoce como devaluación implícita porque representa la diferencia porcentual esperada de variación del tipo de cambio (Dev), y depende de la relación de la inflación de ambos países.

$$Dev = \frac{(1 + \pi_{clp})}{(1 + \pi_{usa})} - 1$$

Usando un factor de conversión de dólares a pesos chilenos según lo explicado anteriormente igual a 1, entonces el costo de capital en pesos chilenos es igual que en dólares.

Asumiendo una inflación internacional igual al 3% y una inflación en Chile igual a 2,74% según *Worldwide Inflation Data*, para el período marzo 2017 – marzo

2017, es posible calcular el factor de devaluación implícita de la siguiente forma:

$$Dev = \frac{(1 + \pi_{clp})}{(1 + \pi_{usa})} - 1$$

Reemplazando se tiene:

$$Dev = \frac{(1 + 2.74\%)}{(1 + 3.0\%)} - 1 = -0.25\%$$

De esta forma, los valores en pesos corrientes para el costo de capital propio K_E ascienden a:

$$K_{E(clp)} = (1 + K_{E(USD)}) \cdot (1 + D_{inf}) - 1$$

$$K_{E(clp)} = (1 + 13.36\%) \cdot (1 - 0.25\%) - 1 = 13.0766\%$$

En cifras constantes o reales, el valor anterior es igual a: $K_{E(clp)} = \frac{(1+13.0766\%)}{(1+2.7\%)} - 1 = 10.10\%$

Metodología para estimar el WACC

Para estimar el costo de capital promedio ponderado se ha considerado el siguiente modelo:

$$WACC = K_E \cdot \frac{K}{I} + (1 + t) \cdot K_i \cdot \frac{D}{I}$$

Donde K_E es el costo de capital propio de Chile (13.0766% en cifras corrientes), (K/I) corresponde a la razón equity/inversión (25%), t es la tasa de impuestos a la renta (25%), K_i corresponde a la tasa de deuda del proyecto estimada en un 3.40% (cifras corrientes), que equivale a la tasa PDDB a 26 semanas (180 días - Información del Banco Central de Chile a julio de 2016) más un spread asumido en 200 bp y (D/I) es la razón deuda/inversión (75%) que es posible definir para un proyecto vial financiado con peajes.



De esta forma, el valor del WACC en cifras corrientes es el siguiente:

$$WACC = 13.0766\% \cdot 25\% + (1 - 25\%) \cdot 3.40\% \cdot 75\% = 5.18\%$$

BIBLIOGRAFÍA

- Beesley, M. y Littlechild, S.C. (1983) "The regulation of Privatized Monopolies in the United Kingdom", RAND Journal of Economics, vol.20, no.3, pp.454-72
- Brown, A.; Stern, J.; Tenenbaun, B. y D. Gencer (2006) Hanbook for Evaluating Infrastructure Regulatory Systems The World Bank
- Bruzelius, N. (2004). "Measuring the marginal cost of road use. An international survey". VTI meddelande 963A, Swedish National Road and Transport Research Institute.
- Buchanan, J. (1965) "An Economic Theory of Clubs". Economica, New Series, Vol. 32
- Bustos, A. y Galetovic, A. (2002). "Regulación por Empresa Eficiente: ¿Quién es Realmente Usted?". Estudios Públicos, 86, Otoño.
- Butelmann, A. y Drexler, A. (2003). "Regulación de Tarifas en la Economía Chilena: Elementos para la agenda de discusión", mimeo, Ministerio de Economía de Chile.
- Dammert, A., Moninelli, F. y M. Carbajal (2013). Teoría de la Regulación Económica. Fondo Editorial USMP.
- De Rus, G., Campos, J. y Nombela, G., (2003). Economía del Transporte. Antoni Bosch Editor, Barcelona.
- Demsetz, H. (1968) "Why Regulate Utilities?" Journal of Law and Economics, Vol. 11, No. 1, pp. 55-65
- Estache, A. and L. Wren-Lewis (2009), "Toward a Theory of Regulation for Developing Countries: Following Jean-Jacques Laffont's Lead", Journal of Economic Literature, 47(3), 729-770.
- Friedmann, J. y S. Hinojosa (1995) "Tarificación de la Red Vial Interurbana: Aspectos teóricos y aplicaciones " Actas VII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte : 17 al 20 de octubre 1995, Santiago - Chile
- Galetovic, A. y R. Sanhueza. (2002) "Regulación de Servicios Públicos: ¿Hacia Dónde Debemos Ir?". Estudios Públicos, 85 (2002), 101-137.

- Gómez-Lobo A. y S. Hinojosa (2000) "Broad roads in a thin country - infrastructure concessions in Chile" Policy Research Working Paper 2279 The World Bank
- Gómez-Lobo A. y M. Vargas. (2001). "La Regulación de Empresas Sanitarias en Chile: Una Revisión del Caso Emos y una Propuesta de Reforma Regulatoria". Documento de Trabajo N° 177, Departamento de Economía, Universidad de Chile.
- Harrison, R., R. Muñoz and J. M. Sanchez (2016), "Institutional Design to Implement Concession Contracts: A Conceptual Model and Practical Implications", working paper PUC-UTFSM.
- Hau, T. (1992) "Economic Fundamentals of Road Pricing: A diagrammatic Approach". Banco Mundial, Policy Research Working Paper, Departamento de Infraestructura y Desarrollo Urbano, WPS 1070.
- Gálvez, T. (1993) "Tarificación del Uso de carreteras interurbanas en Chile" en Actas del VI Congreso de Ingeniería de Transportes
- Hau, T. (1992) "Economic Fundamentals of Road Pricing: A diagrammatic Approach". Banco Mundial, Policy Research Working Paper, Departamento de Infraestructura y Desarrollo Urbano, WPS 1070.
- Jara-Díaz, S. y M. Munizaga (1993) "Costos Marginales de Largo plazo por tipo de vehículos en Carreteras" en Actas del VI Congreso de Ingeniería de Transportes
- Jara-Díaz, S.; Martínez-Budría, E.; Cortés, C. y L. Basso (2002) "A Multioutput cost function for the services of Spanish Ports' infrastructure ". Transportation. 29 (4), 419-437, November 2002
- Larrañaga, O. y M.E. Rodriguez (2014) "Desigualdad de Ingresos y Pobreza en Chile 1990 – 2013" Documento de Trabajo CEPAL PNUD
- Littlechild, S. (1983) Regulation of British Telecommunications' profitability: report to the Secretary of State, February 1983. London: Department of Industry
- Morhing, H. (1975), "Pricing and Transportation Capacity", in Better use of Existing Transportation Facilities, Special Report 153, Transportation Research (citado en Hau).
- Musgrave, R. y P. Musgrave (1991) Hacienda Pública Teórica y Aplicada McGraw-Hill Interamericana Quinta Edición

- Newbery, D. M. (1988a) "Road Damage externalities and Road User Charges". *Econometrica* 56. pp 295 - 316.
- Newbery, D. M. (1988b) "Road Users Charges in Britain". *The Economic Journal* 98. pp 161 - 176.
- Newbery, D. M.(1989) "Cost Recovery from Optimally Designed Roads". *Economica* 56.
- Panzar, J. (1989) "Technological Determinants of Firm and Industry Structure", en *Handbook of Industrial Organization*, Capítulo 1, North Holland 1989.
- Panzar, J. y R. Willig (1977) "Free Entry and the Sustainability of Natural Monopoly" *Bell Journal of Economics*, Vol. 8, No. 1, pp. 1-22.
- Ramsey, F. (1927) "A Contribution to the Theory of Taxation" *Economic Journal*, Vol. 37, No. 1, pp. 47-61.
- Steiner, P. (1957) "Peak Loads and Efficient Pricing" *The Quaterly Journal of Economics*, Vol. 71, No4, pp. 585-610
- Train, K. (1992) "Optimal Regulation". *The Economic Theory of Natural Monopoly*. The MIT Press.