

# **Banco Interamericano de Desarrollo**

*Nota metodológica en apoyo del programa de operaciones de integración del BID*

---

## **Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Infraestructura Multinacionales con Efectos sobre la Integración Regional**

### **PROYECTO PILOTO: EL TÚNEL DE AGUA NEGRA**

**12 de julio de 2017**

**Javier Campos**

**Ofelia Betancor**

**Universidad de Las Palmas de Gran Canaria**

**(España)**

Los autores agradecen los comentarios y facilidades recibidos de Juan Benavides y del equipo de apoyo a este proyecto en el Banco Interamericano de Desarrollo.

## RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de este documento es presentar un primer estudio piloto sobre la aplicación de la nota metodológica elaborada por **Campos y Betancor (2017)** para el *Banco Interamericano de Desarrollo*, en la que se discutía cómo adaptar las técnicas de análisis coste-beneficio tradicionales a la evaluación socioeconómica de proyectos de infraestructura que tuvieran efectos sobre la integración regional.

Para ello se ha elegido como caso de estudio, la construcción de un túnel en el actual paso fronterizo de Agua Negra, situado al norte de Argentina y Chile, a una altitud de 4.780 metros sobre el nivel del mar. Se trata un proyecto muy importante para ambos países, con un elevado compromiso de inversión (aproximadamente 1500 millones de dólares) y cuya ejecución abarcaría nueve años (más treinta de explotación). Potencialmente, el proyecto afectaría al tráfico de viajeros y mercancías (este último, inexistente en la actualidad) entre la provincia argentina de San Juan y la región chilena de Coquimbo.

De acuerdo con la metodología citada, el primer paso realizado ha consistido en definir el proyecto de integración (*proyecto Z*, según la notación utilizada) como el conjunto de actuaciones realizadas por ambos países con el fin de alcanzar esa integración regional. Esto incluye no solo la construcción del túnel sino también las obras de mejora en las carreteras de acceso al mismo a ambos lados de la frontera. Alternativamente, los proyectos  $X_1$  y  $X_2$  (o alternativas nacionales) incluirían las actuaciones que habrían sido ejecutadas por cada país si no hubiesen planteado el *proyecto Z*. En este caso, coincidirían con la opción de “no hacer nada”, dado que las mejoras de acceso se asumen vinculadas al túnel.

El siguiente paso de la evaluación ha consistido en la predicción de la demanda, que se ha hecho a partir de fuentes secundarias. De hecho, los estudios existentes utilizan diferentes procedimientos de estimación, ampliándola incluso al corredor bioceánico Porto Alegre-Coquimbo, algo que resulta cuestionable por el elevado grado de subjetividad que implica. En este trabajo se ha optado por una estimación centrada en el corredor San Juan-Coquimbo, ignorando cualquier efecto sobre mercados secundarios insuficientemente justificados. La asignación de tráfico por nacionalidades se ha realizado a partir de la información disponible en aduanas, identificándose este elemento como un segundo factor crítico para la evaluación de proyectos con efectos sobre la integración regional.

A partir de la predicción del tráfico existente y del generado, así como del tráfico desviado (fundamentalmente, desde el paso alternativo de Cristo Redentor), el cómputo de los beneficios y costes sociales se realiza a través del enfoque del cambio en los excedentes de los agentes afectados por el proyecto. Para los usuarios (pasajeros en vehículos livianos, pasajeros en otro tipo de vehículos y dueños de la carga transportada), se identifican y valoran los ahorros de tiempo de viaje y de coste operativo de los vehículos, en su caso, realizándose simulaciones de aquellas variables (tasas de crecimiento, tiempos promedios de viaje y ahorro en las distancias recorridas) cuya información no se encuentra disponible (o suficientemente desagregada) en las fuentes secundarias.

Con relación a los productores, los cambios en su excedente se computan para las empresas que producen servicios de transporte de pasajeros por carretera, para los transportistas que prestan servicios de transporte de carga entre ambos países y para la(s) empresa(s) que finalmente realice(n) la explotación de la infraestructura (ya sea pública o privada). En los tres casos, los impactos del proyecto proceden fundamentalmente de potenciales incrementos o decrementos en los ingresos y costes de explotación y mantenimiento, calculándose los precios a partir de márgenes brutos de explotación. En el caso de los cambios en los excedentes de los contribuyentes, este epígrafe incluye fundamentalmente los costes de inversión del proyecto, que serán afrontados por los respectivos gobiernos de Argentina (72%) y Chile (28%), con la participación del *Banco Interamericano de Desarrollo* como entidad prestamista de los fondos.

Como muestra el cuadro siguiente, el resultado obtenido tras computar el **valor actual neto (VAN)** en dólares de 2017, de la suma de los cambios en los excedentes de los usuarios, productores y contribuyentes afectados por el proyecto, asciende aproximadamente a un valor negativo de 800 millones de dólares, lo cual es compatible con los resultados de evaluaciones anteriores del proyecto. Los porcentajes indican cómo se reparten las ganancias/pérdidas de bienestar por nacionalidad.

<b>VAN (USD 2017)</b>	<b>Argentina</b>	<b>Chile</b>	<b>Ambos países</b>
<b><u>Proyecto <math>X_i</math></u></b>	0	0	0
<b><u>Proyecto Z</u></b>			
Usuarios	+15.724.769 (52%)	+14.174.241 (48%)	+29.899.010 (100%)
Productores	-19.951.114 (70%)	-9.958.771 (30%)	-29.909.885 (100%)
Contribuyentes	-542.448.869 (68%)	-253.721.331 (32%)	-796.170.200 (100%)
<b>TOTAL</b>	<b>-546.675.215 (68%)</b>	<b>-249.505.861 (32%)</b>	<b>-796.181.076 (100%)</b>

No obstante, el análisis realizado aplicando la metodología sugerida en **Campos y Betancor (2017)** contribuye a identificar mejor no solo los efectos de la integración (por comparación del *proyecto Z* frente a los  $X_i$ ), sino también quién gana y quién pierde, tanto por tipo de agente como por nacionalidad. Así, el proyecto beneficia a los usuarios, siendo su elevado coste de inversión y mantenimiento el que conduce al valor negativo del VAN. Por no existir información cuantitativa relevante, no se ha incluido en este impacto los efectos medioambientales (cuyo signo esperado es también negativo), ni tampoco los efectos (en este caso, positivos) asociados a las posibles mejoras de seguridad y reducción de accidentes en la vía. En todo caso, este documento ha mostrado que la metodología propuesta es aplicable con relativa facilidad a la evaluación de proyectos con efectos de integración regional, tanto utilizando datos primarios como a partir de la adaptación de evaluaciones anteriores. Como en todo análisis coste-beneficio, la validez de sus conclusiones estará siempre condicionada por la calidad de la información de partida.

## **Contenidos**

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Definición del proyecto: el paso fronterizo de Agua Negra</b>	<b>7</b>
2.1. La situación actual	7
2.2. La construcción del túnel	14
2.3. Evaluación económica del túnel: resultados previos	16
<b>3. Evaluación socioeconómica con efectos de integración</b>	<b>19</b>
3.1. El proyecto a evaluar y su horizonte temporal	19
3.2. Estimación de la demanda	22
3.3. El efecto del proyecto sobre el bienestar social	32
3.4. El papel de los mercados secundarios	45
<b>4. Resultados de la evaluación</b>	<b>48</b>
4.1. Determinación del valor actual neto del proyecto	48
4.2. Los efectos de la incertidumbre	52
<b>5. Conclusiones</b>	<b>53</b>
<b>Referencias</b>	<b>56</b>

## **Índice de cuadros**

<i>Cuadro 1. Tráfico anual en pasos fronterizos de Pircas Negras, Agua Negra y Cristo Redentor (2005-2015).....</i>	<i>11</i>
<i>Cuadro 2. Tráfico anual en paso fronterizo de Agua Negra (viajeros, 2005-2015) .....</i>	<i>12</i>
<i>Cuadro 3. Tráfico anual en paso fronterizo de Cristo Redentor (viajeros, 2005-2015).....</i>	<i>13</i>
<i>Cuadro 4. Tráfico anual en paso fronterizo de Cristo Redentor (carga, 2005-2015).....</i>	<i>13</i>
<i>Cuadro 5. Distribución de tráfico por nacionalidades en el Paso de Agua Negra (2009).....</i>	<i>25</i>
<i>Cuadro 6. Principales parámetros para la predicción de la demanda .....</i>	<i>30</i>
<i>Cuadro 7. Principales parámetros en el cálculo de los excedentes de los usuarios .....</i>	<i>36</i>
<i>Cuadro 8. Principales parámetros en el cálculo de los excedentes de los productores .....</i>	<i>40</i>
<i>Cuadro 9. Resultados: VAN de los cambios de los excedentes .....</i>	<i>49</i>
<i>Cuadro 10. Desagregación final de cambios de bienestar del proyecto .....</i>	<i>51</i>

## **Índice de figuras**

<i>Figura 1. Principales pasos fronterizos de carretera entre Argentina y Chile (2017).....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2. Distancias y características del corredor terrestre Coquimbo-San Juan (2017) .....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3. Proyecto del túnel: dos opciones factibles .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4. Túnel de Agua Negra: características técnicas .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 5. Corredor bioceánico central entre Porto Alegre y Coquimbo .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 6. Horizonte de evaluación del proyecto .....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 7. Procedimiento de predicción de la demanda.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 8. Proyección de los flujos de pasajeros por categoría y nacionalidad.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 9. Proyección de los flujos de carga por categoría y nacionalidad .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 10. Demanda de transporte y cambio del excedente de los usuarios.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 11. Valores promedios de los cambios en los excedentes de los usuarios.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 12. Importe y distribución temporal de las inversiones del proyecto (USD, 2017) .....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 13. Distribución de probabilidad del VAN agregado .....</i>	<i>52</i>

## 1. Introducción

El principal objetivo de la evaluación socioeconómica de cualquier proyecto de inversión en infraestructuras consiste en estimar – en términos monetarios – cuánto contribuye dicho proyecto al bienestar de la sociedad que compromete sus recursos en el mismo, con el fin de decidir en última instancia si debe o no llevarse a cabo o cuál debe ser su grado de prioridad frente a otras alternativas. En el caso de *proyectos nacionales*, que afectan a un solo país, las técnicas de análisis coste-beneficio (ACB) habituales proporcionan diferentes métodos comúnmente aceptados para realizar esta estimación.<sup>1</sup> Sin embargo, en *proyectos multinacionales*, en los que la infraestructura afecta a dos o más países y genera efectos (positivos o negativos) sobre la integración económica entre ambos,<sup>2</sup> resulta necesario adaptar las técnicas de evaluación tradicionales con el fin de identificar y medir precisamente tales efectos, cuyo papel puede ser importante no solo en relación con la decisión de realizar o no el proyecto, sino también con respecto al reparto final de sus beneficios y costes.

En este contexto, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha impulsado la programación de operaciones de integración que faciliten el movimiento de personas, mercancías y la provisión de servicios entre países de América Latina y el Caribe, resolviendo problemas de interconexión entre ellos y generando beneficios para los consumidores, empresas y población en general. Para facilitar la selección, priorización y evaluación de estos proyectos, se elaboró una nota metodológica (**Campos y Betancor, 2017**) en la que se planteaban y discutían los cambios necesarios que debían realizarse en las técnicas de ACB habituales para adaptarlas a la evaluación socioeconómica de los mismos.

---

<sup>1</sup> Véase por ejemplo **De Rus (2010)**. De manera más específica, para la evaluación de proyectos de transporte, véanse **De Rus et al. (2006)** o **De Rus et al. (2010)**.

<sup>2</sup> Para una discusión más detallada de este concepto, al que también se denomina simplemente *integración regional*, véase **Campos y Betancor (2017)**.

El objetivo de este documento es presentar un primer *estudio piloto* sobre la aplicación de esta metodología a un proyecto real, con el fin de valorarla y detectar aquellos aspectos de la misma que faciliten o dificulten su usabilidad dentro de los procedimientos habituales del BID. Debe señalarse, por tanto, que la finalidad principal de este trabajo es ilustrar – desde un punto de vista práctico – cómo debe plantearse la evaluación de un proyecto que tenga efectos sobre la integración económica y cómo pueden compararse sus resultados con lo que se obtendría desde una perspectiva individual. Este análisis podría realizarse *ex novo*, recopilando y generando toda la información necesaria a partir de fuentes primarias, o bien utilizar como punto de partida evaluaciones anteriores – tal como se ha hecho en este caso – adaptando y reordenando la información disponible a las necesidades de la evaluación desde la perspectiva de la integración regional.

De hecho, una de las principales contribuciones de **Campos y Betancor (2017)** consiste en señalar que los proyectos multinacionales deben enfocarse de forma diferente a como se hace en la metodología de evaluación habitual, la cual se centra en los mercados domésticos. Ahora, al existir efectos sobre otros países, el impacto total sobre el bienestar de la sociedad (de un *proyecto Z*, o de integración regional) puede ser mayor que la suma de los impactos medidos en cada país de forma individual (*proyectos X e Y*, en el caso de que solo existan dos países implicados). La comparación entre la opción definida por *Z* frente a la definida por *X + Y* proporciona una estimación adecuada de los efectos sobre el bienestar de la integración que puede ser atribuida al proyecto en cuestión. En la metodología propuesta se demuestra, adicionalmente, que el uso del *enfoque de los cambios en los excedentes* de los agentes económicos (separándolos por nacionalidad), en lugar del *enfoque de recursos y disposiciones a pagar*,<sup>3</sup> conduce a una manera más sencilla de identificar (y posteriormente comparar) qué grupos sociales (y de qué país) son los “ganadores” y “perdedores” del proyecto, un elemento

---

<sup>3</sup> Los agentes económicos implicados en un proyecto de infraestructura son, generalmente, los usuarios, los productores de servicios sobre la misma, los contribuyentes (representados por el Estado) y el resto de la sociedad (particularmente en relación con las externalidades). Ambos enfoques, así como la forma en la que son aplicados en los proyectos de transporte, se discuten con mayor detalle en **De Rus et al. (2010)**.



que resulta crucial en las complejas negociaciones de financiación y diseño institucional asociadas a los proyectos multinacionales.

Desde el punto de vista formal, y siguiendo la notación de **Campos y Betancor (2017)**, la determinación de los cambios en el bienestar social (*social welfare*, SW) cuando hay (al menos) dos países (A y B) implicados en un proyecto se realizará a partir de las siguientes definiciones:

- *proyecto X*, o inversión en infraestructura realizada únicamente por el país A, que maximizaría su bienestar social individual ( $SW_A^X$ ),
- *proyecto Y*, o inversión en infraestructura realizada únicamente por el país B, que maximizaría su bienestar social individual ( $SW_B^Y$ ),
- *proyecto Z*, o inversión conjunta en infraestructura, realizada por ambos países (A+B) que maximizaría el bienestar social conjunto, tal que  $SW_{A+B}^Z = SW_A^Z + SW_B^Z > 0$ .

Lógicamente, para que los efectos de la integración regional sean relevantes (y se justifique el análisis), debe satisfacerse la condición previa siguiente:

$$SW_{A+B}^Z = SW_A^Z + SW_B^Z > SW_A^X + SW_B^Y,$$

la cual muestra que existe una opción de inversión (*proyecto Z*) que es superior desde el punto de vista del conjunto de países, y que sería descartada en una evaluación a nivel de país. Cada país considera opciones distintas (*proyectos X e Y*), y maximiza su bienestar eligiendo una alternativa que no considera el impacto sobre el resto de la región. Nótese que las opciones con perspectiva individual de país, *X e Y*, pueden incluso consistir en “no hacer nada”.

La notación anterior puede generalizarse con facilidad para el caso en el que hay  $n$  países afectados por el proyecto:

$$\sum_{i=1}^n SW_i^Z > \sum_{i=1}^n SW_i^{X_i} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n \Delta SW_i^{Z-X} = \sum_{i=1}^n SW_i^Z - \sum_{i=1}^n SW_i^{X_i} > 0 \quad (2)$$

donde  $Z$  representaría de nuevo el proyecto de integración regional, y  $X_i$  se refiere ahora a cada una de las mejores opciones de inversión desde la perspectiva individual de cada país ( $i = 1, \dots, n$ ). De acuerdo con las expresiones **(1)** y **(2)**, el planteamiento de la evaluación consiste en calcular el impacto sobre el bienestar de la sociedad del proyecto de integración regional  $Z$  cuando se utiliza como *caso base* o punto de comparación (la suma de) cada una de las opciones  $X_i$ .

Existe una aproximación alternativa en relación a la definición del caso base o situación *sin proyecto* ( $sp$ ), según la cual los cambios de bienestar asociados a los proyectos  $Z$  y  $X$  se evalúan con respecto a un *caso base* o situación  $sp$ . En este caso cuando se compara  $Z$  con una situación  $sp$ , esta última se refiere a un caso base desde la perspectiva del conjunto de países ( $spz$ ), mientras que cuando se compara la opción individual  $X_i$  la referencia de comparación  $sp$  se define con visión de país individual ( $spx$ ). De esta manera tendríamos que:

$$\sum_{i=1}^n \Delta SW_i^Z > \sum_{i=1}^n \Delta SW_i^{X_i} \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n (SW_i^Z - SW_i^{spz}) > \sum_{i=1}^n (SW_i^{X_i} - SW_i^{spx}) \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n SW_i^Z - \sum_{i=1}^n SW_i^{spz} > \sum_{i=1}^n SW_i^{X_i} - \sum_{i=1}^n SW_i^{spx} \quad (5)$$

que finalmente podría reducirse a las ecuaciones **(1)** y **(2)** de partida para el caso particular en el que ,  $\sum_{i=1}^n SW_i^{spz} = \sum_{i=1}^n SW_i^{spx}$  , al simplificarse este componente.

En consecuencia, el planteamiento de la evaluación de los proyectos de integración podría realizarse de acuerdo con **(2)** (comparando directamente la opción de integración con las opciones individuales) o con **(5)** (compararlo todo en relación a una situación sin proyecto). Ambas aproximaciones son completamente equivalentes en cuanto al resultado final, es decir, en cuanto a determinar si la realización del proyecto de integración regional  $Z$  es mejor que las opciones individuales  $X_i$  en términos de bienestar social. Nótese, no obstante, que seguir la expresión **(2)** implica cierta pérdida de información, ya que la comparación entre  $Z$  y  $X_i$  no refleja los valores incrementales de dichos proyectos con respecto a la situación “ $sp$ ”, lo que a su vez puede añadir información adicional en los procesos de negociación entre países afectados por el proyecto.

Por esta razón, y en la medida en la que las características de cada caso concreto lo permitan,<sup>4</sup> es preferible seguir la aproximación sugerida por la expresión **(5)**, es decir calcular el impacto incremental del *proyecto Z* con respecto a una situación *contrafactual* que se denominaría *sin proyecto (spz)*, y comparar además este resultado con el impacto incremental de cada uno de los proyectos individuales ( $X_i$ ) con respecto a sus respectivas situaciones *sin proyecto (spx)* desde la perspectiva de cada país, como muestra finalmente la expresión **(6)**:

$$\sum_{i=1}^n \Delta SW_i^{Z-spz} > \sum_{i=1}^n \Delta SW_i^{X_i-spx} , \quad (6)$$

---

<sup>4</sup> En algunos sectores, como el eléctrico, esta aproximación resulta poco factible ya que la situación “sin proyecto” (que correspondería a “no hacer nada” o “llevar a cabo un mantenimiento mínimo”) no es técnicamente viable. Por ejemplo, si la infraestructura eléctrica de un país no recibe inversiones periódicas de mantenimiento y mejora, generalmente acaba colapsando debido al crecimiento de la demanda asociado al mero aumento de la población y de la actividad económica.

A partir de este planteamiento inicial, el caso de estudio abordado en este trabajo para ilustrar la aplicación de la metodología de evaluación de proyectos con efectos sobre la integración regional desarrollada en **Campos y Betancor (2017)**, corresponde al proyecto de construcción de un túnel transfronterizo terrestre entre Argentina y Chile que reemplace al actual **Paso de Agua Negra**, en la cordillera de Los Andes, dentro del corredor de transporte de viajeros y mercancías existente entre la provincia argentina de San Juan y la chilena de Coquimbo. Las características técnicas y económicas de esta obra se analizan a continuación en la **Sección 2** de este documento, donde se argumenta que el *proyecto Z*, de integración regional, incluye no solo la construcción del túnel, sino también la mejora y acondicionamiento de las carreteras de acceso al mismo a ambos lados de la frontera. Si se asume que la mayor parte de estas mejoras viales no tendrían lugar si no se proyectara la construcción del túnel, puede entonces considerarse que la mejor opción desde la perspectiva individual de cada país – esto es, los *proyectos Xi*, para Argentina y Chile – consistirían en “*no hacer nada*”.

En la **Sección 3**, tras definir las opciones a evaluar y el horizonte temporal del análisis se continúa con la estimación de la demanda (realizada a través de fuentes secundarias) y distinguiendo entre la proyección del tráfico existente, el tráfico desviado (de otros pasos fronterizos) y el tráfico generado por el proyecto, según nacionalidad y tanto para viajeros como mercancías. A partir de aquí se computan los cambios en los excedentes de los usuarios, productores, contribuyentes y resto de la sociedad, discutiéndose el papel de los efectos indirectos y mercados secundarios. En la **Sección 4** se descuentan los flujos monetarios de beneficios y costes del proyecto al año 2017, año también elegido como referencia de las unidades monetarias, analizándose los resultados y el efecto de la incertidumbre sobre algunos parámetros del modelo de evaluación. Finalmente, en la **Sección 5** se resumen las principales conclusiones de este trabajo, tanto en relación al caso de estudio en concreto, como con respecto a las lecciones aprendidas sobre la aplicación de la metodología desarrollada en **Campos y Betancor (2017)**.

## 2. Definición del proyecto: el paso fronterizo de Agua Negra

### 2.1. La situación actual

Argentina y Chile comparten la frontera terrestre internacional más extensa de América del Sur, la cual se encuentra condicionada en gran parte de sus 5.150 km por el formidable obstáculo físico que representa la cordillera de Los Andes. Sin embargo, ambos países son conscientes de que su desarrollo y bienestar en un mundo globalizado requiere cada vez más de una integración física satisfactoria que elimine cuellos de botella en los flujos de viajeros y mercancías, por lo que prestan especial atención a los proyectos de infraestructura relacionados con sus pasos fronterizos.

Aunque el camino de Agua Negra había sido utilizado durante siglos, no fue hasta 1965 cuando se inauguró la carretera que enlaza oficialmente ambos lados de la cordillera. Tal como muestra la **Figura 1**, actualmente el paso internacional de Agua Negra es uno de los catorce cruces fronterizos principales que permiten la conexión terrestre entre ambos países, comunicando la provincia argentina de San Juan y la región chilena de Coquimbo.<sup>5</sup> Sin embargo, el Paso de Agua Negra es el situado a mayor altitud sobre el nivel del mar (4.780 metros), por lo que sus condiciones climatológicas y orográficas lo hacen intransitable al menos seis meses al año (de mayo a octubre). Esto limita notablemente sus volúmenes de tráfico (prácticamente inexistente en el caso del transporte de mercancías), siendo los pasos alternativos más cercanos los de Pircas Negras, al norte, y Cristo Redentor (también llamado Los Libertadores por el túnel que lo atraviesa) al sur.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> En 2015, último año con datos disponibles, la población de la provincia de San Juan era de 739.000 habitantes (2% del país), mayoritariamente dedicada a la agricultura y minería, mientras que la región de Coquimbo contaba con 770.000 habitantes (4% del país), centrados en el sector primario y el turismo.

<sup>6</sup> No obstante, dados los niveles de tráfico involucrados y el estado de las carreteras, la principal interacción se produce únicamente con este último, que además es el que presenta el mayor volumen de tráfico de todos los existentes. La distancia por carretera entre Agua Negra y Cristo Redentor es, por territorio chileno de unos 700 km, y por territorio argentino de unos 500 kms, aproximadamente

**Figura 1. Principales pasos fronterizos de carretera entre Argentina y Chile (2017)**



**Fuente:** Dirección Nacional de Vialidad de Argentina ([www.vialidad.gov.ar](http://www.vialidad.gov.ar))

**Figura 2. Distancias y características del corredor terrestre Coquimbo-San Juan (2017)**



**Fuente:** Paso de Internacional de Agua Negra ([www.pasodeaguanegra.org](http://www.pasodeaguanegra.org))

Estas limitaciones, así como la peligrosidad de algunos tramos y sus pendientes han llevado a separar las rutas de acceso y descenso en dos variantes, como se aprecia con mayor detalle en la **Figura 2**, donde se muestran además las distancias actuales entre los principales puntos del corredor San Juan-Coquimbo. La distancia total es de 505 km, de los cuales 365 (aproximadamente un 70%) están asfaltados (pavimento de montaña), mientras que el resto son caminos consolidados (ripio), lo que reduce notablemente la velocidad de circulación. Una vez atravesado el paso fronterizo en dirección hacia Chile, la ruta nacional RN 41 conduce a lo largo de 255 kilómetros hasta la ciudad-puerto de Coquimbo, a orillas del Océano Pacífico. A su vez, por el lado argentino, la RN 150 lleva hasta las ciudades de Las Flores y Jachal. El acceso a la ciudad de San Juan puede realizarse a través de la RN 149 o la RN 40.

Los datos de tráfico observados entre 2005 y 2015 (véase **Cuadro 1**) en los pasos fronterizos de Pircas Negras, Agua Negra y Cristo Redentor confirman las actuales limitaciones del corredor terrestre definido entre San Juan y Coquimbo. La fuente primaria de información para estos datos es el Servicio Nacional de Aduanas de Chile ([www.aduana.cl](http://www.aduana.cl)), que los presenta desglosados en “entradas” y “salidas” (hacia/desde Chile) de vehículos livianos y otros vehículos de pasajeros, así como vehículos de carga, pero sin realizar distinciones por nacionalidad.

El principal (y casi único) tipo de tráfico en el actual Paso de Agua Negra es el de viajeros en vehículos livianos: 12.800 vehículos en 2015, con 45.500 viajeros, en ambos sentidos, lo que sugiere una intensidad media diaria (TDMA) de aproximadamente 70 vehículos durante los seis meses de operación al año. Las tasas de crecimiento anual de este tráfico son muy altas en el período 2005-2015, aunque con caídas importantes en 2010 y 2013. Además de esta volatilidad, existe cierto desequilibrio entre los pasajeros de entrada y salida, siendo el primer flujo superior al segundo en la mayoría de los años analizados, tal como se observa en el **Cuadro 2**.



**Cuadro 1. Tráfico anual en pasos fronterizos de Pircas Negras, Agua Negra y Cristo Redentor (2005-2015)**

Año	Paso fronterizo	ENTRADAS A CHILE					SALIDAS DE CHILE				
		Vehículos			Viajeros	Carga (tons)	Vehículos			Viajeros	Carga (tons)
		livianos	pasajeros	de carga			livianos	pasajeros	de carga		
2005	Pircas Negras	9	0	0	11	0	4	0	0	17	0
	Agua Negra	1.232	3	0	4.588	0	1.231	2	1	4.586	27
	Cristo Redentor	70.950	15.600	183.359	823.920	4.007.951	69.904	15.456	169.144	808.032	993.145
2006	Pircas Negras	31	0	0	82	0	11	0	0	33	0
	Agua Negra	1.649	14	0	6.132	0	1.532	13	0	5.729	0
	Cristo Redentor	80.662	17.972	182.892	895.339	3.957.108	80.390	17.175	172.107	886.748	959.992
2007	Pircas Negras	16	0	0	48	0	12	0	0	41	0
	Agua Negra	2.441	36	1	9.372	3	2.069	33	2	7.407	27
	Cristo Redentor	85.598	16.287	176.056	864.678	3.946.187	83.918	16.232	168.328	849.996	1.020.961
2008	Pircas Negras	25	0	0	75	0	29	0	0	58	0
	Agua Negra	3.289	51	0	12.511	0	2.636	54	0	10.068	0
	Cristo Redentor	95.923	16.166	172.272	896.001	3.864.426	95.068	16.077	163.952	884.015	1.058.523
2009	Pircas Negras	44	0	0	114	0	51	0	0	114	0
	Agua Negra	4.748	80	1	18.109	0	3.898	78	1	14.712	0
	Cristo Redentor	102.326	14.645	157.856	842.401	3.625.075	103.179	14.633	152.279	840.967	1.000.795
2010	Pircas Negras	84	1	0	285	0	78	2	0	309	0
	Agua Negra	4.032	60	0	15.380	0	3.297	59	0	12.350	0
	Cristo Redentor	96.067	14.219	178.190	858.414	4.002.307	96.339	14.193	169.318	866.011	1.219.083
2011	Pircas Negras	73	4	0	274	0	81	6	0	280	0
	Agua Negra	4.286	76	0	15.974	0	3.586	76	0	13.470	0
	Cristo Redentor	105.505	13.027	164.854	863.705	3.666.159	105.432	13.032	155.648	862.916	1.252.736
2012	Pircas Negras	181	3	0	567	0	145	2	0	436	0
	Agua Negra	5.784	76	0	21.363	0	5.126	72	0	18.821	0
	Cristo Redentor	145.098	13.223	173.859	999.645	3.947.138	144.583	13.515	163.385	999.853	1.259.162
2013	Pircas Negras	111	2	0	366	0	152	2	0	467	0
	Agua Negra	4.900	47	0	17.043	0	4.803	48	0	16.393	0
	Cristo Redentor	123.736	11.598	155.488	869.289	3.520.618	122.098	11.405	146.031	852.317	1.323.119
2014	Pircas Negras	175	1	0	478	0	151	2	0	417	0
	Agua Negra	4.833	43	0	16.787	0	4.602	45	0	15.818	0
	Cristo Redentor	141.308	11.942	143.484	919.399	3.143.150	139.917	12.019	135.207	903.355	1.455.271
2015	Pircas Negras	249	3	0	752	0	197	4	0	646	0
	Agua Negra	6.985	39	0	24.795	0	5.890	40	1	20.724	2
	Cristo Redentor	210.549	12.505	152.297	1.187.302	3.391.901	208.933	12.465	144.840	1.171.108	1.141.216

**Fuente:** Síntesis mensual de tráfico fronterizos de aduanas chilenas ([www.aduana.cl](http://www.aduana.cl)).

**Cuadro 2. Tráfico anual en paso fronterizo de Agua Negra (viajeros, 2005-2015)**

Año	ENTRADAS A CHILE		SALIDAS DE CHILE		TOTAL viajeros	ENTRADAS /SALIDAS
	Viajeros	Crecimiento anual	Viajeros	Crecimiento anual		
2005	4.588	–	4.586	–	9.174	1,00
2006	6.132	33,7%	5.729	24,9%	11.861	1,07
2007	9.372	52,8%	7.407	29,3%	16.779	1,27
2008	12.511	33,5%	10.068	35,9%	22.579	1,24
2009	18.109	44,7%	14.712	46,1%	32.821	1,23
2010	15.380	-15,1%	12.350	-16,1%	27.730	1,25
2011	15.974	3,9%	13.470	9,1%	29.444	1,19
2012	21.363	33,7%	18.821	39,7%	40.184	1,14
2013	17.043	-20,2%	16.393	-12,9%	33.436	1,04
2014	16.787	-1,5%	15.818	-3,5%	32.605	1,06
2015	24.795	47,7%	20.724	31,0%	45.519	1,20

**Fuente:** Síntesis mensual de tráfico fronterizos de aduanas chilenas ([www.aduana.cl](http://www.aduana.cl)).

Por su parte, Cristo Redentor es, como ya se ha indicado, el principal paso de frontera entre Argentina y Chile, captando en 2015 casi el 15% del volumen total de viajeros, y el 40% del transporte de carga en ambos sentidos y operando durante todo el año. Aunque también se ve afectado por cierres ocasionales derivados de dificultades climatológicas y derrumbes, los **Cuadros 3 y 4** muestran que sus niveles de tráfico tienen tasas de crecimiento promedio inferiores a las observadas en Agua Negra, debido posiblemente a su mayor saturación.<sup>7</sup> El movimiento de viajeros está equilibrado entre entradas y salidas, no así el de carga, que llega a ser hasta cuatro veces mayor en las entradas con respecto a las salidas. Los camiones entran cargados a Chile y salen en menor número y con menor carga hacia Argentina, si bien es cierto que esta tendencia se atenúa a lo largo del tiempo.

---

<sup>7</sup> En **MOP-Chile (2009)** se analizan los factores que determinan la saturación en este paso (relacionados, principalmente, con las facilidades para la tramitación aduanera) y se describen las obras de mejora (véase **Nota 14**), que estarán operativas a partir de 2019.

**Cuadro 3. Tráfico anual en paso fronterizo de Cristo Redentor (viajeros, 2005-2015)**

Año	ENTRADAS A CHILE		SALIDAS DE CHILE		TOTAL viajeros	ENTRADAS /SALIDAS
	Viajeros	Crecimiento anual	Viajeros	Crecimiento anual		
2005	823.920	-	808.032	-	1.631.952	1,02
2006	895.339	8,7%	886.748	9,7%	1.782.087	1,01
2007	864.678	-3,4%	849.996	-4,1%	1.714.674	1,02
2008	896.001	3,6%	884.015	4,0%	1.780.016	1,01
2009	842.401	-6,0%	840.967	-4,9%	1.683.368	1,00
2010	858.414	1,9%	866.011	3,0%	1.724.425	0,99
2011	863.705	0,6%	862.916	-0,4%	1.726.621	1,00
2012	999.645	15,7%	999.853	15,9%	1.999.498	1,00
2013	869.289	-13,0%	852.317	-14,8%	1.721.606	1,02
2014	919.399	5,8%	903.355	6,0%	1.822.754	1,02
2015	1.187.302	29,1%	1.171.108	29,6%	2.358.410	1,01

**Fuente:** Síntesis mensual de tráfico fronterizos de aduanas chilenas ([www.aduana.cl](http://www.aduana.cl)).

**Cuadro 4. Tráfico anual en paso fronterizo de Cristo Redentor (carga, 2005-2015)**

Año	ENTRADAS A CHILE		SALIDAS DE CHILE		TOTAL Carga (tons)	ENTRADAS /SALIDAS
	Carga (tons)	Crecimiento anual	Carga (tons)	Crecimiento anual		
2005	4.007.951	-	993.145	-	5.001.096	4,04
2006	3.957.108	-1,3%	959.992	-3,3%	4.917.101	4,12
2007	3.946.187	-0,3%	1.020.961	6,4%	4.967.149	3,87
2008	3.864.426	-2,1%	1.058.523	3,7%	4.922.949	3,65
2009	3.625.075	-6,2%	1.000.795	-5,5%	4.625.871	3,62
2010	4.002.307	10,4%	1.219.083	21,8%	5.221.390	3,28
2011	3.666.159	-8,4%	1.252.736	2,8%	4.918.895	2,93
2012	3.947.138	7,7%	1.259.162	0,5%	5.206.300	3,13
2013	3.520.618	-10,8%	1.323.119	5,1%	4.843.737	2,66
2014	3.143.150	-10,7%	1.455.271	10,0%	4.598.421	2,16
2015	3.391.901	7,9%	1.141.216	-21,6%	4.533.117	2,97

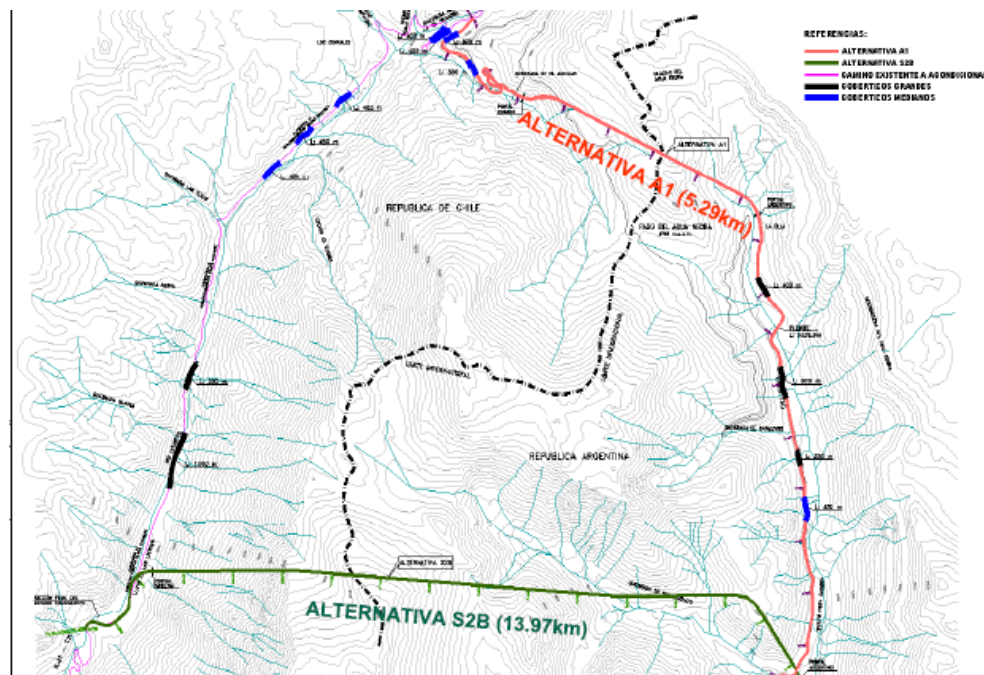
**Fuente:** Síntesis mensual de tráfico fronterizos de aduanas chilenas ([www.aduana.cl](http://www.aduana.cl))

## 2.2. La construcción del túnel

Aunque existían algunos antecedentes previos, no es hasta finales de la década de 1990 que ambos países comienzan a considerar la construcción de un túnel como una solución posible que permitiera superar las limitaciones del paso de Agua Negra y mejorar la capacidad y calidad del corredor terrestre entre San Juan y Coquimbo. En los estudios técnicos de pre-factibilidad (**Aravena et al., 2010**) se llegaron a estudiar hasta nueve alternativas factibles a distintas altitudes, las dos opciones que fueron finalmente discutidas fueron las siguientes, resumidas en la **Figura 3**:

- *opción A1*, consistente en un túnel de 5,29 km de longitud, con entrada por el lado chileno a 4.326 metros de altura, lo que conllevaba un ahorro de 25,5 km, y
- *opción S2B*, consistente en un túnel de 13,97 km de longitud y entrada desde Chile a 3.603 metros, y que suponía un ahorro de unos 40 kilómetros o 3 horas de tiempo de conducción por carretera de alta montaña.

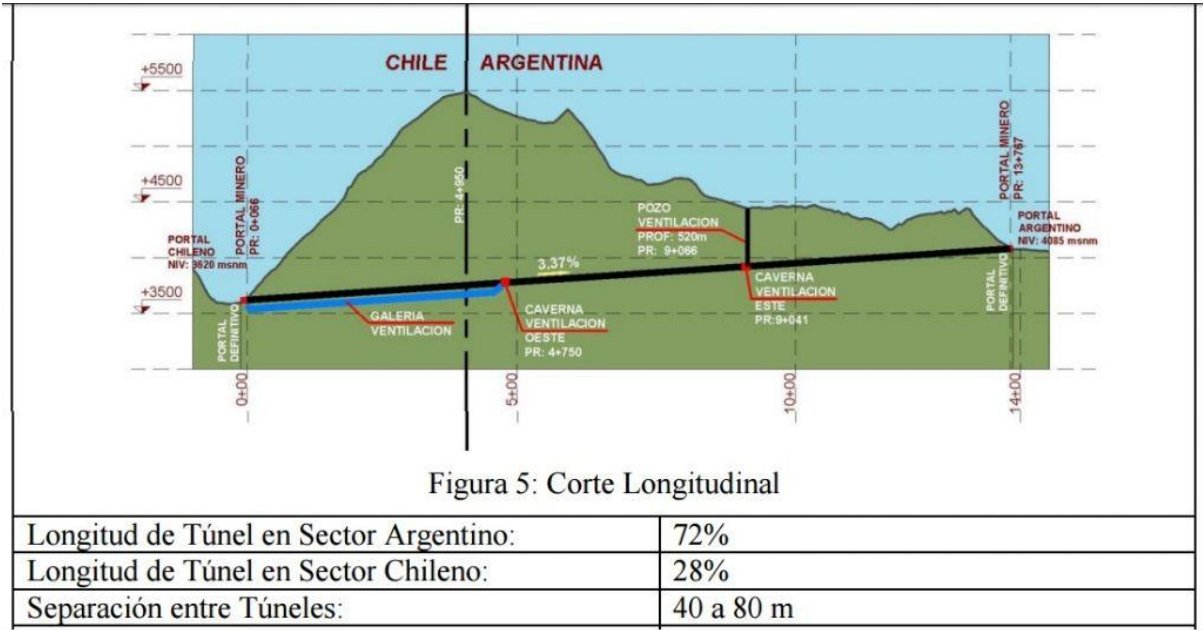
**Figura 3. Proyecto del túnel: dos opciones factibles**



**Fuente:** Consulbaires e Ingendesa (2004).

La opción técnica finalmente elegida por Argentina y Chile fue la segunda, ratificándose este compromiso en la firma del denominado *Tratado de Maipú de Integración y Cooperación* suscrito el 30 de octubre de 2009, que incorporó – entre otros elementos – un protocolo sobre la constitución del *Ente Binacional para el Proyecto Túnel Internacional Paso de Agua Negra* (EBITAN), el cual se encargaría a partir de ese momento de coordinar las cuestiones referidas al diseño, licitación, construcción y explotación del túnel. Así, de acuerdo con las características técnicas que figuran en el último *pliego de licitación* publicado (25 de agosto de 2016),<sup>8</sup> la obra comprende dos túneles unidireccionales de unos 13,9 km de longitud, con entrada por el lado argentino a 4.085 metros sobre el nivel de mar y salida por el lado chileno a 3.620 metros. Los túneles discurren por territorio argentino en un 72% de su recorrido y en un 28% por territorio chileno, como muestra la **Figura 4**.

Figura 4. Túnel de Agua Negra: características técnicas



Fuente: [www.ebitan.org](http://www.ebitan.org)

<sup>8</sup> Toda la información técnica actualizada sobre el proyecto del túnel, así como las últimas novedades sobre el mismo aparecen en la página web oficial del EBITAN, [www.ebitan.org](http://www.ebitan.org).

### 2.3. Evaluación económica del túnel: resultados previos

De acuerdo con los últimos datos disponibles, el coste estimado de construcción del túnel de Agua Negra, según los parámetros anteriores, asciende aproximadamente a 1.500 millones de dólares (2017),<sup>9</sup> iniciándose los trabajos de construcción durante el año 2018, y con un plazo estimado de ejecución de nueve años, por lo que su puesta en servicio está prevista en 2027. Aunque la particular orografía andina dificulta notablemente los trabajos de ingeniería, debe observarse que el coste medio por kilómetro (más de 100 millones de dólares) resulta notablemente elevado en comparación con otros túneles del mundo.<sup>10</sup>

**Figura 5. Corredor bioceánico central entre Porto Alegre y Coquimbo**



**Fuente:** Paso Internacional de Agua Negra ([www.pasodeaguanegra.org](http://www.pasodeaguanegra.org))

<sup>9</sup> Según los datos que figuran en el último pliego de licitación (2017) el presupuesto estimado asciende a 1.288.446.000 dólares, sin incluir impuestos.

<sup>10</sup> Por ejemplo, según la *World Road Association* ([www.tunnels.piarc.org](http://www.tunnels.piarc.org)), el túnel de Laerdal (Noruega) costó 125 millones de dólares (en el año 2000) y tiene una longitud de 25 km. En el segundo túnel de carretera más largo del mundo, el de Zhongnanshan (China), se invirtieron 300 millones de dólares (2007) para 18 km de recorrido. Los factores que determinan en mayor medida el coste de construcción y explotación de un túnel están relacionados con su ubicación (orografía, altitud, facilidades de acceso de equipos y maquinaria) y con el tipo de roca a perforar (incluyendo las obras de impermeabilización), por lo que las comparaciones deben hacerse también teniendo en cuenta estos elementos.

La mayoría de los trabajos e informes previos que han estudiado la viabilidad económica de esta obra la circunscriben en una estrategia más amplia que busca, no solo mejorar las conexiones entre las regiones adyacentes al paso, sino también contribuir al desarrollo de un corredor bioceánico mucho más amplio entre las ciudades de Porto Alegre en Brasil y la de Coquimbo en Chile, tal como se ilustra en la **Figura 5**. El argumento principal es que dicho corredor permitiría la salida de la producción exportable del área atlántica hacia los mercados de Asia por la ruta del Océano Pacífico.

Por ejemplo, en el estudio realizado por la **Universidad Católica del Norte (2016)** se analizan ampliamente las oportunidades comerciales que podrían generarse tras concluirse el corredor bioceánico (incluyendo el nuevo túnel en el paso de Agua Negra). Se identifican y cuantifican los flujos potenciales de hasta cinco cadenas de valor asociadas a la producción de soja, aceite de soja y la industria de residuos, la cal, la uva y derivados, y la industria de maíz y otros cereales. Posteriormente este estudio realiza un análisis cualitativo tipo DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) para proponer iniciativas de mejora. Sin embargo, y en relación con la importancia real de estos impactos, **Benavides (2017)** argumenta que no existe aún suficiente certeza sobre si la construcción del túnel generaría tráfico sustancial del resto del Cono Sur para el comercio con Oceanía o Asia, pues las cargas generadas fuera de las áreas de San Juan, Córdoba y Coquimbo con esos destinos, podrían continuar saliendo desde los puertos de Argentina, Brasil y Uruguay.<sup>11</sup>

Además de este, existen otras evaluaciones previas de este proyecto, basadas mayoritariamente en las técnicas de ACB tradicionales. En el trabajo de **Benavides (2017)** se revisan precisamente las diferentes metodologías aplicadas y los resultados de dichos

---

<sup>11</sup> Esto se debe a que casi el 80% del tráfico de carga exportable entre Argentina y Chile es no cautivo y solo cambiaría sus puertos de salida hacia Oceanía y Asia con una reducción muy sustancial de sus costes logísticos, que compensase evitar el Canal de Panamá. No parece ser este el efecto del Túnel de Agua Negra (ya que afecta a una parte pequeña del corredor), si bien debe señalarse que su construcción sí podría alterar a medio plazo los flujos de comercio intrarregionales, los cuales han sido considerados dentro de la demanda generada y desviada por el proyecto.

estudios, siendo los principales los cuatro siguientes: **BID-IIRSA (2012)**, **MOP-Chile (2009 y 2013)** y el de la **Universidad Nacional de San Juan (2014)**. La revisión llevada a cabo por **Benavides (2017)** muestra que se trata de estudios bastante heterogéneos en relación a: (i) año base y modelos para asignar y proyectar tráfico; (ii) nivel y alcance del modelamiento y dinámica de la red del eje bioceánico entre Porto Alegre (Brasil) y Coquimbo (Chile) que cubre un área transnacional de 3.1 millones de km<sup>2</sup>; (iii) cálculo de beneficios y costes para proyectar la demanda, y estimar la rentabilidad social descontada.

Con respecto a los resultados concretos de cada una de estas evaluaciones, **BID-IIRSA (2012)** tras aplicar un *análisis multicriterio*,<sup>12</sup> recomienda construir el túnel sujeto al liderazgo en el financiamiento del proyecto de parte del sector privado. Se afirma que hay interés por parte de los países involucrados e interés por parte de inversores privados porque el proyecto contribuye a la descentralización y al desarrollo económico regional, si bien no se aportan cifras concretas de tal impacto.

El estudio **MOP-Chile (2009)** lleva a cabo una aproximación que trata de medir los beneficios derivados de un posible incremento del comercio entre ambos países y un eventual incremento de la carga exportada desde Argentina a los mercados de la cuenca del Pacífico. Los resultados de la evaluación se presentan desglosados en dos casos: (i) incluyendo además del proyecto del túnel, la inversión de mejora de la ruta RN-41 del lado chileno, en cuyo caso la rentabilidad social del proyecto es negativa; (ii) la pavimentación de la ruta RN-41 se considera ya realizada y se incluye en la situación base, resultando en un valor actual neto (VAN) positivo de todos los flujos descontados en el tiempo, salvo en el escenario de incertidumbre más pesimista. Por otra parte, **MOP-Chile (2013)** incorpora en la evaluación los beneficios tradicionales de proyectos de transporte y los ocurridos en los

---

<sup>12</sup> Los criterios utilizados están relacionados con la confiabilidad del sistema de transporte terrestre (accesibilidad, redundancia y seguridad), la contribución al desarrollo regional, conectividad de las redes, dificultades técnicas y otros potenciales impactos económicos y socio-ambientales.



mercados finales de exportación-importación,<sup>13</sup> con el resultado de que el proyecto tampoco alcanza los umbrales mínimos de rentabilidad.

Finalmente, la evaluación llevada a cabo en **Universidad Nacional de San Juan (UNSJ, 2014)**, como señala **Benavides (2017)**, es la que aporta un modelo de estimación de la demanda más desagregado, si bien suma beneficios clásicos con impactos de segundo orden (mercados secundarios) sin apenas referencias estadísticas concretas, lo cual sugiere cierto grado de sobre-estimación. La evaluación calcula los beneficios para un año base que luego se proyectan en el tiempo, resultando finalmente en un VAN positivo.

### **3. Evaluación socioeconómica con efectos de integración**

#### **3.1. El proyecto a evaluar y su horizonte temporal**

De acuerdo con la metodología presentada en **Campos y Betancor (2017)** y el análisis realizado en las secciones anteriores, el primer paso para la evaluación económica de un proyecto multinacional consiste en definir claramente cuál es el denominado *proyecto Z* (integración) frente a cada uno de los *proyectos X<sub>i</sub>* (alternativas individuales).

En el caso de Agua Negra el proyecto de integración regional a evaluar debe analizarse desde la perspectiva del corredor San Juan-Coquimbo, por lo que incluye, además de la construcción y explotación del túnel (con una inversión de 1.500 millones de dólares), todas las mejoras requeridas en las carreteras de acceso al mismo, tanto desde Argentina (en la RN 150) como desde Chile (RN 41), con un coste respectivo de 73 y 123 millones de dólares (**UNASUR-COSIPLAN, 2016**). Esta definición *amplia* se justifica por el supuesto de que ninguno de los dos países había priorizado en el pasado las obras de mejora en tales carreteras hasta precisamente la firma del Tratado de Maipú (2009), en el que se

---

<sup>13</sup> **Campos y Betancor (2017)** muestran que, bajo determinadas condiciones, la suma de ambos efectos puede suponer doble contabilización.

comprometieron a hacerlo “*con el fin de facilitar el acceso al futuro túnel*” ([www.siepan.org](http://www.siepan.org)). Como ya se ha indicado, el túnel permitirá reducir la longitud del recorrido en unos 40 km, reduciendo también el tiempo de viaje en el paso en tres horas aproximadamente, y aumentando notablemente la seguridad y la capacidad del trazado (al operar durante todo el año). Las obras en las carreteras de acceso añadirían más ahorros de distancia y tiempos de viaje, así como una reducción de los costes de operación de los vehículos por mejoras del pavimento.<sup>14</sup>

Debe señalarse, no obstante, que por el lado argentino gran parte de la mejora correspondiente a la RN 150 ya fue ejecutada entre 2012-2014, habiéndose inaugurado en octubre de ese último año.<sup>15</sup> Esta ruta, considerada como un eslabón estratégico regional, se extiende a lo largo de 389 km, desde la ciudad de Patquía hasta el límite con Chile. Las mejoras se han centrado en la parte de la misma más próxima a la frontera y han implicado la repavimentación desde el tramo de Ischigualasto hasta el paso de Agua Negra. De los 303 km que transcurren por la provincia de San Juan, la mitad del nuevo trazado corresponde a áreas que antes resultaban inaccesibles por carretera, lo que ha permitido ahorrar 160 km de recorrido en comparación con la situación inicial (*sin proyecto*). La nueva vía, considerada de altas prestaciones, permite además el paso de todo tipo de vehículos de carga.

Igualmente, las mejoras previstas en la RN 41 en Chile, se vinculan también a la construcción del túnel. Esta ruta, de 255 kilómetros, conduce desde el Paso de Agua Negra hasta la ciudad-

---

<sup>14</sup> Además de las señaladas, los gobiernos de Argentina y Chile contemplan también obras en otros pasos y rutas alternativas. Especialmente relevantes serían las obras previstas en el paso de Cristo Redentor para disminuir su actual nivel de congestión, que incluirían mejoras en el túnel *Libertadores*, mejoras en el corredor y en un antiguo túnel paralelo denominado *Caracoles*. El coste estimado de estas obras asciende a 565 millones de dólares, si bien esta inversión no será incluida en el análisis desarrollado en este documento (lo cual favorece a la evaluación de Agua Negra) al considerarse que se ejecutará independientemente de lo que se haga en el túnel, esto es, no está vinculada al mismo. No obstante, sí es relevante para explicar los niveles de tráficos desviados hacia Agua Negra, que serán menores cuanto mejor funcione Cristo Redentor.

<sup>15</sup> Para evitar fraccionar la evaluación en meses, se considera que entra en servicio en enero de 2015.

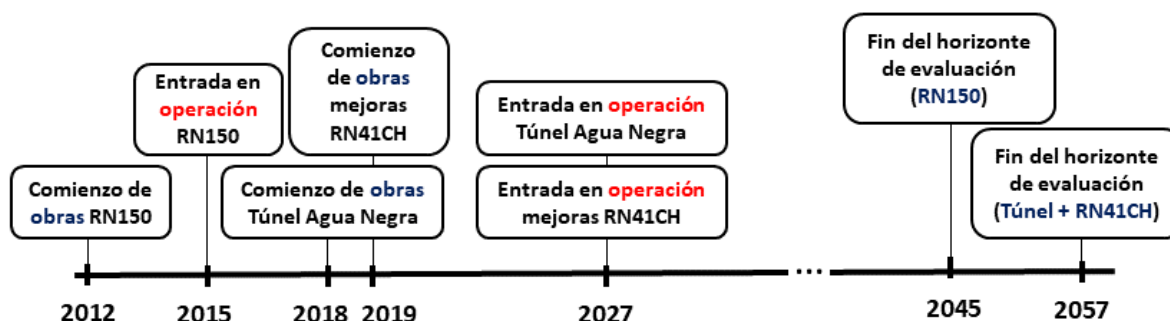
puerto de Coquimbo. De acuerdo con **Aravena et al. (2010)**, los primeros 80 km al este de La Serena (capital regional) cuentan con pavimento asfáltico en regular estado. El trazado del camino es ondulado, con curvas con radios bajos y medios y pendientes moderadas. Los 69 km siguientes tienen superficie de ripio en terreno montañoso, también con estado regular. La calzada tiene un promedio de cinco metros de ancho, con curvas de radios medios a cerrados y grandes pendientes. Los kilómetros restantes hasta la frontera con Argentina tienen superficie de tierra en mal estado. Estos autores indican que el aumento del tráfico de vehículos privados y de pesados asociados a la construcción del túnel requiere de un rediseño geométrico y estructural importante de dicha vía. De hecho, la mejora de la carretera chilena afecta a 199 kilómetros que serán pavimentados o rediseñados. Las mayores inversiones se prevén para los tramos de alta montaña que transcurren entre Juntas del Toro y el límite fronterizo con Argentina (ver **Figura 2**). Aunque no se dispone de información muy detallada, se considerará que las obras comenzarán en 2019 y finalizarán en 2027, junto con la entrada en operación del túnel. El horizonte de evaluación en todos los casos es de 30 años.

La **Figura 6** ilustra finalmente el horizonte temporal del *proyecto Z*,<sup>16</sup> integrado por tres componentes vinculados entre sí que se ejecutan en fases distintas del tiempo. Las obras de mejora de la RN 150 (Argentina) comenzaron en 2012 y finalizaron en 2014. Las obras del túnel comenzarán en 2018 con entrada en servicio en 2027, al igual que las obras de mejora de la RN 41 (Chile), que se considera que comenzarán en 2019. Estas fases deben tenerse en cuenta en las predicciones de demandas realizadas en el apartado siguiente.

---

<sup>16</sup> A pesar de concluir su evaluación en 2045, se asume lógicamente que la RN150 sigue operativa al menos hasta 2057. Este hecho se ha incorporado en la predicción de la demanda y en el cómputo del correspondiente valor residual.

**Figura 6. Horizonte de evaluación del proyecto**



**Fuente:** Elaboración propia

Por tanto, el *proyecto Z*, así definido, se comparará con el caso base o *situación sin proyecto* que representa la situación actual, en la que los vehículos (de pasajeros) hacen uso del paso de Agua Negra durante seis meses al año y las rutas de acceso están sin mejorar. Es muy importante destacar que, en este caso concreto, los *proyectos Xi* de Argentina y Chile coinciden con la opción de “no hacer nada”, ya que se considera que, sin el túnel, ninguno de estos países invertiría las cantidades ya señaladas en la mejora de las respectivas rutas RN 150 y RN 41. Este supuesto, en el contexto actual de la situación de los pasos fronterizos entre Argentina y Chile, es el que determina el enfoque global de esta evaluación.

### 3.2. Estimación de la demanda

Una vez definido el proyecto a evaluar, al igual que ocurre en la aproximación tradicional del ACB, disponer de una predicción de la demanda razonable y ajustada a la información existente constituye la base fundamental para la evaluación desde el punto de vista de la integración regional. Para realizar el análisis desarrollado en este documento, y teniendo en cuenta su objetivo de ilustración metodológica, se ha optado por combinar las predicciones de demanda procedentes de los trabajos preexistentes con simulaciones realizadas por el procedimiento de Montecarlo<sup>17</sup> con el fin de completar aquellos aspectos sometidos a un

<sup>17</sup> Para ello se ha utilizado el software @Risk v.7.0, incorporado a una hoja de cálculo de Microsoft Excel®. Para más detalles, véase [www.palisade.com](http://www.palisade.com).

mayor grado de incertidumbre, así como el hecho de que la última información real sobre tráficos por los pasos fronterizos solo se encuentra disponible hasta el año 2015, tal como ya se ha indicado.

La **Figura 7** resume las tres fases de la que consta el proceso de estimación de la demanda. La primera de ellas consiste en distinguir **seis categorías de tráfico**: *vehículos livianos* (que incluye automóviles, camionetas, motocicletas u otro tipo de vehículos menores), *pasajeros en vehículos livianos*, *resto de vehículos de pasajeros* (generalmente de tipo ómnibus o minibús de menos de 50 plazas), *viajeros en resto de vehículos* (incluyendo el conductor), *vehículos de carga* (mayoritariamente, camiones de pequeña y mediana capacidad, debido a las dificultades orográficas) y *carga transportada* (medida en toneladas y sin hacer distinción entre diferentes tipos de mercancías).

**Figura 7. Procedimiento de predicción de la demanda**



**Fuente:** Elaboración propia

En una segunda fase, y de acuerdo con **Campos y Betancor (2017)**, cada una de estas categorías de tráfico debería desagregarse según la nacionalidad de los agentes económicos propietarios de los recursos. Aunque esta información no siempre resulta fácil de obtener, es crucial para este enfoque. Un primer criterio podría consistir en aproximar la nacionalidad con el país de origen del tráfico (esto es, los vehículos que circulan desde Argentina hacia Chile se considerarían argentinos, y los que circulan en sentido inverso se considerarían chilenos). Obviamente, se trata de un criterio limitado, ya que no considera el hecho de que los vehículos de un mismo país realizan viajes de ida y vuelta. Es por ello por lo que se ha buscado una alternativa a partir de la información contenida en **Aravena et al. (2010)**, quienes proporcionan la distribución de tráficos por nacionalidad de los viajeros que atravesaron la aduana chilena de Juntas del Toro en 2009.<sup>18</sup> Según el **Cuadro 5**, del total de viajeros entrantes, unos 15.800 (87%) eran argentinos (el resto, chilenos en viaje de retorno), mientras que con respecto a salidas de viajeros desde Chile la distribución es más homogénea (47% argentinos, 53% chilenos), ya que el estudio reporta que solo el 44% de los turistas argentinos retorna por el paso de Agua Negra. Se asumirá que estos porcentajes de reparto por nacionalidades se pueden aplicar a todos los años del horizonte de evaluación temporal. Con relación a la carga transportada, no se dispone de información fidedigna sobre su posible distribución por nacionalidades (ya que actualmente no hay transporte de mercancías por Agua Negra), por lo que se ha optado por mantener el criterio inicial de identificar la nacionalidad con el origen de los tráficos.

---

<sup>18</sup> Su fuente primaria es la *Jefatura Nacional de Extranjería y Policía Internacional*, Carabineros de Chile. En general debería acudir a todas las estadísticas disponibles – particularmente las de aduanas y migraciones – que permitieran distinguir la nacionalidad real de los tráficos. En este documento asumiremos que la mayoría de los viajeros y dueños de la carga transportada son argentinos o chilenos, ignorando otras nacionalidades.

**Cuadro 5. Distribución de tráficos por nacionalidades en el Paso de Agua Negra (2009)**

ENTRADAS VIAJEROS					SALIDAS VIAJEROS				
TOTAL	Argentinos	%	Chilenos	%	TOTAL	Argentinos	%	Chilenos	%
18.109	15.800	87%	2.309	13%	14.712	6.952	47%	7.760	53%

**Fuente:** Aravena *et al.* (2010) y estimación propia con datos del mismo estudio.

La tercera fase en el análisis consiste en la predicción de la demanda propiamente dicha. Para ello, y de acuerdo con los procedimientos comúnmente aceptados en el ámbito de la economía del transporte (De Rus *et al.*, 2003), resulta conveniente distinguir tres tipos de tráficos o demandas asociadas al proyecto:

- **Tráfico existente.** Se refiere a los vehículos, viajeros y cargas que actualmente utilizan los pasos fronterizos objeto de análisis, así como a su evolución durante el período de evaluación del *proyecto Z*. En el caso del Paso de Agua Negra debe tenerse en cuenta que, por sus actuales limitaciones orográficas y climatológicas, se trata de un tráfico pequeño, con grandes oscilaciones cada año y centrado casi exclusivamente en vehículos livianos. En el Paso de Cristo Redentor, el tráfico existente es mucho mayor en volumen y diversidad, con tasas de crecimiento anual también más estables. No obstante, el principal problema de este paso es su saturación – que no viene dada por problemas de capacidad de la carretera, sino por las limitaciones derivadas de los trámites aduaneros – generándose en la actualidad tiempos de espera crecientes (lo cual puede afectar al tráfico desviado).<sup>19</sup>

La forma más sencilla de estimar el tráfico existente consiste en proyectarlo a partir de las cifras de demanda real ya conocidas según la *Síntesis Mensual de Tráfico Fronterizo proporcionada por Chile* (véanse **Cuadros 1 y 2**). Para los flujos de

---

<sup>19</sup> Nótese que esto implica que en un futuro este tipo de restricciones deban considerarse también para Agua Negra, a medida que se incremente su volumen de tráfico de mercancías (actualmente inexistente).

pasajeros, y a partir del último año observado (2014),<sup>20</sup> se proyectará anualmente el crecimiento de la demanda simulando unas tasas aleatorias de entre el 3% y el 10% (para el tráfico desde Argentina hacia Chile) y de entre un 3% y 8% (desde Chile hacia Argentina). Sin llegar a los valores extremos calculados en el **Cuadro 2**, estas tasas de crecimiento son consistentes con las utilizadas en los estudios previos (véase **Benavides, 2017**).<sup>21</sup> La aleatoriedad se introduce para acotar la incertidumbre asociada – entre otros factores – a los posibles efectos sobre la demanda del hecho de que la ruta del Paso de Agua Negra pasará a estar operativa todo el año, en lugar de solo durante seis meses. Para el caso de los flujos de carga, no resulta necesaria ninguna proyección de tráfico existente, ya que actualmente la carga transportada por el Paso de Agua Negra es insignificante.

- **Tráfico desviado.** Se refiere a aquellos vehículos, viajeros y cargas que, antes de la ejecución del *proyecto Z*, realizaban el trayecto entre Argentina y Chile (o viceversa) por otros pasos diferentes al de Agua Negra, pero que – tras la ejecución del proyecto – se desvían hacia este último. Entre las razones por las cuales podrían optar por la nueva ruta están el menor tiempo de viaje, la menor demora en aduanas y/o la menor cantidad de días de cierre del paso, y por tanto de días de espera o de menor recorrido a pasos alternativos.<sup>22</sup> La mejor manera para estimar esta demanda consiste en utilizar un modelo general de asignación de tráficos entre diferentes pares de orígenes y destinos (a ambos lados de la frontera), que tenga en cuenta los costos

---

<sup>20</sup> Nótese que, según la **Figura 6**, en el año 2015 ya se observarían los efectos sobre el tráfico fronterizo de la entrada en funcionamiento de la RN 150 en Argentina, por lo que una parte de los datos observados en ese año corresponden a la proyección del tráfico existente y otra parte al tráfico generado. Esto hace que la proyección del tráfico existente deba comenzar en 2014.

<sup>21</sup> En la mayoría de los estudios anteriores, las tasas de crecimiento del tráfico son deterministas y oscilan entre el 1% y 3% para los flujos de viajeros y el 6%-12% para los flujos de carga.

<sup>22</sup> No obstante, los datos disponibles en los informes anteriores sugieren que pocos viajeros se desvían de un paso a otro cuando el primero se cierra por motivos climatológicos o presenta largas colas para cumplir los trámites aduaneros. La mayoría de los usuarios (especialmente en el transporte de carga) prefieren esperar.



generalizados de viajar por diferentes rutas, así como las características físicas de estas. Como se ha indicado, varios de los estudios anteriores sobre el túnel de Agua Negra disponen de este tipo de modelos, pero sus estimaciones son difícilmente comparables al utilizar datos de partida y períodos de análisis diferentes, incurriendo incluso en algunos posibles problemas de sobreestimación, como señala **Benavides (2017)**.

Teniendo en cuenta estas circunstancias, así como la imposibilidad de recalibrar los modelos con los últimos datos disponibles, se ha optado en este documento por una estimación simplificada de la demanda desviada hacia el Paso de Agua Negra asumiendo que esta procedería (en el mejor de los casos, y únicamente si se construyera el túnel) del tráfico existente en Cristo Redentor.

Para ello, se ha proyectado en primer lugar el tráfico actual en este último paso a partir de las tasas medias de crecimiento anual observadas (véanse **Cuadros 3 y 4**), concretamente un 4% y 1% para los flujos de pasajeros y carga de Argentina hacia Chile, y un 4,5% y 2%, respectivamente, para el tráfico de Chile hacia Argentina.<sup>23</sup> Además, para incorporar los efectos de la saturación de este paso se ha tenido en cuenta un límite de capacidad (asociado a los trámites aduaneros) fijado exógenamente en 2.400 vehículos por día en cada sentido,<sup>24</sup> de manera que al alcanzarse dicho límite el tráfico existente en Cristo Redentor dejaría de crecer.<sup>25</sup> Otro elemento a considerar en esta proyección es el hecho de que una gran parte del tráfico actual es “cautivo”, esto es, que por diferentes razones de tipo económico o social nunca se desviará desde Cristo Redentor hacia ningún otro paso. En concreto, según

---

<sup>23</sup> En este caso no se ha considerado necesario introducir tasas aleatorias ya que la información disponible presenta menor variabilidad.

<sup>24</sup> Este límite, basado en las recomendaciones del informe **BID-IIRSA (2012)**, correspondería a 100 vehículos/hora, una cifra bastante elevada de acuerdo con los parámetros actuales, lo cual favorece al proyecto.

<sup>25</sup> Como se ha señalado, en la actualidad existen varios proyectos de mejora del Paso de Cristo Redentor que evitarían su colapso (previsto a partir de 2035, de acuerdo con la proyección realizada en este trabajo).

el informe **BID-IIRSA (2012)**, el 20% de los flujos de carga y el 40% de los de pasajeros deben ser incluidos dentro de esta categoría.

Finalmente, a partir de los datos anteriores, la demanda desviada cada año hacia el Paso de Agua Negra (a partir de 2027, cuando entre en operación el túnel), se calcularía simplemente aplicando una tasa aleatoria de desvío de entre el 5% y 10% para los flujos de viajeros, y del 3% al 8% para los flujos de carga. Estas tasas reflejan la idea (ampliamente discutida en varios trabajos previos, como se señala en **Benavides, 2017**) de que el Paso de Agua Negra difícilmente podrá absorber mucho tráfico de los pasos cercanos, ya que sus costes generalizados y logísticos no son competitivos con respecto a los de Cristo Redentor (la mejor alternativa posible).<sup>26</sup>

- **Tráfico generado.** Se refiere a aquellos nuevos viajeros por el paso de Agua Negra a partir de 2027 que actualmente no realizan trayectos transfronterizos y a nueva carga cuyos movimientos actualmente no implican el cruce de fronteras a través de los pasos considerados. En el caso de los viajeros, el estudio **UNSJ (2014)** los identifica fundamentalmente con turistas residentes en las provincias de San Juan y Córdoba que optan por vacacionar en la costa atlántica y que podrían hacerlo en la región de Coquimbo, o usuarios de circuitos turísticos binacionales que se implementen. En el caso de la carga podría tratarse de carga generada en las provincias argentinas que se exporta actualmente por los puertos del Atlántico, pero que podría enviarse a través del puerto de Coquimbo, o bien directamente de carga que no se genera en la actualidad, pero que podría tener un incentivo suficiente al contar con la accesibilidad necesaria, particularmente, carga de origen minero o agrícola.

De nuevo, la mejor manera de estimar esta carga generada por el *proyecto Z* consiste en modelizar la actividad económica y los flujos de transporte de la región analizada.

---

<sup>26</sup> El área de influencia económica y demográfica del paso de Cristo Redentor será siempre mayor que el de Agua Negra, ya que constituye un eje “natural” del corredor Santiago-Buenos Aires, cuyo sistema de servicios logísticos, comunicaciones, infraestructura y otros está plenamente consolidado.

Sin embargo, ante la dificultad para acceder a los modelos originales, así como para incorporar la nueva información de tráficos de los últimos años, hemos optado por utilizar las propias estimaciones realizadas en **UNSJ (2014)**, ya que ofrecen el modelo que separa con mayor claridad los datos de tráfico generado de los de tráfico actual y desviado.<sup>27</sup> Aunque el período de evaluación considerado en dicho informe difiere del empleado en el presente documento (en particular, consideran que el año de comienzo de la explotación del túnel es 2023), se puede realizar un ajuste de fechas y comenzar a proyectar las cifras de tráfico generado estimadas por el modelo de **UNSJ (2014)** a partir de 2027. Para ello se realizan tres consideraciones:

1. La primera es que, dado que el modelo UNSJ estima cifras de vehículos, los cálculos correspondientes al número de viajeros y volumen de carga se realizan utilizando los factores de ocupación de carga obtenidos a partir de la demanda real de 2015.
2. La segunda es que las tasas de crecimiento del tráfico generado son aleatorias (para capturar la incertidumbre), y mucho mayores los primeros cinco años (para reflejar el efecto “novedad”), oscilando en el caso de los flujos de viajeros generados de Argentina hacia Chile entre el 15% y 25% los primeros cinco años, y entre el 3% y 10% el resto de años, mientras que para la carga transportada desde Argentina a Chile serían entre el 10% y 15% y 3% y 10%, respectivamente. Las tasas equivalentes para los tráficos de Chile hacia Argentina serían: 15-20%, 3-10%, 10-15% y 3-5%.
3. Finalmente, debe señalarse que entre 2015 y 2027, y como consecuencia de la puesta en servicio de las mejoras de la RN 150 en Argentina, también se genera tráfico de viajeros en el Paso de Agua Negra (véase **nota 20**). Su estimación, teniendo en cuenta los datos efectivamente observados en 2015, se realiza como un porcentaje del tráfico existente cada año: para los flujos de Argentina hacia Chile se considera un 24%, mientras que en sentido inverso es del 14%. El tráfico generado por la RN 41 a partir de 2027 se considera incluido dentro del modelo de **UNSJ (2014)**.

---

<sup>27</sup> Si bien en **Benavides (2017)** se argumenta que demanda estimada en este modelo puede resultar excesiva, se ha observado que el mayor grado de sobrestimación puede presentarse en relación con el tráfico existente y desviado, no así con el generado.

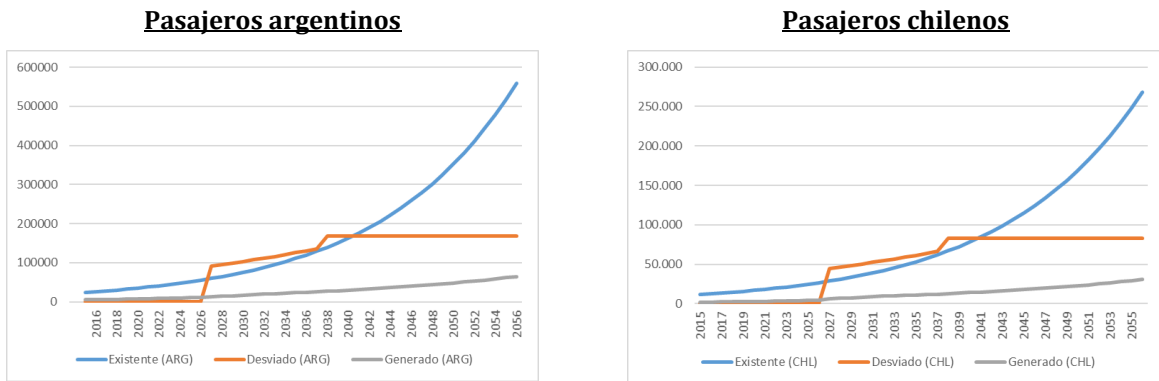
El **Cuadro 6** proporciona finalmente una visión global de todos los parámetros implicados en la predicción de la demanda, mientras que las **Figuras 8 y 9** ilustran las tendencias de las proyecciones medias de tráfico.

**Cuadro 6. Principales parámetros para la predicción de la demanda**

DISTRIBUCIÓN DE PASAJEROS POR NACIONALIDAD	
Tráfico en dirección a Chile	87% (argentinos); 13% (chilenos)
Tráfico en dirección a Argentina	47% (argentinos); 53% (chilenos)
DISTRIBUCIÓN DE CARGA POR NACIONALIDAD	
Tráfico en dirección a Chile	100% argentinos
Tráfico en dirección a Argentina	100% chilena
CRECIMIENTO ANUAL TRÁFICO EXISTENTE EN AGUA NEGRA	
Flujos de pasajeros de Argentina a Chile *	Entre 3% y 10% (promedio: 8%)
Flujos de pasajeros de Chile a Argentina *	Entre 3% y 8% (promedio: 6%)
Flujos de carga (ambas direcciones)	-
CRECIMIENTO ANUAL TRÁFICO EXISTENTE EN CRISTO REDENTOR Y TRAFICOS DESVIADOS	
Flujos de pasajeros de Argentina a Chile	4%
Flujos de carga de Argentina a Chile	1%
Flujos de pasajeros de Chile a Argentina	4.5%
Flujos de carga de Chile a Argentina	2%
PORCENTAJE DE TRÁFICO CAUTIVO EN CRISTO REDENTOR	
Flujos de viajeros	40%
Flujos de carga	20%
TASAS DE TRÁFICO DESVIADO HACIA AGUA NEGRA	
Flujos de viajeros *	Entre 5% y 10% (promedio: 7.5%)
Flujos de carga *	Entre 3% y 8% (promedio: 5%)
% TRÁFICO GENERADO SOBRE EXISTENTE (2015-2026)	
Flujos de Argentina a Chile	24%
Flujos de Chile a Argentina	14%
TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL TRÁFICO GENERADO (a partir de 2027)	
Flujos de pasajeros de Argentina a Chile (años 1 a 5) *	Entre 15% y 25% (promedio: 20%)
Flujos de pasajeros de Argentina a Chile (resto años) *	Entre 3% y 10% (promedio: 5%)
Flujos de carga de Argentina a Chile (años 1 a 5) *	Entre 10% y 15% (promedio: 12%)
Flujos de carga de Argentina a Chile (resto años) *	Entre 3% y 10% (promedio: 5%)
Flujos de pasajeros de Chile a Argentina (años 1 a 5) *	Entre 15% y 20% (promedio: 18%)
Flujos de pasajeros de Chile a Argentina (resto años) *	Entre 3% y 10% (promedio: 5%)
Flujos de carga de Chile a Argentina (años 1 a 5) *	Entre 10% y 15% (promedio: 12%)
Flujos de carga de Chile a Argentina (resto años) *	Entre 3% y 5% (promedio: 4%)

Los valores señalados con \* corresponden a tasas aleatorias.

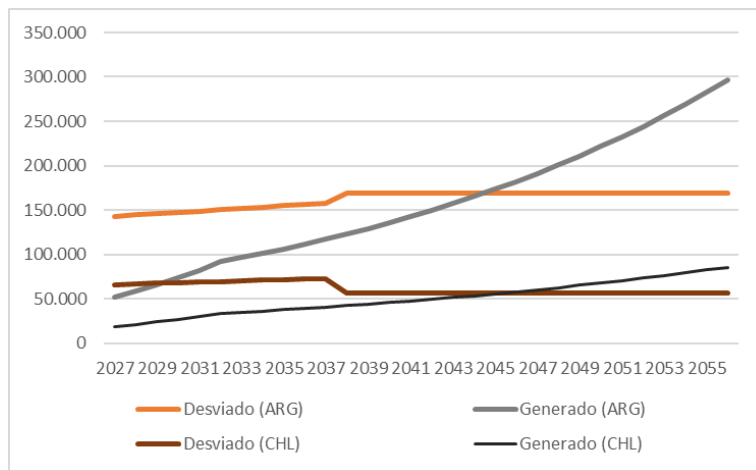
**Figura 8. Proyección de los flujos de pasajeros por categoría y nacionalidad**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de proyecciones medias de demanda

Como puede observarse, las proyecciones de pasajeros reflejan tendencias similares y son más favorables al tráfico argentino. El mayor componente de la demanda futura será el crecimiento del tráfico existente, ya que el desviado y generado presenta menores valores de acuerdo con los supuestos realizados. En el caso de la carga ocurre lo contrario, y es en estos dos tipos de tráfico donde se concentran las aportaciones del proyecto.

**Figura 9. Proyección de los flujos de carga por categoría y nacionalidad**



**Fuente:** Elaboración propia a partir de proyecciones medias de demanda. Datos en toneladas.

### 3.3. El efecto del proyecto sobre el bienestar social

Una vez estimada la demanda en los mercados de transporte de viajeros y mercancías (mercados primarios, directamente afectados por el proyecto), el cómputo del bienestar de la sociedad se realiza de acuerdo con el *enfoque de los cambios en los excedentes de los agentes sociales* (tanto de Argentina como de Chile) **(De Rus et al., 2006)**. Este enfoque permite conocer la distribución desagregada de beneficios y costes, algo que resulta fundamental en proyectos multinacionales, ya que facilita su financiación y gestión, permite anticipar el grado de aceptabilidad política e incluso hacer consideraciones desde el punto de vista de la equidad. En general, el bienestar social (*social welfare, SW*) desde esta perspectiva está integrado por la suma de los excedentes de los siguientes agentes económicos **(De Rus, 2010)**:

$$SW = CS + OS + RS + LS + GS + ES \quad (7)$$

donde:<sup>28</sup>

*CS* es el excedente de los usuarios, definido por la diferencia entre su disposición a pagar y lo que pagan realmente,

*OS* es el excedente de los propietarios del factor *capital*, esto es, la diferencia entre sus ingresos y costes variables,

*RS* es el excedente de los propietarios del factor *tierra*, o la diferencia entre su remuneración menos su coste de oportunidad,

*LS* es excedente de los dueños del factor *trabajo*, también definida por la diferencia entre la remuneración del trabajo menos su coste de oportunidad,

*GS* es el excedente de los contribuyentes o recaudación impositiva menos gasto público en relación con el proyecto, y

---

<sup>28</sup> En este caso los pagos o transferencias que se realizan los agentes unos a otros sí resultan relevantes ya que determinan el tamaño final de la renta percibida por cada uno de ellos.

$ES$  es el excedente de otros agentes sociales o valor económico de los efectos externos.

De acuerdo con **Campos y Betancor (2017)**, los cambios en el bienestar social de un proyecto ( $\Delta SW$ ) que afecta a dos países (A y B) en sus mercados primarios (P) y secundarios (S) puede computarse como:<sup>29</sup>

$$\Delta SW = \Delta SW_A + \Delta SW_B = [\Delta SW_A^P + \Delta SW_A^S] + [\Delta SW_B^P + \Delta SW_B^S] \quad (8)$$

donde:

$$\begin{aligned} \Delta SW_A^P &= \Delta CS_A^P + \Delta OS_A^P + \Delta RS_A^P + \Delta LS_A^P + \Delta GS_A^P + \Delta ES_A^P \\ \Delta SW_A^S &= \Delta CS_A^S + \Delta OS_A^S + \Delta RS_A^S + \Delta LS_A^S + \Delta GS_A^S + \Delta ES_A^S \\ \Delta SW_B^P &= \Delta CS_B^P + \Delta OS_B^P + \Delta RS_B^P + \Delta LS_B^P + \Delta GS_B^P + \Delta ES_B^P \\ \Delta SW_B^S &= \Delta CS_B^S + \Delta OS_B^S + \Delta RS_B^S + \Delta LS_B^S + \Delta GS_B^S + \Delta ES_B^S \end{aligned}$$

Para la evaluación del proyecto de construcción del túnel de Agua Negra, la información disponible aconseja agrupar los excedentes de los dueños de los factores de producción en el concepto de *excedente del productor* de los servicios de transporte e infraestructura ( $PS$ ) tal que:  $PS = OS + RS + LS$ . Además, inicialmente, el análisis se centrará en los mercados primarios,<sup>30</sup> es decir en los componentes siguientes, donde los países A y B se refieren, a partir de este momento, a Argentina y Chile, respectivamente:

$$\begin{aligned} \Delta SW_A^P &= \Delta CS_A^P + \Delta PS_A^P + \Delta GS_A^P + \Delta ES_A^P \\ \Delta SW_B^P &= \Delta CS_B^P + \Delta PS_B^P + \Delta GS_B^P + \Delta ES_B^P \end{aligned}$$

procediendo a continuación a desarrollar cada uno de los componentes de las expresiones anteriores.

---

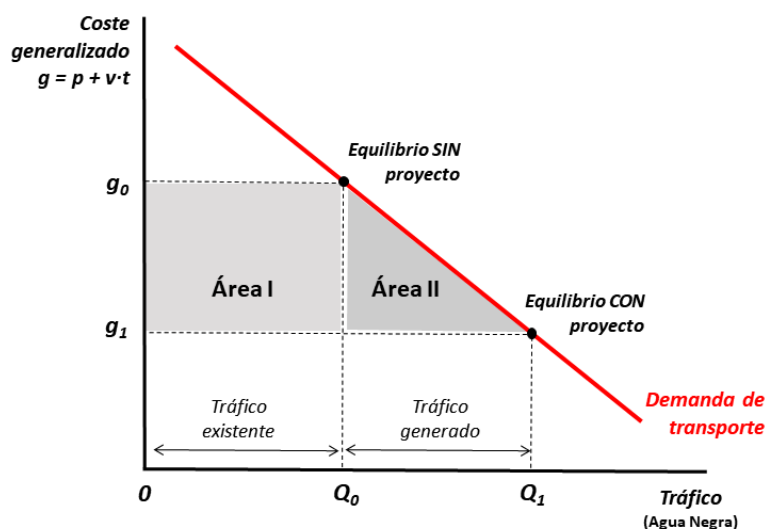
<sup>29</sup> Se asume que no existe doble contabilización, de tal manera que los impactos en mercados secundarios son impactos genuinos.

<sup>30</sup> Véase **Sección 3.4**. El papel de los mercados secundarios. sobre el papel de los mercados secundarios.

### 3.3.1. Cambios en el excedente de los usuarios

El proyecto de construcción de un túnel en el paso de Agua Negra (y la mejora de las rutas de acceso al mismo tanto por el lado argentino como el chileno) afecta en los mercados primarios a tres tipos de usuarios principales: los *pasajeros en vehículos livianos*, los *pasajeros en otro tipo de vehículos* y los *dueños de la carga* transportada en el corredor de transporte analizado.<sup>31</sup> Tras predecir y asignar los tráficos, el cómputo del cambio en el excedente de cada uno de estos tipos de usuarios y nacionalidades se realiza a partir de un análisis tradicional de la demanda de transporte en el paso de Agua Negra, cuya relación inversa con el precio o coste generalizado ( $g$ ) (que incluye los componentes monetarios,  $p$ , y de valor del tiempo de viaje,  $v \cdot t$ ) de los usuarios se representa en la **Figura 10**.

**Figura 10. Demanda de transporte y cambio del excedente de los usuarios**



**Fuente:** Adaptado a partir de **De Rus et al. (2006)**.

<sup>31</sup> La falta de información actualizada a 2017 sobre orígenes y destinos hace que en la estimación de los ahorros de distancias y tiempos se asuma que los tráficos que atraviesan el paso recorren la ruta completa desde San Juan hasta Coquimbo, experimentando, por tanto, todas las mejoras en las carreteras de acceso, así como las mejoras asociadas al túnel. Esta es una simplificación que favorece al proyecto. Además, se asume que los tiempos de espera en las respectivas aduanas son los mismos antes y después del proyecto.



Dado que el proyecto conlleva un ahorro de distancias y tiempos de viaje, el equilibrio *con* proyecto implica,<sup>32</sup> frente a la situación *sin* proyecto, una reducción de  $g_0$  a  $g_1$  que afectaría al tráfico existente ( $Q_0$ ) y al generado ( $Q_1 - Q_0$ ) en cada uno de los años de operación del proyecto.<sup>33</sup> De esta manera, para los usuarios incluidos en el *tráfico existente*, el cambio en su excedente vendría dado por el **Área I**, lo que implicaría que:

$$\Delta CS_{\text{existente}} = (g_0 - g_1)Q_0 = (p_o - p_1)Q_0 + v(t_0 - t_1)Q_0$$

donde  $(p_o - p_1)$  se refiere al ahorro en los componentes monetarios del coste generalizado (generalmente, billetes de transporte en autobús y fletes para la carga y, en el caso de los vehículos livianos, los costes de operación para sus propietarios),<sup>34</sup> mientras que  $(t_0 - t_1)$  es el tiempo ahorrado, que se multiplica por su valor monetario,  $v$ . Estas mismas expresiones se aplicarían al tráfico generado, definido por el **Área II** como:

$$\Delta CS_{\text{generado}} = \frac{1}{2}(g_0 - g_1)(Q_1 - Q_0) = \frac{1}{2}[(p_o - p_1)(Q_1 - Q_0) + v(t_0 - t_1)(Q_1 - Q_0)]$$

Finalmente, en el caso del *tráfico desviado* ( $Q_D$ ), la expresión correspondiente sería

$$\Delta CS_{\text{desviado}} = (g'_0 - g_1)Q_D = (p'_o - p_1)Q_D + v(t'_0 - t_1)Q_D$$

donde  $g'_0$ ,  $p'_o$  y  $t'_0$  se refieren a los respectivos valores en el mercado de procedencia (el paso de Cristo Redentor).

---

<sup>32</sup> Las situaciones *con* y *sin* proyecto se denotan respectivamente con los subíndices 1 y 0.

<sup>33</sup> El tráfico desviado no se representa en la **Figura 10** ya que su precio generalizado ( $g'_0$ ) correspondería a otro mercado (el del paso de Cristo Redentor).

<sup>34</sup> Los costes de operación de los vehículos se calculan en función de la distancia recorrida y el tipo de superficie.

El **Cuadro 7** resume los parámetros concretos utilizados para computar cada una de las expresiones anteriores, incluyendo aquellos que – por existir cierta incertidumbre sobre su valor real – se han modelizado como variables aleatorias. Todos los valores monetarios se expresan en dólares de 2017.

**Cuadro 7. Principales parámetros en el cálculo de los excedentes de los usuarios**

COSTES DE OPERACIÓN DE LOS VEHÍCULOS LIVIANOS (USD, 2017)		
<b>Costes sin proyecto (por vehículo y km)</b>		Los datos proceden del estudio <b>BID-IIRSA (2012)</b> .  Los costes operativos incluyen combustibles, repuestos, impuestos, etc. Se ha considerado que la superficie sin pavimentar corresponde a ripio montañoso, y la pavimentada a pavimento montañoso. Los valores originales del estudio han sido actualizados a 2017 teniendo en cuenta el tipo de cambio y la inflación de cada país.
Usuarios argentinos	0.222	
Usuarios chilenos	0.317	
<b>Costes con proyecto (por vehículo y km)</b>		
Usuarios argentinos	0.182	
Usuarios chilenos	0.257	
DISTANCIAS EN EL CORREDOR SAN JUAN-COQUIMBO (en kms)		
<b>Distancia sin proyecto</b> <sup>35</sup>	665	Distancia total antes de 2014.
<b>Distancia con proyecto</b>		
Entre 2015 y 2026 (apertura RN 150)	505	Distancia actual (2017)
A partir de 2026 (apertura túnel y RN 41 CH) *	400	Distribución triangular 350 y 450 kms (con promedio 400 kms)
<b>Distancia ahorrada por el tráfico desviado</b>	200	Distribución triangular 100 y 300 kms (con promedio 200 kms).
AHORROS DE TIEMPO DE VIAJE EN EL CORREDOR SAN JUAN-COQUIMBO (en horas)		
<b>Tráfico existente y generado (2015-2026) *</b>	3	Distribución triangular 2 y 6 horas (con promedio 3 horas)
<b>Tráfico existente y generado (a partir de 2026)*</b>	7	Distribución triangular 6 y 8 horas (con promedio 7 horas)
<b>Tráfico desviado (a partir de 2027)*</b>	3	Distribución triangular 2 y 6 horas (con promedio 3 horas)
VALOR DEL TIEMPO DE VIAJE (USD, 2017)		
<b>Viajeros (por hora y persona)</b>		Los datos proceden del estudio <b>BID-IIRSA (2012)</b> .  Los valores originales del estudio han sido actualizados a 2017 teniendo en cuenta el tipo de cambio y el crecimiento del PIB per cápita de cada país.
Argentinos	0.997	
Chilenos	2.740	
<b>Dueños de carga (por hora y tonelada)</b>		
Argentinos	0.004	
Chilenos	0.011	

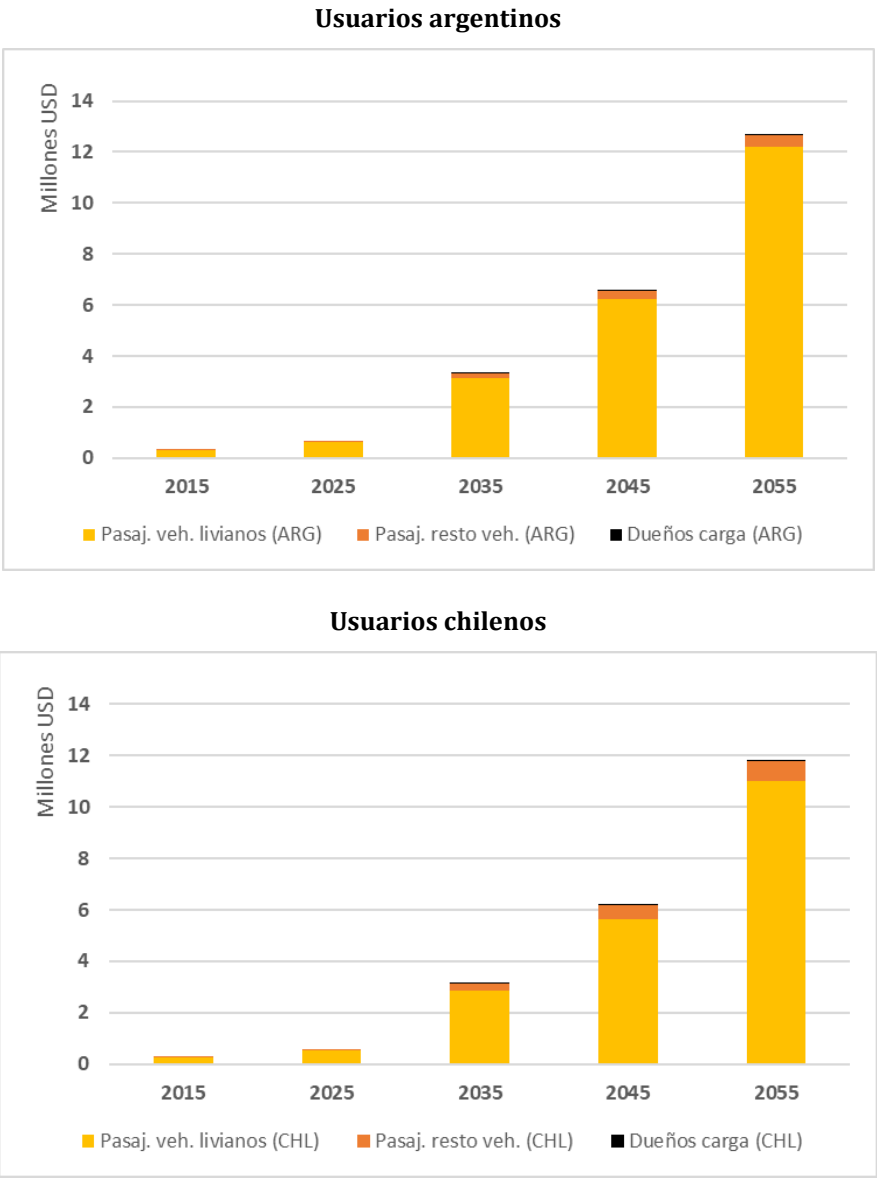
Los valores señalados con \* corresponden a tasas aleatorias.

---

<sup>35</sup> La situación *sin proyecto* se refiere a antes de 2014, esto es, sin las mejoras realizadas en la RN150, las cuales supusieron un ahorro de 160 kms y donde solo un 50% del corredor estaba pavimentado. Entre 2015 y 2026, un 70% de la ruta estará pavimentada, aumentando al 100%, a partir de 2026 (tras la apertura del túnel). Se desconocen los kilómetros ahorrados tras las mejoras en la RN41, por lo que se modelizan como una variable aleatoria, al igual que la distancia ahorrada (en promedio) por el tráfico desviado desde Cristo Redentor.

Finalmente, con efectos puramente ilustrativos, la **Figura 11** muestra los valores medios (sin actualizar) de los cambios en los excedentes de los tres tipos de usuarios, por nacionalidad. La mayoría de los beneficios del proyecto corresponden a los pasajeros en vehículos livianos.

**Figura 11. Valores promedios de los cambios en los excedentes de los usuarios**



**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3.2. Cambio en el excedente de los productores

Dentro de los mercados primarios de transporte hay tres grupos principales de productores que se ven afectados por el proyecto de integración regional del Paso de Agua Negra. En primer lugar, las empresas que producen *servicios de transporte de pasajeros* por carretera trasladando en microbuses y autobuses a pequeños grupos de turistas y otros viajeros. Las limitaciones de la carretera hacen que, en la actualidad, este tráfico sea muy limitado, ocasional y sin líneas regulares. No existe información detallada sobre la nacionalidad de estas empresas por lo que se utilizará como referencia la información recopilada en el **Cuadro 5**. En tal caso los productores de servicios de transporte de pasajeros que transitan desde Argentina hacia Chile son argentinos en un 87% y chilenos en un 13%, mientras que los que lo hacen en sentido contrario son productores argentinos en un 47% y chilenos en un 53%.

El segundo grupo de productores está formado por las empresas o transportistas que prestan *servicios de transporte de carga* entre ambos países. Aunque Chile no forma parte oficialmente de *Mercosur*, su estatus de “Estado asociado” hace que el movimiento de mercancías con Argentina esté parcialmente liberalizado y las empresas de ambos países puedan operar con relativa facilidad. No se trata, sin embargo, de un mercado perfectamente competitivo debido a que persisten barreras y licencias de entrada que conllevan cierto poder de mercado y desequilibrios por parte de los operadores. De hecho, el tráfico observado entre 2005 y 2015 muestra que en el paso de Cristo Redentor (ya que no hay tráfico de carga en Agua Negra), predomina la exportación de mercancías argentinas hacia Chile y que los vehículos de carga que realizan el trayecto de regreso lo hacen con factores de carga mucho menores que los observados en el otro sentido. Esto sugiere que en el transporte de carga entre ambos países predominan los transportistas argentinos. Así, de acuerdo con los datos del **Cuadro 4**, se ha considerado que el 70% de todos los transportistas de mercancías son argentinos y el 30% restante son chilenos.

Finalmente, el tercer grupo de productores estaría integrado por la(s) empresa(s) explotadora(s) de las infraestructuras (carreteras y túnel). Se ha considerado que se trata de

empresas públicas,<sup>36</sup> y que ni en la actualidad ni en el futuro inmediato está previsto el cobro de peajes en las mismas.

Una vez definidos estos tres grupos de agentes, y siguiendo de nuevo a **De Rus et al. (2006)**, se tiene que el *cambio en el excedente de los productores* ( $\Delta PS = PS_1 - PS_0$ ), para cada uno de ellos viene dado por la diferencia entre ingresos y costes variables en las situaciones *con* y *sin* proyecto:

$$\Delta PS = (I_1 - C_1) - (I_0 - C_0) = (p_1 - c_1)Q_1 - (p_0 - c_0)Q_0$$

donde  $p$  se refiere al precio pagado por los clientes (ingreso medio, en el transporte de viajeros o flete por tonelada, para las mercancías),  $c$  es el coste variable unitario (principalmente asociado a los costes de operación de los vehículos en los servicios de transporte) y  $Q$  sería la demanda correspondiente a cada grupo, asignada según la nacionalidad de la empresa. Para el caso de la explotación de las infraestructuras, dado que se considera que no hay peajes, el cambio en el excedente del productor viene dado por el ahorro de costes de operación y mantenimiento,  $c_0 - c_1$ ,<sup>37</sup> los cuales se asignan por nacionalidad según los kilómetros de vía correspondientes a cada país.

Finalmente, los parámetros que se han utilizado para realizar las estimaciones del modelo a partir de estas expresiones se resumen en el **Cuadro 8**, donde los valores monetarios se expresan en dólares de 2017.

---

<sup>36</sup> Esto hace que su análisis se pudiera incluir, de forma alternativa, dentro del *excedente de los contribuyentes*, en la siguiente sección. Se ha optado por mantenerlo aquí atendiendo a la naturaleza económica (productor) de los agentes y a la posibilidad de que las carreteras o el túnel se concesionaran a operadores privados.

<sup>37</sup> Nótese que esta diferencia es negativa dado el incremento de costes de mantenimiento que conlleva la nueva infraestructura.

**Cuadro 8. Principales parámetros en el cálculo de los excedentes de los productores**

INGRESOS Y COSTES DE LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE VIAJEROS (USD, 2017)		
<b>Ingreso medio por vehículo y km</b>		
Productores argentinos	2.284	Los ingresos medios se calculan asumiendo un margen promedio de beneficio del 20% sobre los costes de operación.
Productores chilenos	2.003	
<b>Coste unitario (microbús) por vehículo y km</b>		
Productores argentinos (ripio montañoso)	1.904	Los costes de operación de los vehículos tienen en cuenta el tipo de terreno y se obtienen de <b>BID-IIRSA (2012)</b> .
Productores argentinos (pavimento montañoso)	1.499	
Productores chilenos (ripio montañoso)	1.669	
Productores chilenos (pavimento montañoso)	1.274	
INGRESOS Y COSTES DE LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA (USD, 2017)		
<b>Flete medio por vehículo y km</b>		
Productores argentinos	2.556	Los fletes medios se calculan asumiendo un margen promedio de beneficio del 20% sobre los costes de operación.
Productores chilenos	2.195	
<b>Coste unitario (camión) por vehículo y km</b>		
Productores argentinos (ripio montañoso)	2.345	Los costes de operación de los vehículos tienen en cuenta el tipo de terreno y se obtienen de <b>BID-IIRSA (2012)</b> .
Productores argentinos (pavimento montañoso)	1.916	
Productores chilenos (ripio montañoso)	2.004	
Productores chilenos (pavimento montañoso)	1.654	
COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS (USD, 2017)		
<b>Coste de mantenimiento carretera (por km)</b>		
Carreteras argentinas (sin proyecto)	1,500	Los datos proceden de <b>UNSJ (2014)</b> , <b>Aravena et al. (2010)</b> y estimaciones realizadas a partir de los datos disponibles en <a href="http://www.vialidad.cl">www.vialidad.cl</a>
Carreteras argentinas (con proyecto)	2,800	
Carreteras chilenas (sin proyecto)	1,000	Estos costes se han ajustado para reflejar costes sociales aplicando el mismo factores de corrección utilizado en las inversiones (tasa de corrección de 0.78, véase sección siguiente)
Carreteras chilenas (con proyecto)	2,400	
<b>Coste anual mantenimiento túnel (total) (mill.)</b>	<b>10.5</b>	

Ante la dificultad de obtener información precisa sobre los precios de los servicios de transporte de viajeros y de los fletes realmente cobrados, se ha optado por calcularlos a partir de un margen promedio de beneficios que puede modelizarse, a su vez, como una variable aleatoria.<sup>38</sup> Con respecto a los costes de mantenimiento de las carreteras, existen también numerosas divergencias en las fuentes consultadas, por lo que los valores

<sup>38</sup> La información disponible sobre estos epígrafes en los estudios previos es mínima, basándose en encuestas o estimaciones de los autores de cada uno de dichos estudios. Los datos del **Cuadro 8** son compatibles con algunas estimaciones previas en la literatura (véase, por ejemplo, **Alvear y Rodríguez, 2006**).

finalmente utilizados constituyen un promedio de las observaciones más actuales obtenidas de los respectivos departamentos de vialidad de Argentina y Chile.

### *3.3.3. Cambio en el excedente de los contribuyentes*

En el enfoque de evaluación socioeconómica basado en el cambio en los excedentes, el término *contribuyente* hace referencia en última instancia a los ingresos y costes que afronta el sector público en relación al proyecto. En el caso del paso de Agua Negra, este epígrafe incluye fundamentalmente los costes de inversión del proyecto, que serán afrontados por los respectivos gobiernos de Argentina y Chile, con la participación del *Banco Interamericano de Desarrollo* como entidad prestamista de los fondos.

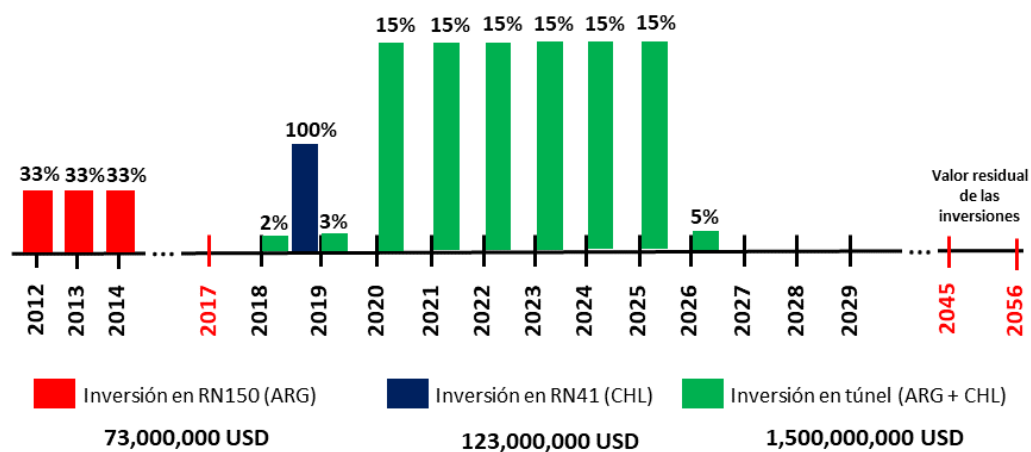
Tal como se ha indicado anteriormente, y de acuerdo con la última información publicada por EBITAN ([www.ebitan.org](http://www.ebitan.org)), el presupuesto de construcción del túnel se estima en 1.288.246.000 dólares de 2017, cifra que ascendería a 1.500.000.000, con la inclusión de los impuestos. Este importe sería financiado en un 72% por Argentina y en un 28% por Chile, de acuerdo con la proporción de cada territorio afectada por la obra. La principal partida incluida en este total es la obra civil, que abarca ambos portales, la perforación de los túneles y galerías auxiliares, las obras externas y las instalaciones. También deben añadirse los costes de las instalaciones y de puesta en marcha, si bien estos dos últimos representan menos de un 5% del total. Si la obra comienza en 2018, las principales fases de la misma serían las siguientes:

- Fase 1 (2018): Proyecto ejecutivo y solución constructiva detallada con especificación de procedimientos, técnicas, materiales y equipos.
- Fase 2 (2019): Trabajos previos de preparación y medidas de protección de riesgos naturales, construcción de los edificios e instalación de equipos.
- Fase 3 (2019-2020): Excavación y sostenimiento de los portales y preparación de los frentes de ataque para el subterráneo.
- Fase 4 (2020-2025): Excavación y revestimiento de los túneles y obras anexas. Ejecución de las obras interiores.

- Fase 5: (2026): Pavimentación de la calzada y realización de las instalaciones electromecánicas y auxiliares. Verificación técnica y puesta en servicio,

lo cual daría lugar, aproximadamente a una distribución temporal de los costes de inversión como la reflejada en la **Figura 12**. Con respecto a los otros dos componentes del proyecto de integración regional analizado, la inversión argentina de mejora en la RN150 asciende (con impuestos) a 73 millones de dólares de 2017, que se considera fueron ejecutados a partes iguales entre los años 2012 y 2014. La inversión de mejora de la RN41, prevista a partir de 2019 se ha imputado en su totalidad a dicho año, al no disponerse de información más detallada de este proyecto.

**Figura 12. Importe y distribución temporal de las inversiones del proyecto (USD, 2017)**



**Fuente:** Elaboración propia.



Tres elementos finales deben considerarse con relación al cómputo de los cambios en los excedentes de los contribuyentes. El primero se refiere al análisis de los impuestos y subvenciones vinculados al proyecto que pudieran aumentar o disminuir los ingresos del sector público. Así, este puede incrementar su recaudación directa e indirecta como resultado del proyecto y también, subvencionar determinados servicios de transporte. En cuanto al incremento de recaudación directa esta se asocia al aumento de producción de servicios de transporte si estos suponen que las empresas obtengan un mayor beneficio. De modo similar, puede aumentar la recaudación indirecta si los productores aumentan su facturación. No obstante, la falta de información detallada al respecto impide la inclusión de este componente en la evaluación, por lo que asumiremos que el posible aumento de recaudación fiscal será compensado por el posible aumento de subvenciones destinadas a estos mismos operadores.

El segundo elemento es el valor residual de las inversiones, que debe considerarse como un “ingreso” proporcional a la vida útil restante de los activos, computable al final del horizonte de evaluación. La experiencia internacional en evaluación de proyectos viales vincula el valor residual al grado de mantenimiento de las carreteras y a su intensidad de uso real. En el caso del proyecto de Agua Negra, la mayoría de los estudios previos han utilizado una tasa de entre el 70% y 80% de la inversión, por lo que se considera un valor razonable el de un 75%, a partir de los 30 años de entrada en servicio. Nótese que este supuesto es favorable al proyecto, y consistente con niveles de mantenimiento altos.

Finalmente, los costes de inversión deben corregirse para reflejar los costes de oportunidad de los recursos aplicados al proyecto (especialmente los del factor trabajo). Así, la literatura sugiere utilizar factores para corregir los precios de mercado y llevarlos a precios sociales para distintos tipos de mano de obra. Tanto Argentina como Chile disponen de estos factores para la mano de obra cualificada, semi-cualificada y no cualificada, aunque para aplicarlos se requiere mayor información sobre la composición de los costes de inversión y del peso de la mano de obra por tipología. A falta de este detalle en la información se ha optado por aplicar un único factor promedio de ajuste de 0.78 para el coste total (impuestos incluidos) de inversión y mantenimiento de la infraestructura. Asimismo se considera un tipo de cambio

social igual a 1.00 para las conversiones de moneda local, si bien esto tiene pocos efectos ya que la mayoría de los cálculos se realizan directamente en dólares.<sup>39</sup>

#### *3.3.4. Cambio en el excedente del resto de la sociedad*

Este componente de la evaluación busca incorporar el valor de los impactos de los efectos externos del proyecto. En este caso se trata básicamente de impactos medioambientales y aquellos derivados de los accidentes.

En el pliego de licitación de la obra del paso de Agua Negra se indica que se llevó a cabo un estudio de impacto ambiental (EIA) de las distintas fases de la obra y de su posterior operación y mantenimiento (ciclo de vida del proyecto completo) conforme a las normas argentinas y chilenas. Se consideraron impactos sobre el medio físico y biótico que incluyeron: clima, calidad del aire, geología, geomorfología, geotecnia, suelos, hidrología, hidrogeología, glaciares, flora, fauna silvestre, ecosistemas, patrimonio natural y áreas naturales protegidas. Asimismo se consideraron en el análisis aspectos relacionados con comunidades nativas. Como resultado se implementaron una serie de medidas correctoras y de monitorización ambiental.

Sin embargo, es bien conocido que un incremento de la actividad de transporte implica mayores impactos negativos sobre el medioambiente,<sup>40</sup> especialmente en términos de contaminación del aire, calentamiento global y ruido. Existe asimismo un mayor conocimiento sobre los impactos de la propia construcción de la infraestructura, y acerca de la necesidad de contemplar todo el ciclo de vida de los proyectos, incorporando el efecto de la provisión y disposición de la infraestructura, los vehículos y la energía requerida. Así **Chester y Horvath (2009)** señalan, en el caso de la carretera, que los mayores impactos medioambientales se producen en la fase de operación de los servicios, aunque de

---

<sup>39</sup> No se han realizado más ajustes similares, como la posible corrección del coste de oportunidad de los fondos públicos ni de los costes de operación de los vehículos.

<sup>40</sup> Salvo desvíos de tráfico desde otros modos de transporte más contaminantes o cambios de tecnología.

considerarse todo el ciclo del proyecto, las emisiones adicionales sobre la fase de operación serían del orden de un 63% mayor.

Para el proyecto que nos ocupa no se dispone de valores monetarios que permitan aproximar tales impactos, y por tanto no se incorporarán a esta evaluación. Sin embargo, el resultado de la evaluación deberá hacerse en el contexto general de impactos medioambientales que se anticipan negativos.

Por otra parte, también podemos anticipar impactos positivos en relación a una probable reducción en el número de accidentes. Sobre este aspecto, el informe **MOP-Chile (2009)** es de los pocos estudios que reporta tasas de accidentalidad específicas para la región de Coquimbo. Las tasas distinguen por tipo de vía y tipo de accidente, destacando la mayor accidentalidad, con diferencia (4,76 accidentes por cada 10 millones de veh-km), en el caso de volcaduras en pistas no pavimentadas. Este dato nos permite suponer que los accidentes, y consecuentemente las víctimas y los costes asociados, se reduzcan con el proyecto, siendo una fuente adicional de beneficios del proyecto que sin embargo no se ha podido estimar por falta de datos detallados sobre los mismos en términos de personas afectadas y costes de los accidentes.

### **3.4. El papel de los mercados secundarios**

Tal como se indica en **Campos y Betancor (2017)**, las evaluaciones tradicionales de proyectos desde la perspectiva del análisis coste beneficio, suelen concentrarse en la estimación de los impactos sobre el mercado primario (donde tiene lugar el proyecto), siendo frecuente asumir que los mercados secundarios (los relacionados con el primario y resto de la economía) son perfectamente competitivos, sin fallos de mercado ni distorsiones.

Al mismo tiempo su inclusión en el análisis, especialmente en el caso de los efectos económicos adicionales (*wider economic impacts* o *WEIs*), se encuentra sometida a amplia discusión, con metodologías aplicadas para su estudio que comprenden tanto modelos micro como modelos macro, todos ellos con ventajas e inconvenientes.

**Betancor et al (2016)** desarrollan una metodología de *screening* de proyectos que busca facilitar la tarea del evaluador apuntando que – aunque su estudio esté justificado desde el punto de vista teórico (imperfecciones de mercado, distorsiones, etc.) – queda por determinar si el esfuerzo está justificado, por lo que conviene hacer un *screening* previo de los proyectos. Para ello se proponen primero los siguientes cuatro criterios y, a continuación, se aplican al proyecto del paso de Agua Negra:

- Objetivo del organismo que financia: determinar si hay interés en ilustrar cuáles son los cambios ocurridos en los mercados secundarios ya que con ello se facilita la financiación del proyecto.
- Naturaleza del proyecto: determinar si el tipo de proyecto se asocia a determinados impactos como pueden ser las economías de aglomeración.<sup>41</sup>
- Robustez de estimaciones de efectos directos, o criterio de prudencia que aconseja no entrar en el análisis de mercados secundarios a menos que se disponga de un estudio robusto previo de efectos en los mercados primarios, por tratarse generalmente de los efectos de mayor entidad.
- Revisión de efectos indirectos y WEIs, tipos de efectos, signo esperado y relevancia.

En el caso concreto de Agua Negra se espera que el proyecto de integración regional incremente los flujos de tráfico de pasajeros y carga, y en mayor medida desde Argentina hacia Chile. Se anticipan que estos pasajeros harán uso de los servicios turísticos a ambos lados de la frontera, especialmente en el área de Coquimbo. A su vez, las cargas transportadas acudirán a mercados finales en los que concurren demandantes y oferentes de los bienes transportados. Todos estos mercados experimentarán muy probablemente aumentos en sus

---

<sup>41</sup> El proyecto del paso de Agua Negra guarda especial relación con los impactos en mercados finales de mercancías y mercados finales de servicios turísticos.

niveles de bienestar, que sin embargo ya hemos contabilizado al medir los cambios de bienestar en los mercados primarios.<sup>42</sup>

Por ejemplo, se ha estimado el impacto del proyecto sobre el bienestar de los usuarios argentinos, que en su mayoría tienen como destino la ciudad de Coquimbo. Allí es muy probable que hagan uso de servicios turísticos (por ejemplo, alojamientos, restaurantes, etc.) en mercados finales donde operan productores chilenos. Como se ha indicado, no podemos contabilizar ambos efectos por tratarse de doble contabilización desde el punto de vista del total de la región. Sin embargo, puede ser de utilidad señalar que este impacto se produce por ser de relevancia para Chile, pudiendo determinar el resultado de la negociación. De modo similar ocurre con el flujo de turistas chilenos hacia Argentina, o con los flujos de carga en ambos sentidos y su impacto en los mercados finales.

En resumen, y al contrario que algunos de los estudios previos, los impactos en mercados secundarios no se incorporan a la evaluación realizada en este documento por tratarse muy probablemente de doble contabilización, aunque la estimación correspondiente obtenida en los mercados primarios puede resultar muy útil para indicar el signo esperado de tales cambios con perspectiva de cada país individual.

---

<sup>42</sup> Véase la **Sección 5.3 de Campos y Betancor (2017)** para una discusión más detallada.

## 4. Resultados de la evaluación

### 4.1. Determinación del valor actual neto del proyecto

Una vez definidos y calculados los distintos componentes que determinan los cambios en los excedentes de los agentes económicos afectados por el proyecto durante cada uno de los años de funcionamiento del mismo, el último paso de la evaluación consiste en compararlos, homogeneizándolos temporalmente a un único año de referencia. Como ya se ha indicado, el horizonte de evaluación considerado es el siguiente:

- para las obras de mejora en la RN 150 por parte de Argentina, la inversión se ejecuta entre 2012 y 2014, y el proyecto comienza a estar operativo en 2015, computándose su valor residual en 2045, 30 años más tarde,
- el período de ejecución de las obras del túnel de Agua Negra abarca desde 2018 a 2026, comenzando a operar el año siguiente (2027), computándose el valor residual en 2057, y
- las obras de mejora de la RN41 en Chile, sobre cuyas características técnicas existe mayor incertidumbre, se considera que comienzan en 2019 con inicio de operaciones en 2027, de nuevo con 30 años de vida útil a efectos de la evaluación.

Todos estos flujos de beneficios y costes expresados en dólares del año 2017, se descuentan asimismo al año 2017 para determinar el VAN del proyecto. Se utiliza como referencia una tasa de descuento única del 12%, habitual en las evaluaciones económicas realizadas por el BID.<sup>43</sup>

---

<sup>43</sup> Cada país suele usar una tasa diferente, siendo la de Chile inferior a la de Argentina. Véase **Campos et al. (2015)**, para una discusión detallada sobre la posibilidad de usar tasas alternativas.

El **Cuadro 9** presenta de forma desagregada estos cálculos distinguiendo no solo el tipo de usuario sino su nacionalidad, una contribución particularmente útil – en relación a estudios anteriores –resultante de la metodología propuesta por **Campos y Betancor (2017)**.

**Cuadro 9. Resultados: VAN de los cambios de los excedentes**

<b>Moneda y año de referencia:</b>	<b>US dólares 2017</b>
<b>Tasa de descuento:</b>	<b>12%</b>
<b>Año de descuento:</b>	<b>2017</b>
<b>CAMBIOS EN LOS EXCEDENTES DE LOS USUARIOS</b>	
Pasajeros <b>argentinos</b> en vehículos livianos	15.187.300
Pasajeros <b>chilenos</b> en vehículos livianos	13.456.477
Pasajeros <b>argentinos</b> en otros vehículos	518.036
Pasajeros <b>chilenos</b> en otros vehículos	704.963
Dueños de carga <b>argentinos</b>	19.433
Dueño de carga <b>chilenos</b>	12.801
<b>Total todos los usuarios</b>	<b>29.899.010</b>
<b>Total usuarios argentinos</b>	<b>15.724.769</b>
<b>Total usuarios chilenos</b>	<b>14.174.241</b>
<b>CAMBIOS EN LOS EXCEDENTES DE LOS PRODUCTORES</b>	
Productores <b>argentinos</b> de transporte de viajeros	336.560
Productores <b>chilenos</b> de transporte de viajeros	133.258
Productores <b>argentinos</b> de transporte de mercancías	3.933.866
Productores <b>chilenos</b> de transporte de mercancías	1.521.421
Productores <b>argentinos</b> de infraestructura	-24.221.540
Productores <b>chilenos</b> de infraestructura	-11.613.450
<b>Total todos los productores</b>	<b>-29.909.885</b>
<b>Total productores argentinos</b>	<b>-19.951.114</b>
<b>Total productores chilenos</b>	<b>-9.958.771</b>
<b>CAMBIOS EN LOS EXCEDENTES DE LOS CONTRIBUYENTES</b>	
Contribuyentes <b>argentinos</b>	-542.448.869
Contribuyentes <b>chilenos</b>	-253.721.331
<b>Total contribuyentes</b>	<b>-796.170.200</b>
<b>TOTAL TODOS LOS AGENTES</b>	<b>-796.181.076</b>
<b>TOTAL TODOS LOS AGENTES ARGENTINOS</b>	<b>-546.675.215</b>
<b>TOTAL TODOS LOS AGENTES CHILENOS</b>	<b>-249.505.861</b>

Como puede observarse, en términos de su evaluación económica, el resultado final del proyecto es claramente negativo, lo cual coincide con las valoraciones ya realizadas en **MOP Chile (2009, 2013)**, y que estaban centradas en el proyecto del túnel sin incluir la demanda potencial del corredor Porto Alegre-Coquimbo (como se hacía, por el contrario, en **UNSJ, 2014**, o en **UCN, 2016**, de difícil estimación). Aunque se constata la existencia de ganancias notables para los usuarios de la nueva vía (tanto argentinos como chilenos), así como para los productores de servicios de transporte de viajeros y de mercancías de ambos países, el signo negativo se explica fundamentalmente por la magnitud de la inversión y los elevados costes de mantenimiento de la misma. Como ya se ha señalado, factores adicionales como el impacto medioambiental podrían incrementar el coste social del proyecto (efecto negativo), aunque las mejoras en seguridad y accesibilidad (efecto positivo) lo reducirían.

A pesar de estos resultados, un elemento muy útil derivado del cuadro anterior, y que se presenta con mayor detalle en el **Cuadro 10**, es la distribución final de las ganancias (o pérdidas) relativas de cada grupo de agentes por nacionalidad. Además, y aunque en este caso de estudio resulta extremadamente sencillo (debido a la definición de las alternativas  $X_i$  como “no hacer nada”),<sup>44</sup> este cuadro también permite disponer (en términos de su comparación con el *proyecto Z*) de una primera distribución de los efectos de integración asociados a la construcción del túnel de Agua Negra.

Así, es interesante observar que pese a que la inversión final en el túnel se reparte de forma asimétrica entre Argentina y Chile (72%-28%), los beneficios obtenidos por los usuarios de ambas nacionalidades son muy similares en importe, debido a la compensación que se produce por los diferentes valores del tiempo de viaje en cada país.<sup>45</sup> Las ganancias en el caso de la carga son muy reducidas debido a que las proyecciones sobre esta categoría de

---

<sup>44</sup> Véase la discusión realizada en la **Introducción**. En otros casos de estudio, sería posible comparar el proyecto *Z* con cada una de las alternativas de inversión desde el punto de vista nacional,  $X_i$ .

<sup>45</sup> Nótese que estas diferencias pueden deberse a diferencias en los niveles de renta o también al tipo de metodología aplicada para estimar los valores del tiempo correspondientes.



tráfico son limitadas, aunque esto no significa, lógicamente, que la construcción del túnel no tenga efectos notables sobre el transporte regional de mercancías (en comparación con la situación actual). No ocurre lo mismo con respecto a las posibles ganancias de las empresas, donde parece que el proyecto beneficia más a los exportadores argentinos de mercancías y a los transportistas chilenos de viajeros, si bien estas magnitudes dependen críticamente de la predicción del tráfico generado en Agua Negra tras la construcción del túnel y se ven contrarrestadas por los efectos negativos del mantenimiento de las infraestructuras.

**Cuadro 10. Desagregación final de cambios de bienestar del proyecto**

	Argentina	Chile	Ambos países
<b><u>Proyecto X<sub>i</sub></u></b>	0	0	0
<b><u>Proyecto Z</u></b>			
Usuarios	+15.724.769 (52%)	+14.174.241 (48%)	+29.899.010 (100%)
Productores	-19.951.114 (70%)	-9.958.771 (30%)	-29.909.885 (100%)
Contribuyentes	-542.448.869 (68%)	-253.721.331 (32%)	-796.170.200 (100%)
<b>TOTAL</b>	<b>-546.675.215 (68%)</b>	<b>-249.505.861 (32%)</b>	<b>-796.181.076 (100%)</b>

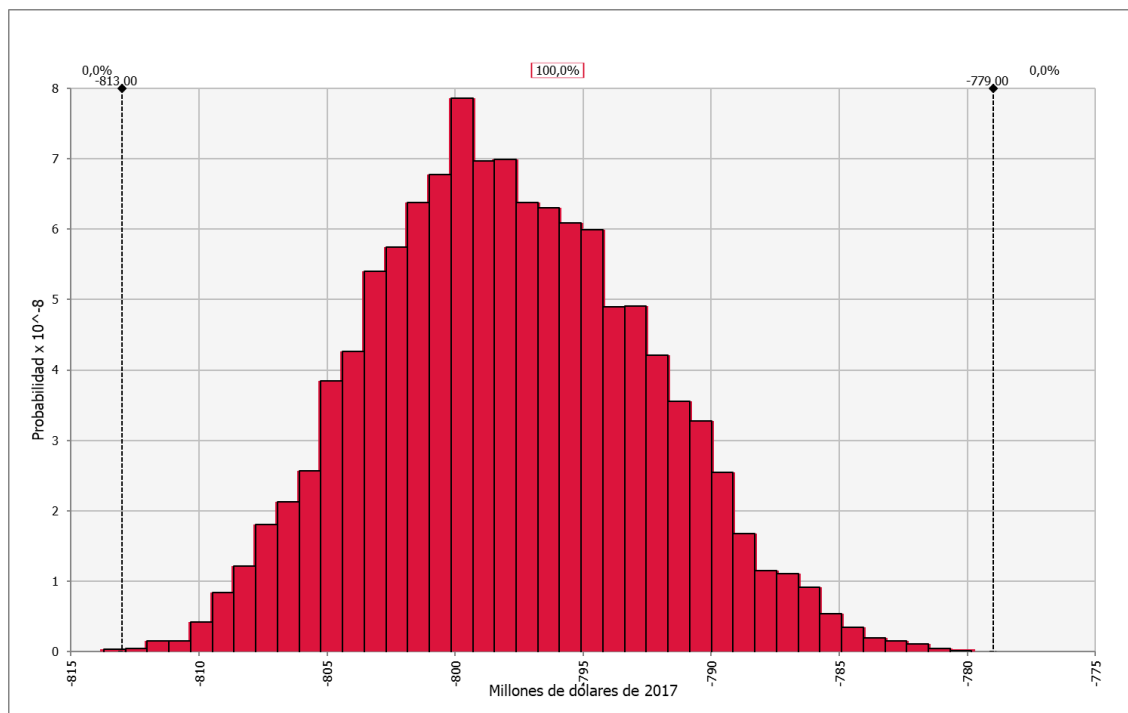
Valores descontados a 2017 y expresados en dólares de 2017.

Este análisis permite focalizar los esfuerzos políticos y las posibles medidas de compensación entre unos agentes u otros según el interés de los proponentes del proyecto en cada país. Por ejemplo, la importancia de los costes de mantenimiento sugiere que se valore la posibilidad de minimizarlos a través de una gestión conjunta (pública o privada) o de otros mecanismos que generen ahorros en el largo plazo. Igualmente, el impacto negativo sobre los excedentes de los contribuyentes debería conducir a valorar las posibilidades de incrementar los ingresos (por ejemplo, a través de peajes) o incluso a revisar o re-periodificar algunas inversiones.

## 4.2. Los efectos de la incertidumbre

Existen numerosos componentes de la evaluación que están afectados por la incertidumbre, ya sea por la imposibilidad de acceder a datos fidedignos, como por la propia variabilidad natural de los mismos. La incertidumbre condiciona, entre otras, las tasas de crecimiento del tráfico, la asignación del mismo entre países y algunos elementos de costes. Utilizando procedimientos de Montecarlo para simular estos valores, el VAN se convierte entonces en una variable aleatoria con su propia distribución de probabilidad.

**Figura 13. Distribución de probabilidad del VAN agregado**



La **Figura 13** muestra tal distribución de acuerdo con los parámetros utilizados en la presente evaluación. Se ha obtenido realizando 10,000 simulaciones del modelo, estableciendo las correlaciones y ajustes necesarios en las variables simuladas. El valor medio obtenido para el VAN es de -797 millones de dólares, con una desviación estándar de 5.3 millones. Aunque este análisis puede utilizarse para determinar el margen de confiabilidad de la evaluación, en este caso incluso dentro de un intervalo de confianza del 100% el proyecto siempre genera resultados no satisfactorios.

## 5. Conclusiones

El objetivo principal de este documento es mostrar cómo puede abordarse la evaluación de proyectos con efectos sobre la integración regional adaptando las técnicas de análisis coste-beneficio tradicional al método propuesto en el documento elaborado por **Campos y Betancor (2017)** para el *Banco Interamericano de Desarrollo*.

Una de las contribuciones más importantes de dicha metodología es que el enfoque de la evaluación debe cambiarse desde el principio: la sociedad de referencia con respecto a la cual se cuantifican los cambios en el bienestar ya no está formada por (los residentes en) un solo país, sino en dos o más, que conforman la *región* a la que afecta el proyecto. Esta definición más amplia de la sociedad obliga a desagregar los beneficios y costes de acuerdo con la nacionalidad de los agentes, de forma que resulte visible quiénes son y dónde están los “ganadores” y “perdedores”. Además, para facilitar la identificación de los efectos de la integración debe compararse el proyecto que incluya tales efectos (denominado *proyecto Z*) con cada una de las *i* alternativas nacionales correspondientes (proyectos  $X_i$ , o simplemente, *X* e *Y*, cuando solo hay dos países). El enfoque del cambio en los excedentes resulta finalmente la mejor manera de identificar y separar todas estas ganancias, pues facilita la vinculación de las mismas a la nacionalidad de los agentes en función de la naturaleza de su participación económica en cada uno de los proyectos (usuarios, productores, contribuyentes y resto de la sociedad).

Para la evaluación práctica de la aplicabilidad de estos cambios metodológicos a un caso real, se ha elegido en este documento la construcción de un túnel en el paso fronterizo de Agua Negra, entre Argentina y Chile. El *proyecto Z* consiste precisamente en la ejecución conjunta y puesta en marcha de este túnel *junto* con la mejora de las carreteras de acceso al mismo, tanto en el lado argentino (RN 150) como el chileno (RN 41). Las alternativas *X* e *Y*, desde el punto de vista de cada país por separado, se identifican en este caso con la opción de ‘no hacer nada’, ya que la mejora de tales carreteras está vinculada a la construcción del túnel y no tendrían sentido sin este.

Se trata de un proyecto de importancia estratégica para ambos países, con un elevado volumen de compromiso de inversión, en una zona en la que la demanda actual es – sin embargo – reducida. Es por ello por lo que la predicción de la demanda se convierte en un primer elemento crítico de la evaluación. Los estudios existentes utilizan diferentes procedimientos de estimación, ampliándola incluso al corredor bioceánico Porto Alegre-Coquimbo, algo que resulta ciertamente cuestionable por la dificultad que implica predecir tales impactos con exactitud. En este trabajo se ha optado por una estimación que se centra en el corredor San Juan-Coquimbo, ignorando los efectos sobre mercados secundarios por tratarse muy probablemente de efectos ya contabilizados en los mercados primarios.

Con relación a la asignación de tráficos por nacionalidades, se ha realizado a partir de la información disponible en aduanas, identificándose este elemento como un segundo factor crítico para la evaluación de proyectos con efectos sobre la integración regional. Para el resto de elementos de la evaluación, disponer de parámetros adecuados y fiables de precios, costes, valor del tiempo, etc., (desagregados por nacionalidad) constituye otra parte fundamental de análisis, si bien esto ocurre también en el ACB tradicional.

El resultado obtenido tras computar el valor actual neto, en dólares de 2017, de la suma de los cambios en los excedentes de los usuarios, productores y contribuyentes afectados por el proyecto del túnel de Agua Negra, asciende a un valor negativo de 800 millones de dólares aproximadamente, lo cual es compatible con evaluaciones anteriores basadas en el mismo corredor. No obstante, el análisis realizado muestra que el proyecto beneficia a los usuarios y algunos productores, siendo su elevado coste de inversión y mantenimiento el que conduce al valor negativo. Por no existir información cuantitativa relevante, no se ha incluido en este impacto los efectos medioambientales (cuyo signo esperado es también negativo) ni tampoco los efectos (en este caso, positivos) asociados a las posibles mejoras de seguridad y reducción de accidentes en la vía.

En conclusión, este documento ha mostrado que la metodología propuesta por **Campos y Betancor (2017)** resulta aplicable a la evaluación de proyectos con efectos de integración regional, tanto utilizando datos primarios como a partir de la adaptación de evaluaciones y

datos anteriores. Como en todo análisis coste-beneficio, la validez de sus conclusiones estará siempre condicionada por la calidad de la información de partida.

## Referencias

- Alvear, S. y P. Rodríguez (2006): "Estimación del Costo por Kilómetro de una Empresa de Transporte de Carga en Chile", *Panorama Socioeconómico*, 24(32): 48-57.
- Aravena, A., Martínez, F. y H. Arancibia (2010): *Evaluación proyecto Paso Agua Negra IV Región de Coquimbo. Universidad de Chile, Ingeniería industrial. Diplomado en Evaluación Social de Proyectos.*
- Benavides, J. (2017): *Consultoría de apoyo para la revisión y actualización del estudio de factibilidad económica del programa "Túnel internacional paso de Agua negra".* RG-L1074. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Betancor, O., A. Hernández y M.P. Socorro (2016): "Screening transport projects for the appraisal of wider economic impacts", mimeo, University of Las Palmas de Gran Canaria.
- BID-IIRSA (2012): *Estudio binacional de conectividad entre Argentina-Chile.* ATN/OC-10847-RG Servicios de Consultoría. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Campos, J., T. Serebrisky y A. Suárez-Alemán (2015): *Porque el tiempo pasa: evolución teórica y práctica en la determinación de la tasa social de descuento*, Banco Interamericano de Desarrollo, Nota Técnica IDB-TN-861, Washington DC.
- Campos, J. y O. Betancor (2017): *Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Infraestructura Multinacionales con Efectos sobre la Integración Regional.* Banco Interamericano de Desarrollo. Nota metodológica en apoyo del programa de operaciones de integración del BID.
- Consulbaires e Ingendesa (2004). *Estudio de prefactibilidad técnica en la zona limítrofe del paso de Agua Negra.* Gobierno de Argentina y Gobierno de Chile.
- Chester, M. y Horvath, A. (2009). "Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains". *Environmental Research Letters*, 8, pp. 024008 (8pp).

- De Rus, G. (2010): *Introduction to Cost-Benefit Analysis: Looking for Reasonable Shortcuts*. Edward Elgar. Cheltenham.
- De Rus, G., O. Betancor y J. Campos (2006): *Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- De Rus, G., O. Betancor, J. Campos, J.L. Eugenio-Martín, P. Socorro, A. Matas, J.L. Raymond, M. González-Savignat, R. Brey, G. Nombela y J. Benavides (2010): *Manual de evaluación socioeconómica y financiera de proyectos de transporte*, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Ministerio de Fomento, Madrid.
- MOP-Chile (2009): *Estudio mejoramiento ruta 41-CH, paso Agua Negra, túnel internacional*. Gobierno de Chile. Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Vialidad. Informe fase IV.
- MOP-Chile (2013): *Análisis metodología de evaluación social de proyectos binacionales*. Gobierno de Chile. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Planeamiento.
- UNASUR-COSIPLAN (2016): Ficha de mejoramiento de la RN41 CH - Paso del Agua Negra y de Pavimentación de la RN 150: (tramo Ischigualasto - límite con Chile). Disponible en: [www.iirsa.org](http://www.iirsa.org) (id. proyectos 1104 y 976, respectivamente).
- Universidad Católica del Norte (UCN, 2016). *Estudio de complementariedad económica en torno al Corredor Bioceánico Central Coquimbo–Porto Alegre* (CBC). Proyecto FIC-R BIP 30137688-0 Gobierno Regional - Región de Coquimbo. Chile.
- Universidad Nacional de San Juan (UNSJ, 2014). *Estudio de factibilidad económica del túnel internacional paso de Agua Negra*. Dirección provincial de vialidad. Gobierno de la Provincia de San Juan.