

# ACTUALIZACIÓN PLAN DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA MOP

## Informe Final Metodología General del PDI



Chile, Diciembre de 2009



INECON, Ingenieros y Economistas Consultores S.A.

# ÍNDICE

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES GENERALES DEL PLAN DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA. ...</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Desarrollo del Plan Director de Infraestructura.....</b>	<b>9</b>
2.1.1 <i>Definición de proyectos en temas modelados. ....</i>	<i>10</i>
2.1.2 <i>Definición de proyectos en temas no modelados. ....</i>	<i>10</i>
2.1.3 <i>Integración de proyectos de infraestructura. ....</i>	<i>11</i>
2.1.4 <i>Información considerada. ....</i>	<i>12</i>
<b>2.2 Talleres macrozonales y seminarios talleres regionales 2007-2008-2009.....</b>	<b>13</b>
<b>3. ASPECTOS METODOLÓGICOS GENERALES DE LA MODELACIÓN PARA EL PLAN DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA. ....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Modelo TRANUS de localización de actividades, uso de suelo y transporte.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Elementos utilizados para la modelación. ....</b>	<b>18</b>
3.2.1 <i>Zonificación. ....</i>	<i>19</i>
3.2.2 <i>Categorías de usuarios y modos de transporte.....</i>	<i>25</i>
3.2.3 <i>Período de modelación.....</i>	<i>26</i>
3.2.4 <i>Redes de transporte. ....</i>	<i>26</i>
3.2.5 <i>Antecedentes para el modelo de uso de suelo.....</i>	<i>28</i>
3.2.5.1 <i>Datos de la oferta de producción. ....</i>	<i>28</i>
3.2.5.2 <i>Datos de población. ....</i>	<i>30</i>
3.2.5.3 <i>Datos de empleos. ....</i>	<i>31</i>
3.2.5.4 <i>Datos de hogares y viviendas. ....</i>	<i>31</i>
<b>3.3 Procesos para la calibración del modelo.....</b>	<b>32</b>
3.3.1 <i>Procedimiento general de calibración. ....</i>	<i>32</i>
3.3.2 <i>Ajuste del modelo de transporte.....</i>	<i>33</i>
3.3.3 <i>Ajuste del modelo de usos del suelo. ....</i>	<i>35</i>
<b>4. RESULTADOS GENERALES DE LA CALIBRACIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Resultados generales del modelo de usos de suelo.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 Resultados generales del modelo de transporte. ....</b>	<b>38</b>
<b>5. ASPECTOS METODOLÓGICOS GENERALES DE TEMAS NO MODELADOS. ....</b>	<b>42</b>
<b>5.1 Metodologías y procedimientos para el análisis de los temas no modelados. ....</b>	<b>42</b>
5.1.1 <i>Conectividad a zonas aisladas, en el marco de la equidad territorial. ....</i>	<i>42</i>
5.1.2 <i>Accesos a puertos. ....</i>	<i>45</i>
5.1.3 <i>Análisis de necesidades de by-pass para ciudades y pueblos. ....</i>	<i>49</i>
5.1.4 <i>Visión de la infraestructura portuaria y costera para el 2020. Caletas pesqueras. ....</i>	<i>51</i>
5.1.5 <i>Análisis de circuitos turísticos.....</i>	<i>58</i>
5.1.6 <i>Vialidad no incorporada en la modelación. ....</i>	<i>62</i>
5.1.7 <i>Situación de la infraestructura aeroportuaria.....</i>	<i>69</i>
5.1.7.1 <i>Caracterización de la infraestructura aeroportuaria ....</i>	<i>69</i>
5.1.7.2 <i>Principales proyectos aeroportuarios del MOP.....</i>	<i>72</i>
5.1.7.3 <i>Resultados globales de la modelación aeroportuaria.....</i>	<i>75</i>
5.1.7.4 <i>Proyectos aeroportuarios propuestos en el marco del PDI.....</i>	<i>76</i>
<b>5.2 Infraestructura y recursos hídricos. ....</b>	<b>78</b>
5.2.1 <i>Aspectos generales de los recursos hídricos en Chile.....</i>	<i>78</i>

5.2.1.1	<i>Aguas superficiales.</i>	80
5.2.1.2	<i>Aguas subterráneas.</i>	81
5.2.1.3	<i>Marco institucional y legal de la gestión de recursos hídricos.</i>	82
5.2.1.4	<i>Papel del MOP en el desarrollo futuro de la infraestructura hidráulica.</i>	84
5.2.1.5	<i>Líneas de acción sugeridas en el ámbito de los recursos hídricos.</i>	88
5.2.2	<i>Programa de Agua Potable Rural.</i>	91
5.2.3	<i>Programa de Saneamiento Rural.</i>	94
<b>5.3</b>	<b>Proyectos de Arquitectura</b>	<b>95</b>
<b>5.4</b>	<b>Evaluación Ambiental Estratégica.</b>	<b>97</b>
5.4.1	<i>Síntesis de Factores críticos de decisión del PDI</i>	102
<b>5.5</b>	<b>Antecedentes de cálculo de costos para las inversiones de proyectos no modelados</b>	<b>105</b>
<b>5.6</b>	<b>Resumen de las inversiones propuestas en los temas no modelados</b>	<b>109</b>
<b>6.</b>	<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA...</b>	<b>111</b>
<b>6.1</b>	<b>MODELACIÓN DE ESCENARIOS.</b>	<b>111</b>
6.1.1	<i>Definición de escenarios.</i>	111
6.1.1.1	<i>Escenarios macroeconómicos.</i>	111
6.1.1.1.1	<i>Escenario macroeconómico tendencial.</i>	111
6.1.1.1.2	<i>Escenario macroeconómico optimista.</i>	112
6.1.1.2	<i>Oferta de infraestructura de transporte.</i>	113
6.1.1.2.1	<i>Situación base.</i>	113
6.1.1.2.2	<i>Planes de inversión.</i>	115
6.1.1.3	<i>Identificación de escenarios de modelación.</i>	116
6.1.2	<i>Resultados de la modelación.</i>	116
6.1.2.1	<i>Escenario objetivo normal.</i>	116
6.1.2.1.1	<i>Producción.</i>	117
6.1.2.1.2	<i>Empleos.</i>	118
6.1.2.1.3	<i>Población.</i>	118
6.1.2.1.4	<i>Demanda de transporte.</i>	119
6.1.2.2	<i>Escenario objetivo optimista.</i>	121
6.1.2.2.1	<i>Producción.</i>	121
6.1.2.2.2	<i>Empleos.</i>	122
6.1.2.2.3	<i>Población.</i>	123
6.1.2.2.4	<i>Demanda de Transporte.</i>	124
<b>6.2</b>	<b>Evaluación Económica de Escenarios.</b>	<b>125</b>
6.2.1	<i>Criterios y parámetros de evaluación.</i>	125
6.2.2	<i>Evaluación del escenario objetivo normal.</i>	130
6.2.2.1	<i>Inversiones.</i>	130
6.2.2.2	<i>Beneficios.</i>	130
6.2.2.3	<i>Indicadores de rentabilidad.</i>	131
6.2.3	<i>Evaluación del escenario objetivo optimista</i>	132
6.2.3.1	<i>Inversiones.</i>	132
6.2.3.2	<i>Beneficios.</i>	132
6.2.3.3	<i>Indicadores de rentabilidad.</i>	133
<b>6.3</b>	<b>Evaluación económica de proyectos emblemáticos</b>	<b>133</b>
6.3.1	<i>Evaluación del tren de alta velocidad de pasajeros, tramo: Santiago – Concepción.</i>	134
6.3.1.1	<i>Inversiones.</i>	135
6.3.1.2	<i>Resultados de la Modelación.</i>	136
6.3.1.3	<i>Beneficios sociales e ingresos privados.</i>	137
6.3.1.4	<i>Indicadores de rentabilidad.</i>	138
6.3.1.5	<i>Conclusión preliminar.</i>	138
6.3.2	<i>Construcción puente sobre el Canal de Chacao.</i>	138

6.3.2.1	<i>Inversiones.</i>	139
6.3.2.2	<i>Resultados de la Modelación.</i>	139
6.3.2.3	<i>Beneficios sociales e ingresos privados.</i>	139
6.3.2.4	<i>Indicadores de rentabilidad.</i>	141
6.3.2.5	<i>Conclusión preliminar</i>	141
6.3.3	<i>Evaluación del tren rápido de pasajeros, tramo: Santiago – Valparaíso.</i>	141
6.3.3.1	<i>Inversiones.</i>	142
6.3.3.2	<i>Resultados de la Modelación</i>	143
6.3.3.3	<i>Beneficios Sociales e Ingresos Privados.</i>	143
6.3.3.4	<i>Indicadores de rentabilidad.</i>	144
6.3.3.5	<i>Conclusión preliminar.</i>	145
<b>7.</b>	<b>SITUACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.</b>	<b>146</b>
<b>8.</b>	<b>CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA Y SERVICIO EN EL ÁMBITO DE LAS OBRAS PÚBLICAS.</b>	<b>155</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Chile ha experimentado un proceso de transformación económica en las últimas tres décadas, que ha sido el resultado de los esfuerzos orientados a alcanzar una reforma integral de su estructura productiva, utilizando un programa que enfatiza el incremento de las exportaciones, la inversión y el ahorro. El país ha cambiado desde una economía cerrada con gran participación del Estado y con un nivel alto de inflación, a una de las economías más abiertas y competitivas de América Latina, con índices tendenciales de inflación bajos.

El marco de apertura económica y las reformas estructurales han ofrecido nuevas oportunidades de desarrollo, que aunque estimulan el crecimiento también evidencian algunas debilidades que afectan e impactan en el desarrollo sustentable y equitativo a largo plazo.

En efecto, existe un consenso básico sobre los aspectos sustantivos del modelo económico y todos los actores aceptan que es necesario continuar con una sana política fiscal y monetaria que asegure el mantenimiento de los equilibrios macroeconómicos. Las ventajas de tener una economía abierta, guiada esencialmente por el mercado, es parte de tal consenso, considerando que la diversificación del comercio exterior, tanto en cuanto a los productos como a los países a donde se exporta, ha reducido la vulnerabilidad económica del país.

Por otra parte, el país presenta una institucionalidad política coherente que permite el desarrollo y garantiza la estabilidad general del país.

El resultado ha sido que Chile es considerado como uno de los países emergentes con mayores posibilidades de convertirse en un país desarrollado hacia el año 2020.<sup>1</sup> Además, el país cuenta con el Índice de Desarrollo Humano (IDH)<sup>2</sup> más alto de Latinoamérica.

---

1 Ver Informe de Países del Fondo Monetario Internacional y el documento Perspectivas de la Economía Mundial, abril de 2009, del mismo organismo.

2 El índice de Desarrollo Humano (IDH) es una medición por país, elaborada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Se basa en un indicador social estadístico compuesto por tres parámetros: vida larga y saludable, niveles de educación y nivel de vida digno, medido por el PIB per cápita PPA en dólares. El Desarrollo Humano también se define como una manera de medir la calidad de vida del ente humano en el medio en que se desenvuelve, y una variable fundamental para la calificación de un país o región.

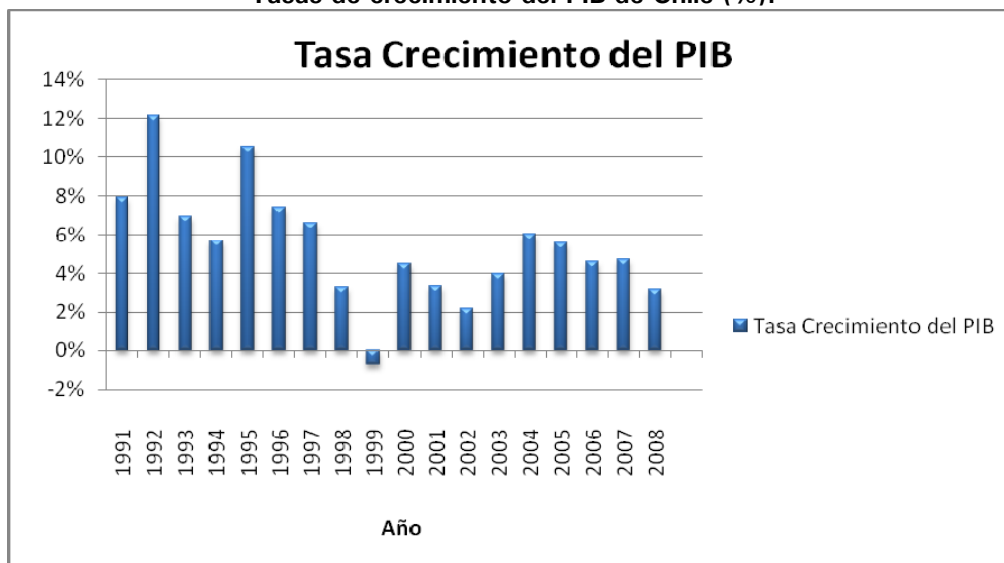
**Cuadro 1-1**  
**Índice de desarrollo humano.**

<b>Posición</b>	<b>País</b>	<b>IDH</b>
<b>Dato de 2006</b>		<b>en 2006</b>
1	Islandia	0,968
2	Noruega	0,968
3	Canadá	0,967
4	Australia	0,965
5	Irlanda	0,960
6	Países Bajos	0,958
7	Suecia	0,958
8	Japón	0,956
9	Luxemburgo	0,956
10	Suiza	0,955
11	Francia	0,955
12	Finlandia	0,954
13	Dinamarca	0,952
14	Austria	0,951
15	Estados Unidos	0,950
16	España	0,949
17	Bélgica	0,948
18	Grecia	0,947
19	Italia	0,945
20	Nueva Zelanda	0,944
21	Reino Unido	0,942
37	Barbados	0,889
<b>40</b>	<b>Chile</b>	<b>0,874</b>
46	Argentina	0,860
47	Uruguay	0,859
177	Rep. Democrática del Congo	0,361
178	Rep. Centroafricana	0,352
179	Sierra Leona	0,329

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).2008.

En los últimos años la economía chilena ha mostrado un dinamismo y una tasa de crecimiento muy estable, promediando el 5%, el cual sólo fue frenado por la crisis económica, pero se cree que el país volverá a crecer para el año 2010 a niveles similares. En el gráfico que se muestra a continuación se evidencia el ritmo de crecimiento de la economía nacional, entre 1991 y 2008.

**Figura 1-1**  
**Tasas de crecimiento del PIB de Chile (%).**



**Fuente:** Departamento de Cuentas Nacionales; Banco Central de Chile; 2009.

En efecto, para una economía como la chilena, que ha administrado con prudencia su política económica, el cuadro externo negativo no debiera ocasionarle trastornos profundos. Ello, en tanto éste se mantenga dentro del marco de una recesión moderada -y no muy larga- en las economías industrializadas.

En el marco del presente estudio, se han efectuado proyecciones macroeconómicas que señalan una estimación de crecimiento potencial de 4,3% para el PIB de la economía chilena, mientras se proyecta que el PIB efectivo crecerá, en promedio, alrededor de 4% anual. A juicio del Consultor, la crisis externa no cambia en lo sustancial la proyección de largo plazo, toda vez que el menor crecimiento de 2009-10 debería ser compensado con más crecimiento futuro, dado que habrá más holguras de capacidad.<sup>3</sup> Por lo mismo, se han efectuado sensibilizaciones con tasas más elevadas en el crecimiento proyectado en el período.

En el contexto descrito, el MOP impulsó, desde 1990 en adelante, un proceso de expansión de su infraestructura que ha implicado dejar atrás el elevado déficit de infraestructura en el país lo que se ha traducido que, actualmente, en muchos ámbitos "la carencia de infraestructura no aparece como una limitación al emprendimiento, como lo fue hace algunas décadas".<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Recientemente el FMI ha estimado un crecimiento del PIB de Chile de 4,3% en el año 2010, 5,2% en 2012 y de 5,4% en el año 2014. Ver [www.imf.org/external/pubs/weo/2009](http://www.imf.org/external/pubs/weo/2009)

<sup>4</sup> Ministerio de Obras Públicas, Términos de Referencia; "Actualización Plan Director de Infraestructura MOP; 2007

Ahora el desafío es aportar infraestructura de apoyo a los sectores productivos, en oportunidad y calidad, contribuyendo decisivamente en mejorar la competitividad del país, junto con contribuir a mejorar la conectividad e integración del territorio, en la continua perspectiva que las obras de infraestructura, en todo su alcance, son para la gente y para mejorar sus condiciones y calidad de vida.



## 2. ANTECEDENTES GENERALES DEL PLAN DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA.

La importancia de la provisión de infraestructura para el crecimiento ha sido resaltada en diversos estudios analíticos y empíricos.<sup>5</sup> La infraestructura entra directamente como insumo de la función de producción, incrementando la productividad total de factores y complementa a la inversión privada.

Algunos estudios destacan el impacto de las inversiones en infraestructura, señalándose por ejemplo que “un aumento del 1% de la inversión en obras públicas generará un aumento del producto en un 0.123%”.<sup>6</sup> Los autores Rivera y Modiano (2007),<sup>7</sup> señalan que en Chile, un incremento del 10% en la inversión pública genera un aumento de 1,6% en el producto (ambas variables expresadas en términos por trabajador). Por su parte, (Calderón y Servén, 2004) aseveran que el desarrollo en infraestructura tiene mayores impactos positivos en los más pobres que en el promedio de la población.

La calidad y suficiencia de infraestructura es también un factor de competitividad: el espacio es factor de costos y las facilidades de circulación u ocupación de ese espacio pueden contribuir a bajar el costo de un bien o servicio, aumentando con ello las condiciones generales de competitividad de una determinada industria.

También se destaca que los desarrollos en infraestructura modifican los costos de transporte de productos, impactando en la productividad de las empresas. Dado el efecto de la infraestructura en los costos de producción, se altera la oferta de bienes y servicios en áreas del territorio, teniendo un impacto en el desarrollo territorial, junto con incentivar el desarrollo de nuevas actividades productivas al hacer accesible algún insumo relevante, como agua para riego, acceso a zonas abundantes en recursos naturales, etc. Además los desarrollos en infraestructura modifican los tiempos de viaje de las personas, con lo que sus patrones de consumo se ven afectados.

Tal como se señalara en la parte introductoria, Chile y el MOP en las últimas dos décadas, han efectuado un enorme esfuerzo por mejorar la infraestructura

---

5 Diversos trabajos empíricos han examinado la relación entre la inversión en infraestructura y el crecimiento económico encontrando una correlación positiva y significativa, sin que ello refleje necesariamente una dirección de causalidad entre ambas variables (Aschauer, 1989a; Easterly y Rebelo, 1993; Canning y Bennathan, 2002). Ver también “Apuntes de Crecimiento Económico” de Xavier Sala-i-Martin; César Calderón y Luis Servén: “Trends in Infrastructure in Latin America, 1980-2001.”

6 Ver “Determinación de Indicadores de Impacto de la Infraestructura Social del Ministerio de Obras Públicas: un análisis complementario”, Departamento de Economía, Universidad de Chile & DIRPLAN, 2003.

7 Ver también “Efectos de la Infraestructura Pública sobre el crecimiento de la Economía, Evidencia para Chile”, Jorge Rivera y Patricia Toledo; Estudios de Economía, Vol 31, N°1, junio de 2004, pags. 21-38.

nacional, lo que se evidencia en el cuadro siguiente, que muestra que la inversión MOP se ha incrementado en 4,4 veces durante el período entre 1990 y 2009.

**Cuadro 2-1**  
**Tipo de inversión MOP (US\$ millones).**

<b>Años</b>	<b>Obras</b>	<b>Conservación</b>	<b>Concesiones*</b>	<b>Estudios y Otros</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1990</b>	339	126	0	41	<b>506</b>
<b>1995</b>	601	352	49	85	<b>1.088</b>
<b>2000</b>	664	395	110	38	<b>1.207</b>
<b>2005</b>	512	332	531	12	<b>1.387</b>
<b>2009 (**)</b>	960	662	515	107	<b>2.244</b>

**Fuente:** Dirección de Planeamiento MOP.

(\*) Este ítem corresponde a la partida presupuestaria de Administración de Concesiones. La inversión directa en proyectos se alude en el párrafo siguiente.

(\*\*) Las cifras año 2009 corresponden a los montos presupuestados.

Durante este período, de manera complementaria ha operado el Programa de Concesiones de Infraestructura Pública desarrollado por el MOP, que persigue tres objetivos fundamentales:

- Captación de recursos privados para ayudar a financiar el desarrollo de las obras públicas futuras.
- Externalización de la construcción y la explotación de las obras de infraestructura pública, buscando niveles de servicios óptimos por los cuales los usuarios estén dispuestos a pagar.
- Liberación de recursos públicos para orientarlos a proyectos y programas de alta rentabilidad social.

El impacto del sistema de Concesiones, administrado por el MOP ha sido significativo y notorio. En efecto, desde el año 1994, se han adjudicado 53 proyectos en el sistema de Concesiones con una inversión total de US\$ 8.528 millones en obras como rutas interurbanas y urbanas, aeropuertos, edificación pública, entre otras.<sup>8</sup>

Lo anterior ha tenido como resultado el reconocimiento de los usuarios de la infraestructura que han visto incrementado su bienestar. También se ha contado con el reconocimiento de entidades y organismos internacionales que

<sup>8</sup> Fuente: Dirección General de Obras Públicas.

han medido el estado actual de la infraestructura en América Latina, sobre la base de analizar la disponibilidad en a) caminos y puertos, b) energía, c) telecomunicaciones y d) agua.

En un estudio efectuado por CG/LA Infrastructure LL, organización basada en Washington dedicada a la investigación de la infraestructura latinoamericana, Chile encabeza, en los últimos tres años, el ranking del estado actual de la infraestructura.

El objetivo de este ranking-estudio, es crear una herramienta que permita analizar el estado actual de la infraestructura en Latinoamérica, así como en sus distintos países, conocer sus mayores déficit y analizar, año a año, cuáles son los principales avances y retrocesos.

**Cuadro 2-2**  
**Ranking de infraestructura en América Latina.**

Ranking General	RK. 06	RK. 07	RK. 08
Chile	1	1	1
Colombia	3	2	4
México	5	3	3
Panamá	4	4	2
Trinidad y Tobago	2	5	6
Brasil	6	6	5
Uruguay	7	7	9
República Dominicana	10	8	7
Jamaica	9	9	-
Costa Rica	10	8	-

Fuente: CG/LA Infrastructure LL, revista América Economía.

No obstante, Chile aún se encuentra alejado con relación a los países desarrollados, según se aprecia en el cuadro que sigue.

**Cuadro 2-3**  
**Ranking de la calidad de la infraestructura 2007-2008.**

Ranking		
1	Suiza	6,8
2	Singapur	6,7
3	Alemania	6,6
4	Francia	6,5
5	Finlandia	6,5
6	Austria	6,5
7	Dinamarca	6,4
8	Hong Kong	6,3
9	Estados Unidos	6,1
10	Canadá	6,0
16	Japón	5,7
23	Portugal	5,4
24	Reino Unido	5,3
25	Australia	5,2
27	España	5,1
<b>29</b>	<b>Chile</b>	<b>5,1</b>
58	China	3,9
66	Uruguay	3,6
76	México	3,3
89	Argentina	2,9
98	Brasil	2,7

**Fuente:** World Economic Forum, Executive Opinion Survey 2007, 2008.

En tal contexto, la tarea de seguir desarrollando la infraestructura nacional aparece como un desafío de continuidad y excelencia para el MOP, junto con tener presentes otros desafíos que asoman en el horizonte de la planificación, tales como:

- ✓ Cambio climático.
- ✓ Escasez de recursos hídricos.
- ✓ Diversificación de la matriz energética.
- ✓ Requerimientos de mejor calidad de vida.
- ✓ Competitividad y calidad urbana de ciudades.
- ✓ Requerimientos de integración territorial y complementariedad de lo urbano con lo rural

- ✓ Innovación y tecnología.

## 2.1 Desarrollo del Plan Director de Infraestructura.

Con el objetivo de enfrentar los desafíos descritos, desde el año 2007 se ha iniciado la preparación de la actualización del Plan Director de Infraestructura del MOP<sup>9</sup>. En efecto, este Plan consideró como objetivo general el contribuir al aumento de la competitividad del país y la mejoría de la calidad de vida de la población, concentrando la inversión pública en aquellos sectores y territorios donde la rentabilidad social es más alta, pero con la debida equidad social y territorial<sup>10</sup>. En este contexto se deben considerar visiones y medidas eventuales de prevención o mitigación de los impactos ambientales negativos.

Los objetivos generales y parciales han sido consistentes con la visión-objetivo de país y de las macrozonas, y han tenido la validación de la ciudadanía en diferentes instancias.

Aspecto central del estudio lo constituye la identificación de planes de inversión en infraestructura, para establecer un conjunto de inversiones tendientes a contribuir de manera relevante a alcanzar el potencial de desarrollo del territorio o superar deficiencias de infraestructura.

Para ello se han tenido presente los proyectos que se originan desde tres perspectivas de análisis:

- ✓ Inversión/proyectos en cartera (escenario tendencial o base).
- ✓ Inversión/proyectos para superar déficits o brechas de infraestructura.
- ✓ Inversión/proyectos para contribuir a alcanzar el potencial de desarrollo del territorio.

Se consideró un análisis especial para identificar algunas complementariedades entre los diferentes proyectos, establecer actuaciones de gestión integrada, pública y privada, necesarias para un mejor desempeño de los proyectos e identificar eventuales incompatibilidades entre proyectos y regulaciones existentes.

También se desarrollaron tareas en orden a establecer conjuntos de proyectos e iniciativas coherentes y consistentes entre sí, que permitieran configurar actuaciones sinérgicas relevantes en el territorio.

---

9 El Plan Director anterior, para el período 2000-2010 fue preparado en los años 2000-2002.

10 El Plan Director centra su análisis en aspectos interurbanos, salvo en los caso de accesos portuario y by-pass.

Las ideas y proyectos de infraestructura resultantes de estas etapas, se clasificaron en temas modelados y temas no modelados.

#### 2.1.1 Definición de proyectos en temas modelados.

Para el análisis y determinación de proyectos de infraestructura, se utilizó un modelo – denominado TRANUS (Transporte y Usos de Suelo)- que relaciona el crecimiento de la economía nacional con la localización de actividades productivas y los intercambios de productos entre zonas que se definieron en el modelo, asociando el territorio con las redes de infraestructura disponibles, para facilitar la actividad de los entes económicos.

El modelo aplicado fue utilizado como herramienta analítica principal para evaluar escenarios futuros con diversos proyectos de transporte. El propósito del modelo consideró estimar un conjunto de matrices de carga y pasajeros y asignarlos a la red de transporte multimodal.

Los proyectos analizados fueron aquellos incorporados en la red vial estructurante, con un vínculo directo a los sectores económicos y que presentaron antecedentes y cifras suficientes para su análisis y evaluación.

#### 2.1.2 Definición de proyectos en temas no modelados.

Existen ideas y proyectos de inversión de infraestructura que por su escala e impacto inmediato no eran susceptibles de incorporar en los modelos de Localización de Actividades y de Transporte usados en este estudio, lo cual indujo a efectuar su análisis y evaluación preliminar sin utilizar el modelo TRANUS. Ejemplos de aquellos lo constituyen los proyectos en pequeñas caletas pesqueras, aeródromos, embarcaderos de envergadura menor, proyectos de embalse de aguas, etc.

En esta clasificación también se incluyeron aquellos proyectos y temas respecto a los cuales existían insuficientes cifras o datos que pudieran incluirse en el modelo para su consideración. Un ejemplo de lo anterior son los caminos no estructurantes de la red nacional, respecto a los cuales no existen mediciones de flujos vehiculares o insuficientes mediciones.

Para los efectos de análisis y presentación de estos proyectos, que emergen de diferentes sectores y territorios, se optó por clasificarlos en:

- ✓ Conectividad a zonas aisladas (equidad territorial).
- ✓ Accesos urbanos a puertos.

- ✓ By-pass.
- ✓ Rutas turísticas (tramos no modelados).
- ✓ Vialidad no incorporada en modelos.
- ✓ Caletas pesqueras e instalaciones para el borde costero (conectividad/caminos de penetración, turismo, equipamiento, saneamiento).
- ✓ Infraestructura hídrica (embalses, riego, defensas fluviales, APR, saneamiento rural).

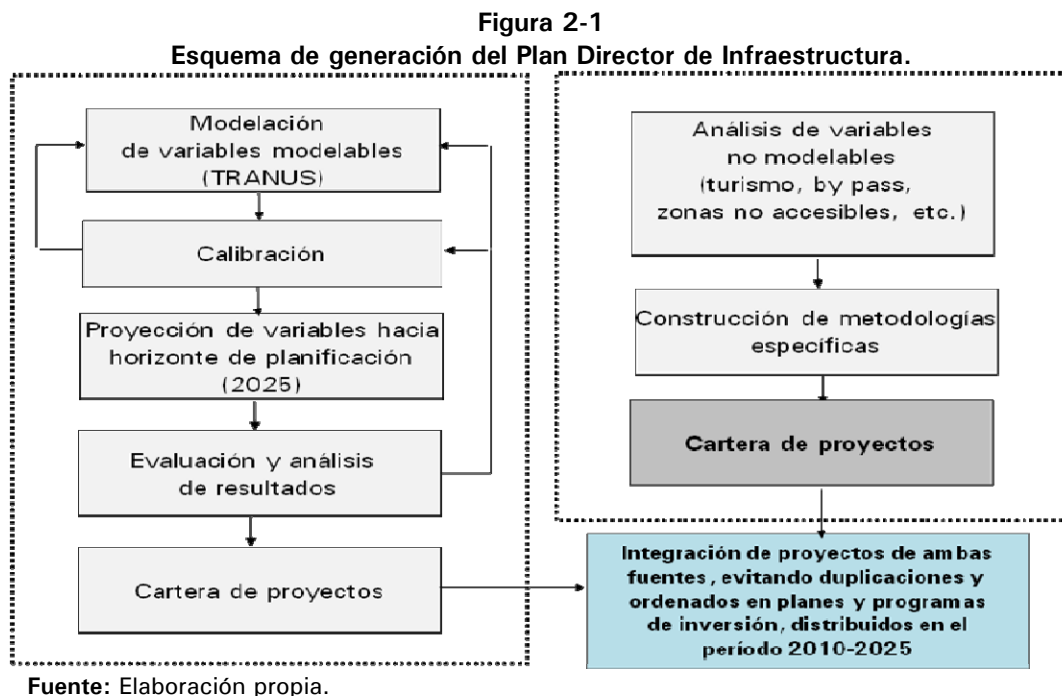
En los capítulos siguientes se abordan las metodologías y criterios de cálculo de los proyectos en estas áreas.

### 2.1.3 Integración de proyectos de infraestructura.

A continuación se presenta un esquema en el cual se explican los pasos para la generación del Plan Director de Infraestructura. Se aprecian las dos vertientes de aproximación, identificación y cálculos de las inversiones de infraestructura, utilizando, por una parte, el modelo TRANUS y por otra, diversas metodologías para proyectos en temas y áreas no consideradas en la modelación.

Se tiene presente, de manera continua, la integración final de la cartera de proyectos resultante, vale decir la reunión de proyectos modelados y no modelados, sin tener duplicaciones.

En la siguiente figura se puede apreciar el esquema de generación del Plan Director de Infraestructura.



#### 2.1.4 Información considerada.

Durante la formulación del Plan Director de Infraestructura, ha sido intenso el levantamiento de la información de distintos tipos y clases, la cual ha sido necesaria para el análisis territorial, la modelación y proyección de las actividades económicas. El acopio de información ha estado ligado a la construcción de bases de datos para registrar dicha información, que faciliten el procesamiento de la misma y se facilite el acceso a tales datos, desde diferentes perspectivas y registros.

Se ha tenido especial atención en los siguientes documentos y antecedentes:

- ✓ El Plan de Infraestructura para la Competitividad MOP, para el período 2008-2012.
- ✓ Planes Directores de Infraestructura anteriores.
- ✓ Resultados de los talleres de Visión Objetivo Nacional hasta el año 2020 para el país, realizados durante el segundo y tercer trimestre de 2008, a través de discusiones a nivel del Consejo Asesor Ministerial y con expertos nacionales de alto nivel en 5 talleres nacionales sobre temas cruciales del país, vinculados estrechamente con aspectos de infraestructura.
- ✓ Los trabajos de identificación de Visiones Objetivo Regionales hasta el año 2020, en talleres efectuados en noviembre y diciembre de 2008 (con resultados publicados en forma preliminar en el documento "Chile



2020 - Infraestructura Regional”) y en una segunda vuelta de talleres entre julio y septiembre de 2009.

- ✓ El documento “Manifiesto Chile 2020 – La infraestructura de la próxima década”, publicado por el MOP en junio de 2009.
- ✓ Plan Ciudad, Vialidad Urbana MOP.
- ✓ Plan de Puentes para Chile 2020
- ✓ Otros instrumentos de planificación territorial tales como:
  - Estrategias de Desarrollo Regional (EDR),
  - Planes Regionales de Desarrollo Urbano (PRDU),
  - Zonificaciones del Borde Costero,
  - Planes de Ordenamiento Territorial (POT),
  - Planes Reguladores Intercomunales y Metropolitanos (PRI/PRM),
  - Planes Reguladores Comunales (PRC) vigentes y en estudio y
  - Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO).

## 2.2 Talleres macrozonales y seminarios talleres regionales 2007-2008-2009.

Uno de los elementos claves del estudio de Actualización del Plan Director de Infraestructura lo constituye la participación de la ciudadanía y de los actores relevantes de los sectores público y privado, en las diversas etapas, teniendo en cuenta que, en los Términos de Referencia, se ha considerado un proceso de presentación y validación de las alternativas y proyectos de infraestructura en cada una de las macrozonas en que se ha conformado territorialmente el Estudio.

En los Términos de Referencia se consideraba efectuar talleres macrozonales, para difundir y discutir elementos clave del proceso de elaboración de los planes de inversión, contrastar las opiniones de las autoridades y de los actores relevantes, y para definir un conjunto de proyectos a simular y a evaluar. Las macrozonas definidas para efectos de coordinación en el Estudio fueron:

- **Norte** (regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá, de Antofagasta y de Atacama),
- **Central** (regiones de Coquimbo, de Valparaíso, Metropolitana de Santiago, del Libertador General Bernardo O’Higgins y del Maule). Incluye los territorios insulares de Isla de Pascua y archipiélago Juan Fernández,
- **Sur** (regiones del Biobío, de La Araucanía y de Los Ríos), y
- **Austral** (regiones de Los Lagos, de Aysén y de Magallanes y la Antártica Chilena).

A este respecto se estimó de toda conveniencia extender esta actividad a las 15 regiones del país. A tal efecto se efectuaron entre el 2007 y 2009 las siguientes actividades:

- 2007: 15 taller regionales de Reconocimiento Territorial,
- 2008: 15 talleres regionales de validación de los reconocimientos y de elaboración de visiones de desarrollo regionales y de infraestructura, y
- 2009: 15 talleres regionales de validación de propuestas de desarrollo infraestructural hasta el año 2025.

### **3. ASPECTOS METODOLÓGICOS GENERALES DE LA MODELACIÓN PARA EL PLAN DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA.**

#### **3.1 Modelo TRANUS de localización de actividades, uso de suelo y transporte.**

En el marco de la actualización del Plan Director de Infraestructura, se ha utilizado el modelo TRANUS que es un sistema de modelación integral que combina un avanzado modelo de la localización de actividades, usos del suelo y el mercado inmobiliario con un completo modelo multimodal de transporte flexible y de altas prestaciones.

Sus características principales son:

- ✓ Modelo de transporte con capacidad para representar los movimientos de carga y/o pasajeros con múltiples modos interactuando entre sí (intermodalidad).
- ✓ Exclusivo procedimiento de asignación multimodal probabilística logit.
- ✓ Representación detallada del transporte público.
- ✓ Evaluación económica, financiera y ambiental.
- ✓ Interfaz gráfica con base de datos inteligente (orientada a objetos) y representación/manejo de escenarios.
- ✓ Aplicable a cualquier escala, desde urbano detallado hasta modelos regionales y nacionales.
- ✓ Proyecciones a largo plazo de carácter estratégico.
- ✓ Simulaciones muy detalladas a corto plazo.

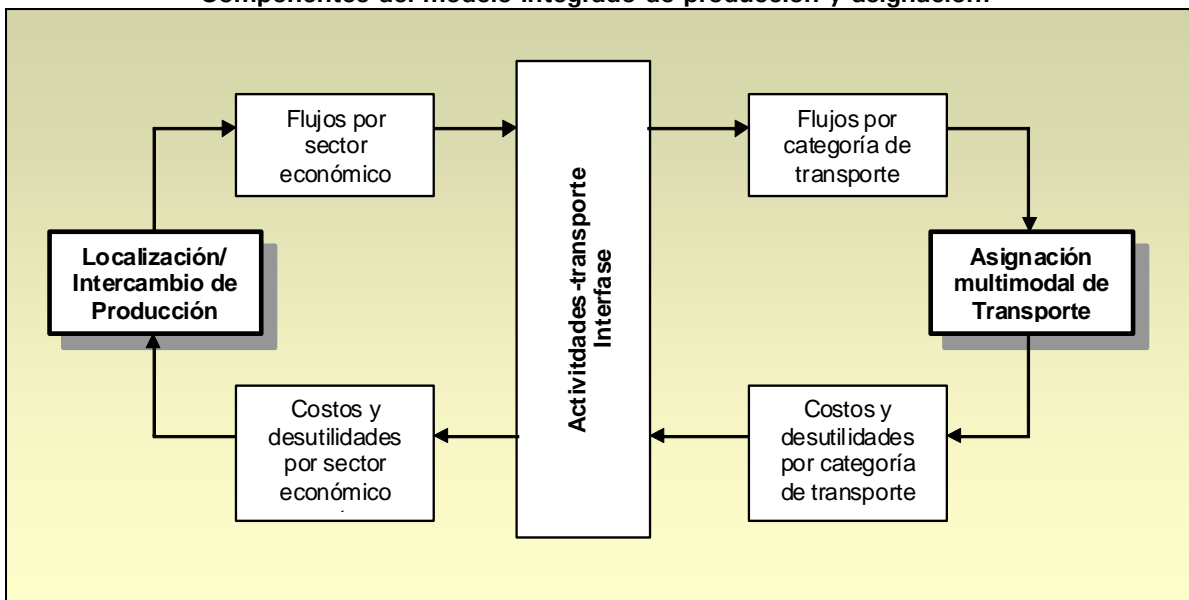
El sistema de simulación utilizado permite la modelación de la localización de la producción por sector en el espacio regional, así como de los intercambios interregionales entre sectores. Estos intercambios económico-espaciales generan movimientos de mercancías y personas que luego alimentan un modelo de transporte. La característica resaltante del modelo de transporte es el procedimiento conjunto de distribución modal y asignación basado en modelos probabilísticos logit, sobre una red multimodal.

Una vez que el módulo de transporte asigna los movimientos de carga y pasajeros en la red multimodal, se calcula la accesibilidad entre regiones a través de los costos compuestos o 'log-sum' de los modelos probabilísticos logit. Estos valores de accesibilidad son retroalimentados al modelo de intercambios de producción. Cualquier mejora en el sistema de transporte reducirá los costos y desutilidades de transporte, incentivando los intercambios y alterando la localización de la producción.

La figura siguiente representa esta relación biunívoca entre localización e intercambios económico-espaciales y el sistema de transporte. Se destacan los módulos de localización/intercambio de producción y el de asignación multimodal de transporte. El módulo de producción estima la localización de la producción de cada sector en cada región en que se haya dividido el área de estudio, resultando en un conjunto de matrices origen/destino de flujos por sector. Entre los módulos de producción y transporte una interfaz realiza determinadas transformaciones a las matrices de flujos, convirtiéndolas de flujos por sector socioeconómico (industria, agricultura, etc.) a flujos por categoría de transporte (carga liviana, pesada, pasajeros, etc.). Generalmente los flujos por sector socioeconómico se representan en unidades monetarias (valor de la producción) mientras los flujos por categoría de transporte se representan en unidades físicas (toneladas, personas).

El módulo de asignación multimodal de transporte toma como insumo las matrices de flujos por categoría de transporte y los asigna a los diversos tramos que conforman la red multimodal.

**Figura 3-1**  
Componentes del modelo integrado de producción y asignación.



Fuente: Elaboración propia.

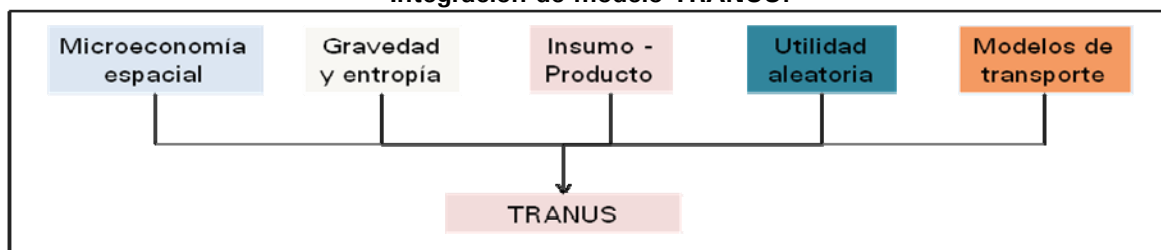
En este sentido, el Modelo TRANUS de base económica considera los intercambios de producción, empleo y población, en un sistema de modelos completamente integrados entre localización de actividades, usos del suelo y transporte.

El modelo de localización e intercambio de producción es una versión espacial del modelo original de insumo-producto elaborado por Leontief, con sus elementos de demanda final, demanda intermedia e insumos primarios. El vector de demanda final representa a los destinatarios últimos de la producción.

Usualmente en los modelos de insumo-producto la demanda final incluye al consumo privado, al consumo de gobierno, las exportaciones y las inversiones. El sistema económico debe producir las cantidades demandadas de cada sector, y para ello requiere insumos o demandas intermedias, lo que genera una cadena de producción y consumo. Además de los insumos intermedios, están los insumos primarios, formados normalmente por salarios, importaciones, ganancias e impuestos. La suma de la demanda final y las demandas intermedias es igual a la producción total del sistema, y de manera similar, la suma de las producciones intermedias y los insumos primarios deben ser igual a la producción total.

En TRANUS los conceptos básicos del modelo de insumo-producto se han generalizado y espacializado. El término **sectores** es más amplio que en la versión tradicional, ya que puede representar a los clásicos sectores en que se divide la economía (agricultura, industria, minería, gobierno, etc.), factores de producción (capital, tierra y trabajo), como también grupos de población, empleo, construcciones, suelo, etc., que forman parte del sistema espacial. El número y tipo de sectores se define de acuerdo a los requerimientos de cada aplicación específica del modelo, así como las unidades más convenientes para medirlos, lo que permite adaptarlo a situaciones urbanas o regionales. En el diagrama siguiente es posible apreciar la integración aludida.

**Figura 3-2**  
**Integración de modelo TRANUS.**



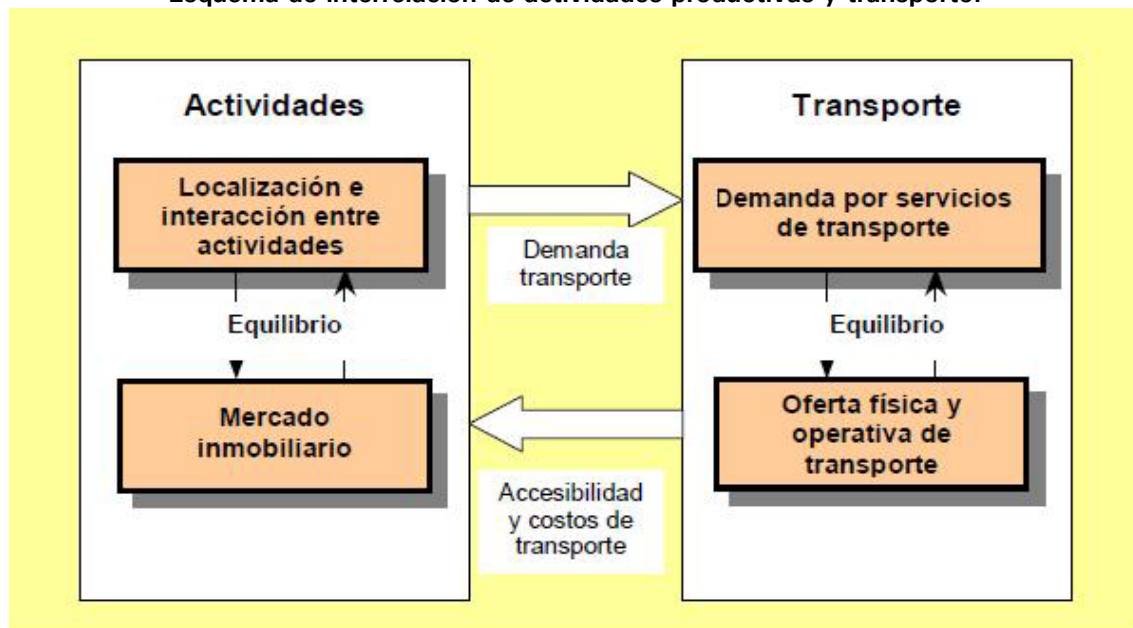
Fuente: Elaboración propia.

El modelo TRANUS constituye un modelo de transporte multimodal probabilístico con simulación de carga y pasajeros de diversas categorías, con

instrumentos de evaluación económica completamente integrados a la modelación.

El modelo utilizado, en consecuencia, liga y relaciona las actividades productivas territoriales y las demandas-ofertas de transporte, según se presenta en la siguiente figura.

**Figura 3-3**  
Esquema de interrelación de actividades productivas y transporte.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2 Elementos utilizados para la modelación.

Los aspectos principales en el diseño del modelo, y que se desarrollan en forma resumida en las secciones siguientes,<sup>11</sup> son:

- Zonificación
- Definición de modos y usuarios
- Período de modelación
- Red de transporte
- Sectores socioeconómicos y sus relaciones
- Generación de viajes a partir de los flujos económicos.

<sup>11</sup> En el Informe 3-B de "Calibración del Modelo Base" se encuentra explicado con detalle el modelo TRANUS:

### 3.2.1 Zonificación.

Para la aplicación del modelo se dividió el país en zonas, tomando como base las comunas, con la excepción de las 52 comunas de la provincia de Santiago, que fueron agrupadas en seis zonas. A esto se agregaron zonas externas para representar los principales puertos y conexiones terrestres con los países vecinos. Esto resultó en la siguiente zonificación:

- 364 zonas, las que se explicitan en la sección de los antecedentes.
- 317 zonas internas (Todas las comunas del país, considerando solo seis zonas en la Provincia de Santiago y restando las comunas de Isla de Pascua, Juan Fernández y la Antártica chilena).
- 47 zonas externas:
  - o 26 puertos para exportación
 

• Arica	• Quintero
• Iquique	• Valparaíso
• Patache	• San Antonio
• Tocopilla	• Penco
• Mejillones	• Lirquén
• Antofagasta	• Talcahuano
• Coloso	• San Vicente
• Chañaral	• Coronel
• Caldera	• Corral
• Huasco	• Puerto Montt
• Coquimbo	• Calbuco
• Los Vilos	• Chacabuco
• Ventanas	• Punta Arenas
  - o 14 conexiones con Argentina (y su conexión con los Pasos de Frontera nacionales):
    - Salta (Paso Sico y Paso Socompa)
    - Jujuy (Paso Jama)
    - Catamarca (Paso San Francisco)
    - La Rioja (Paso Pircas Negras)
    - San Juan (Paso Agua Negra)
    - Mendoza 1 (Paso Cristo Redentor)
    - Mendoza 2 (Paso Pehuenche)
    - Neuquén 1 (Paso Pino Hachado, Paso Icalma)
    - Neuquén 2 (Paso Mamuil Malal, Paso Cardenal Samoré)

- Bariloche (Paso Pérez Rosales)
- Chubut 1 (Paso Coihaique Alto)
- Chubut 2 (Paso Huemules)
- Santa Cruz (Paso Integración Austral)
- Tierra del Fuego (Paso San Sebastián)
- 3 conexiones con Bolivia:
  - La Paz (Paso Visviri, Paso Chungará-Tambo Quemado)
  - Potosí (Paso Visviri, Paso Chungará-Tambo Quemado)
  - Oruro (Paso Colchane)
- 1 conexión con Perú:
  - Tacna(Paso Chacalluta o de La Concordia)
- 3 puntos de conexiones aéreas internacionales:
  - Aeropuerto Iquique
  - Aeropuerto Antofagasta
  - Aeropuerto Santiago

Los polígonos que definen las zonas internas fueron geocodificados utilizando coordenadas UTM. El resultado se presenta en las siguientes figuras. En el modelo las zonas se representan como centroides internos o externos, también con coordenadas UTM.

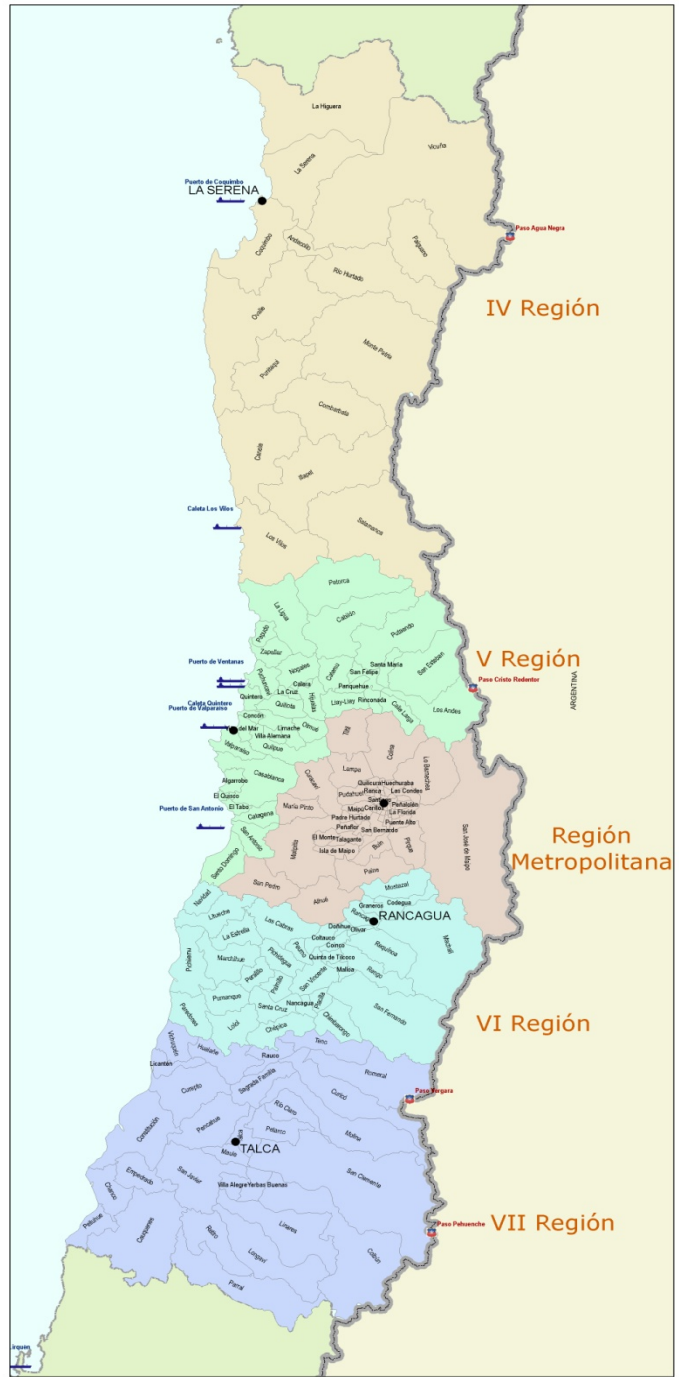


**Figura 3-4**  
**Zonas internas en el modelo de producción y transporte: Macrozona norte.**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-5**  
**Zonas internas en el modelo de producción y transporte: Macrozona centro.**



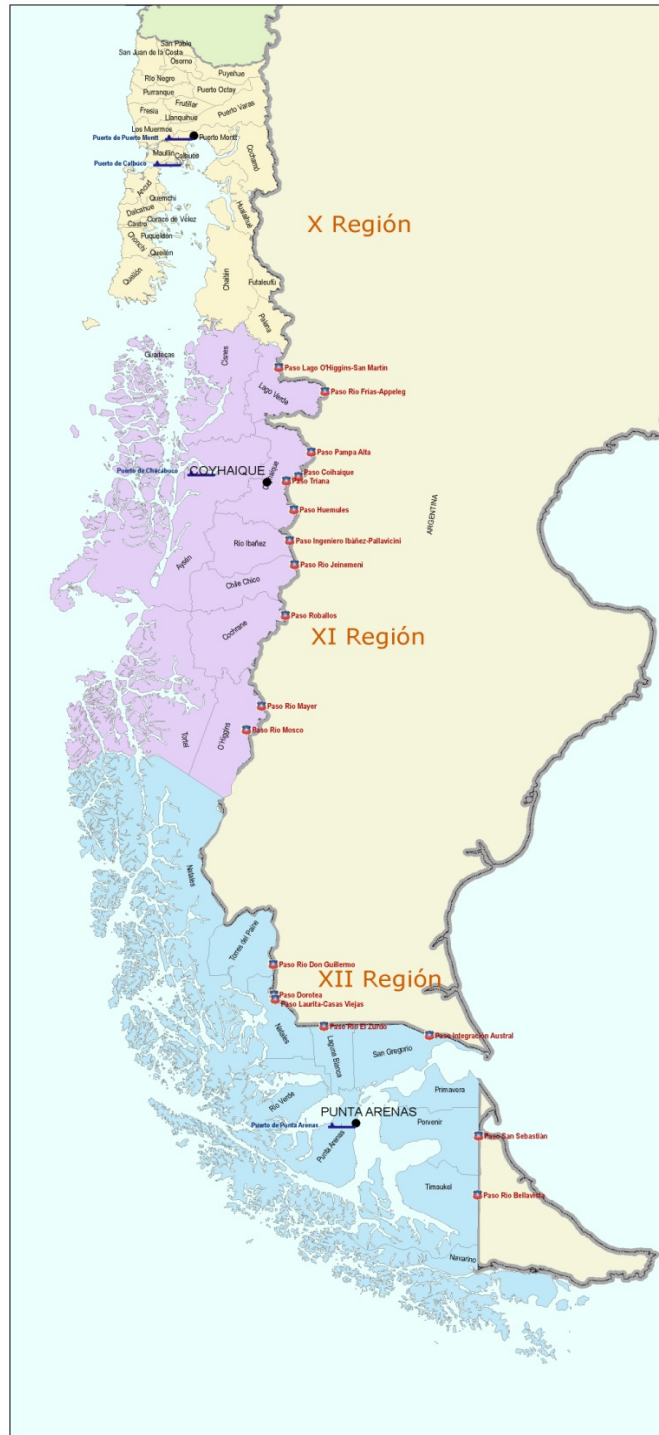
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-6**  
**Zonas internas en el modelo de producción y transporte: Macrozona sur.**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-7**  
**Zonas internas en el modelo de producción y transporte: Macrozona austral.**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2 Categorías de usuarios y modos de transporte.

En el modelo de transporte se definieron las categorías de usuarios, en este caso de carga y pasajeros y los modos que pueden utilizar. Se definieron las siguientes categorías de usuarios:

- Pasajeros:
  - Viajes al trabajo estratos bajos.
  - Viajes al trabajo estratos medios.
  - Viajes al trabajo estratos altos.
  - Viajes a servicios.<sup>12</sup>
- Carga:<sup>13</sup>
  - Carga liviana.
  - Carga general pesada.
  - Graneles líquidos.
  - Graneles sólidos.
  - Contenedores.

A su vez se definió un conjunto de modos y submodos de la siguiente manera:

- Pasajeros:
  - Automóvil particular (vehículos livianos).
  - Autobús urbano.
  - Autobús interurbano.
  - Avión de pasajeros.
  - Ferrocarril de pasajeros (Terrasur).
  - Metrotrén de cercanías.
  - Biotrén de cercanías.
  - Metro de Valparaíso (Merval).

---

12 Viajes realizados por todos los estratos, generados a partir de los flujos de todos los sectores que consumen Comercio y Servicio, es decir viajes de personas a comprar, de negocios, entre otros. Para efectos de modelación, como son todos los estratos se utiliza un valor subjetivo promedio como el del estrato medio.

13 a) Carga liviana: Carga movilizada por camiones de dos ejes y aviones de carga, tales como alimentos, periódicos, encomiendas.

b) Carga general: También llamada fraccionada, y que no pertenece a ninguna de las siguientes tres clasificaciones.

c) Graneles líquidos: Productos líquidos sin empaquetar tales como petróleo, gas, aceites, combustibles y químicos.

d) Graneles sólidos: Conjunto de bienes o productos que son transportados sin empaquetar y en grandes cantidades como granos, pellets, concentrado de cobre y hierro, caliza, sal, harina de pescado, carbón, entre otros.

e) Contenedores: Referidos a aquellos productos transportados en recipientes de carga, de los cuales los más extendidos a nivel mundial son los equipos de 20 y 40 pies.

- Carga liviana:
  - Camión sencillo (dos ejes).
  - Avión de carga.
  
- Carga general pesada:
  - Camión con acoplado para carga general pesada.
  - Ferrocarril carga general pesada, FEPASA.
  
- Graneles líquidos:
  - Camión con acoplado para graneles líquidos.
  - Ferrocarril para graneles líquidos, FEPASA.
  - Ferrocarril para graneles líquidos, TRANSAP.
  - Barco para graneles líquidos.
  - Mineroductos.
  
- Graneles sólidos:
  - Camión con acoplado para graneles sólidos.
  - Ferrocarril graneles sólidos, FEPASA.
  - Ferrocarril graneles sólidos, FERRONOR.
  - Ferrocarril graneles sólidos, FCAB.
  - Barco para graneles sólidos.
  
- Contenedores:
  - Camión con acoplado para contenedores.
  - Ferrocarril para contenedores, FEPASA.

### 3.2.3 Período de modelación.

El horizonte de planificación ha sido el año 2025. Para efectos de la calibración del sistema de modelos se tomó el año 2007 como año base.

Los cortes temporales fueron establecidos para los años 2010, 2015, 2020 y 2025. En este sentido TRANUS modela los resultados de un día normal promedio de cada año

### 3.2.4 Redes de transporte.

En el modelo TRANUS se codifica una sola red que acomoda a todos los modos. Como todo modelo de transporte, la red consiste en un conjunto de nodos interconectados con enlaces. Los enlaces están clasificados por tipo de acuerdo a sus características. Por tratarse de una red multimodal bastante compleja, se adoptaron numerosos tipos de vía. Los enlaces pertenecientes a

un mismo tipo de vía comparten determinadas características, tales como velocidades por tipo de vehículo, costos de operación, peajes, vehículos equivalentes, funciones de flujo-demora y otras. Cada tipo de vía puede ser utilizado por determinados modos. Adicionalmente, cada tipo de vía es asignado a un 'administrador', que corresponde al ente que se encarga de su mantenimiento y percibe los ingresos de los posibles peajes.

La lista de tipos de vía adoptada es la que se presenta en el cuadro siguiente, indicando también el administrador respectivo. Como puede verse, muchos de los administradores definidos corresponden a operadores de concesiones. Los concesionarios de Ruta 5 fueron agrupados en dos: norte y sur. Nótese también que para las calzadas simples se distinguen entre buen estado, regular y malo. Esta diferenciación por estado de las carreteras permite una evaluación más realista de los costos de operación de los vehículos, y además permite la evaluación económica de posibles programas de rehabilitación a futuro.

En total la red multimodal contiene 2.959 nodos y 7.002 enlaces. En el siguiente cuadro se señalan los tipos de vía definidos para el modelo.

**Cuadro 3-1**  
**Tipos de vía definidos en el modelo.**

<b>Tipo de vía</b>	<b>Administrador</b>
Calzada doble	MOP
Calzada simple en buen estado	MOP
Calzada simple en regular estado	MOP
Calzada simple en mal estado	MOP
No-pavimentadas	MOP
Transbordador	Transbordador
Conector de centroide	MOP
Vía urbana	MOP
Cuesta	MOP
Autopista del Sol (R 78)	Autopista Sol
Autopista Libertadores (R 57)	R57 Libertadores
Peaje El Melón	R5 Norte
Autopista Santiago-Viña del Mar - Valparaíso (R 68)	R68 Santiago-Viña
Red Vial Litoral Central	Red LC
Autopista Santiago-Puerto Montt (R 5 Sur)	R5 Sur
Autopista Santiago- La Serena (R 5 Norte)	R5 Norte
Peaje Fiscal	MOP
Peaje Nogales	MOP
Acceso Norte Concepción (R 152)	A N Concepción
Peaje Madera	MOP
Ferrocarril pax rápido	FFCC
Ferrocarril pax medio	FFCC
Ferrocarril pax lento	FFCC
Ferrocarril mixto rápido	FFCC
Ferrocarril mixto medio	FFCC
Ferrocarril mixto lento	FFCC
Ferrocarril carga medio	FFCC
Ferrocarril carga lento	FFCC
Estación ferrocarril mixta	FFCC
Estación ferrocarril sólo carga	FFCC
Estación ferrocarril sólo pasajeros	FFCC
Estación ferrocarril sólo granel sólido	FFCC
Ruta aérea	Aéreo
Ruta de cabotaje	Cabotaje
Mineroducto	Ducto

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.2.5 Antecedentes para el modelo de uso de suelo.

#### 3.2.5.1 *Datos de la oferta de producción.*

La base de la distribución de la oferta de la producción nacional es la clasificación de la actividad económica en 73 sectores utilizada por el Banco Central para registrar la actividad económica nacional. Sin embargo, para la operación del modelo estos 73 sectores fueron agrupados en 13 sectores,



según la clasificación que utiliza el Banco Central de Chile en las Cuentas Nacionales resumidas:

1. Agropecuario-Silvícola.
2. Pesca.
3. Minería.
4. Industria Manufacturera.
5. Electricidad, Gas y Agua.
6. Construcción.
7. Turismo (Restaurantes y Hoteles).
8. Comercio.
9. Transporte y Comunicaciones.
10. Servicios Financieros y Empresariales.
11. Propiedad de vivienda.
12. Servicios Personales.
13. Administración Pública.

En este sentido cabe consignar que en las Cuentas Nacionales del año 2007, las actividades de comercio y turismo conforman un único sector y, en cambio, los sectores de transportes y comunicaciones ya están separados.

Es oportuno señalar que no se han considerado las cifras del Producto Interno Bruto (PIB), teniendo presente que éste representa el valor agregado en la producción de bienes y servicios de una economía, en un lapso de tiempo definido, es decir, representa el resultante de la producción bruta menos el consumo intermedio de todas las actividades en el proceso de producción. En este sentido y para efectos del estudio, el traslado (carga) de bienes en la economía está mejor referenciado con la Producción Bruta (PB).

Para asignar los valores de la oferta a las distintas comunas del país, se tomó en cuenta la información proporcionada por el Banco Central, con base en la "Compilación de Referencia 2003 de las Cuentas Nacionales" expresadas en mill de \$ del 2003, por sector económico y región y teniendo presente las siguientes situaciones:

Una vez obtenida la matriz de la PB regional, se procedió a distribuir ésta en forma porcentual al interior de cada región, a nivel comunal a partir de la información que está disponible, la cual se detalla a continuación.

- El sector Agropecuario se ha distribuido conforme a la cantidad de hectáreas equivalentes por comuna.

- En la distribución territorial de la oferta del sector Silvícola se ha utilizado la información contenida en el VII Censo Agropecuario y Forestal, efectuado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), con el apoyo de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) en el año 2007.
- En el sector Pesca se ha recurrido a las cifras de desembarque artesanal e industrial entregadas, para el año 2007, por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAP) para todo el país a nivel comunal.
- La distribución de la PB del sector Minería ha sido realizada considerando la información proporcionada por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), para el año 2007. Se ha tenido presente la producción de minerales metálicos y no metálicos en cada comuna por un precio promedio del mineral.
- En la Industria Manufacturera, la oferta se ha distribuido de acuerdo a los ingresos declarados por las industrias en la Encuesta Nacional Industrial Anual 2005 (ENIA) y a las ventas declaradas por las industrias en el año 2006, entregada por el Servicio de Impuestos Internos (SII).
- En el sector Construcción se consideró el total de metros cuadrados de edificación autorizada para el año 2006 según información proporcionada por el INE.
- En el sector Comercio se efectuó la distribución de acuerdo a la información entregada por SII respecto a las ventas del sector a nivel comunal.
- De igual forma, para el sector Turismo se consideraron las ventas del sector a nivel comunal.
- Para el caso del sector de Servicios Financieros, Empresariales y Propiedad de Vivienda, se ha tenido presente la información entregada por SII respecto a las ventas del sector a nivel comunal.
- Con relación al sector Servicios Personales y Administración Pública, se ha considerado la información entregada por SII respecto a las ventas del sector servicios sociales y comunitarios a nivel comunal.

La producción se distribuyó a nivel comunal de acuerdo a las proporciones obtenidas para la Producción Bruta.

#### *3.2.5.2 Datos de población.*

Se consideran los datos de la población nacional proyectada para el año 2007, a partir de los datos reunidos en el XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda, realizado en abril de 2002 por el INE.

Las proyecciones de población utilizadas corresponden a aquellas efectuadas por el INE en el documento "Chile Hacia el 2050, Proyecciones de Población", y en el documento titulado "CHILE: Proyecciones y Estimaciones de Población.

Total País 1950-2050”, las cuales consideran las cifras demográficas oficiales disponibles a nivel país y regional, considerando las quince regiones administrativas de Chile.

### 3.2.5.3 Datos de empleos.

Se ha considerado la siguiente clasificación de empleo en el país:

**Cuadro 3-2**  
**Antecedentes de empleo.**

<b>Factor</b>	<b>Grupos de Ocupación INE</b>
1. Profesionales	Profesionales y técnicos Gerentes, administradores y funcionarios de categoría directiva
2. Empleados	Empleados de oficina y asimilables Vendedores y asimilables
3. Obreros	Conductores de medios de transporte. Artesanos y operarios en construcción e industria Otros artesanos y operarios Obreros y jornaleros Trabajadores en servicios personales Trabajadores en ocupaciones no identificables
4. Rural	Agricultores, ganaderos, pescadores, cazadores y madereros

Fuente: INE.

### 3.2.5.4 Datos de hogares y viviendas.

La determinación de las cifras se efectuó con base en la información contenida en el XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda, realizado por el INE en abril de 2002. También se ha considerado el estudio “Metodología para la estimación de viviendas particulares según nivel socioeconómico en Chile”<sup>14</sup> que modela los ingresos y número de hogares según grupo socioeconómico mediante una función matemática.

Se consideró un factor de corrección a nivel regional, para llevar las viviendas a hogares, explicado en el Informe 3-A de Diagnóstico y Pronóstico; Proyecciones Demográficas - , obteniéndose la distribución socioeconómica que se presenta a continuación.

<sup>14</sup> Documento preparado por Ernesto Castillo N. para INECON en el cual se efectúa una distribución socioeconómica de viviendas en base a cifras contenidas en el Censo del 2002, información obtenida de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional CASEN de 2006, y una clasificación según nivel socioeconómico desarrollada por ADIMARK.

**Cuadro 3-3**  
**Distribución de hogares según GSE (%) (Año 2006) Total país.<sup>15</sup>**

GSE	Distribución de N° de Hogares	Hogares según GSE (2006)
Bajo	52,3%	2.477.438
Medio	38,5%	1.824.402
Alto	9,3%	439.036
<b>TOTAL</b>	<b>100,0%</b>	<b>4.740.876</b>

**Fuente:** Estudio elaborado por Ernesto Castillo para INECON.  
Se considera grupos ABC1 = Alto; C2 y C3 = Medio; D y E = Bajo.

En cuanto a los tramos de los ingresos mensuales asociados a los segmentos considerados, éstos serían los siguientes:

**Cuadro 3-4**  
**Ingresos mensuales por hogar según GSE (AÑO 2006)(\\$).<sup>16</sup>**

GSE	Ingresos Mensuales por Hogar (\$)		
	Máximo	Mínimo	Promedio
Bajo	350.000	0	175.000
Medio	1.450.000	350.000 +	900.000
Alto	3.000.000 +	1.450.000 +	2.250.000

**Fuente:** Estudio elaborado por Ernesto Castillo para INECON.

Con base en la información contenida en los dos cuadros anteriores, se procedió a elaborar la tabla de ingreso mensual máximo por GSE y número de hogares acumulados, que se presenta a continuación:

**Cuadro 3-5**  
**Ingreso máximo según GSE.**

GRUPO GSE	Ingreso Máximo (M\$/mes)	N° de Hogares Acumulado 2006 (Millones)
BAJO acumulado	350	2,477
MEDIO acumulado	1.450	4,302
ALTO acumulado	3.000	4,741

**Fuente:** Elaborado por INECON en base a estudio de E. Castillo.

### 3.3 Procesos para la calibración del modelo.

#### 3.3.1 Procedimiento general de calibración.

Por ser un modelo integrado de usos del suelo y transporte, la calibración del sistema TRANUS también se realiza de manera integrada. TRANUS realiza una

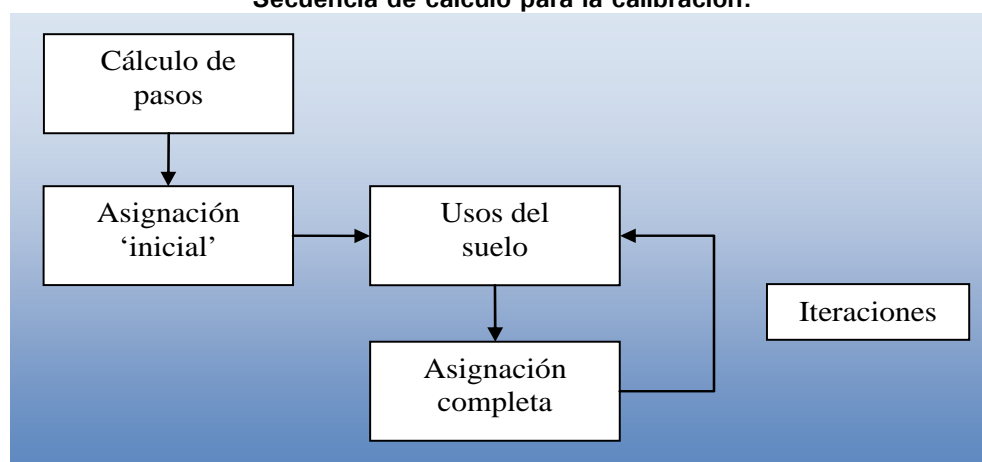
<sup>15</sup> El Estudio de Ernesto Castillo para INECON, se efectuó a comienzos del 2008, por lo que su base es del año 2006.

<sup>16</sup> Idem anterior.

asignación denominada 'inicial', que permite calcular los costos y desutilidades también a 'red vacía'. Estos resultados preliminares de costos y desutilidades a red vacía permiten realizar las primeras corridas del modelo de usos del suelo, con lo cual es posible realizar las primeras asignaciones.

La secuencia usos del suelo – transporte se repite varias veces para que el sistema vaya convergiendo hacia un equilibrio, teniendo presente la secuencia que se evidencia en la figura siguiente.

**Figura 3-8**  
**Secuencia de cálculo para la calibración.**



Fuente: Elaboración propia.

El proceso de desarrollo del modelo se realiza de acuerdo a la secuencia de etapas que se describe a continuación:

- Diseño del modelo.
- Desarrollo de la red de transporte.
- Funciones de costos de transporte y otras variables.
- Cálculo de caminos (pasos).
- Información socioeconómica (producción, población). Localización y flujos económicos-espaciales.
- Ajuste de las funciones de generación de viajes. Asignación multimodal. Iteraciones.
- Proyecciones.

### 3.3.2 Ajuste del modelo de transporte.

El procedimiento de cálculo de pasos permite, desde las etapas iniciales del proceso de calibración, realizar algunos ajustes. Los principales elementos que se deben ajustar en esta primera etapa son:

- Funciones de costos de operación.
- Funciones tarifarias o costos a los usuarios.
- Características de la vialidad, velocidades a flujo libre.
- Valores del tiempo de los usuarios.
- Primeros ajustes a las constantes modales.

En esta etapa se deben ajustar parámetros adicionales:

- Funciones de generación elásticas por categoría de usuario.
- Parámetros de dispersión del modelo logit de elección de modo/ruta.
- Parámetros de las funciones de flujo-velocidad.

El principal elemento para ajustar estas funciones son los conteos vehiculares realizados en distintos puntos de la red, incluyendo vehículos en carreteras, carga y pasajeros en ferrocarril, carga marítima, y otras posibles mediciones de tráfico. Con éstos se compila una lista y se compara con los resultados del modelo.

Cabe señalar que en el curso del Estudio, se efectuó un levantamiento de información en el área comprendida entre las regiones de Arica y Parinacota y de Los Lagos. El plan de mediciones fue diseñado en conjunto con la Contraparte Técnica del estudio y desarrollado por la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC). El período de medición abarcó los meses de noviembre y diciembre de 2007, incluyéndose los siguientes procesos:

- mediciones continuas de flujos vehiculares;
- mediciones de tasas de ocupación de transporte privado de pasajeros, y;
- encuestas origen-destino a usuarios de transporte privado de pasajeros y a conductores de transporte de carga.

Los resultados globales de las mediciones realizadas a vehículos livianos son los presentados a continuación:

**Cuadro 3-6**  
**Resumen de encuestas a vehículos livianos.**

Región	Vehículos Livianos Contados	Pasajeros Encuestados	Vehículos Livianos Encuestados	Porcentaje de muestreo	TOC (Pax/veh)
Arica y Parinacota	1.267	575	390	30,8%	1,47
Tarapacá	14.756	1.024	727	4,9%	1,41
Antofagasta	6.438	2.585	2.009	31,2%	1,29
Atacama	6.886	3.914	2.657	38,6%	1,47
Coquimbo	21.374	8.380	5.738	26,8%	1,46
Valparaíso	86.404	8.601	5.906	6,8%	1,46
Metropolitana	71.589	6.774	5.634	7,9%	1,20
O'Higgins	55.060	5.916	4.649	8,4%	1,27
Maule	23.067	2.994	2.481	10,8%	1,21
Biobío	35.083	9.170	7.277	20,7%	1,26
Araucanía	10.862	3.074	2.098	19,3%	1,47
Los Ríos	3.155	3.770	2.208	70,0%	1,71
Los Lagos	17.163	5.530	3.480	20,3%	1,59
<b>Total Nacional</b>	<b>353.104</b>	<b>62.307</b>	<b>45.254</b>	<b>12,8%</b>	<b>1,38</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3 Ajuste del modelo de usos del suelo.

Los principales parámetros a estimar en este segmento del modelo son:

- Coeficientes intersectoriales.
- Parámetros de las funciones de desutilidad.
- Parámetros de dispersión de los modelos logit.

Los coeficientes intersectoriales (coeficientes input-output) se calculan con base en la información existente, aunque deben ser ajustados para que se obtengan los totales de producción por sector.

Las funciones de desutilidad locacional regulan el peso relativo del costo de localización versus la desutilidad de transporte.

Finalmente los parámetros de dispersión del logit de localización se ajustan con un procedimiento de pruebas sucesivas, similar al utilizado en el modelo de transporte, hasta lograr un buen ajuste entre los datos y los valores simulados.

#### 4. RESULTADOS GENERALES DE LA CALIBRACIÓN.

El proceso de calibración ha sido satisfactorio tanto para el modelo de usos de suelo como para el modelo de transporte, conforme se evidencia en los párrafos siguientes.

##### 4.1 Resultados generales del modelo de usos de suelo.

Los principales resultados que se obtuvieron luego del proceso de calibración del modelo de localización de actividades fueron:

- Producción ajustada por sector y zona
- Empleo por tipo por sector y zona
- Población por estrato y zona
- Matriz de coeficientes intersectoriales Insumo-Producto

A continuación se presenta un cuadro con los resultados de la calibración de los 13 sectores económicos, con el índice de determinación entre la producción bruta por zona y las cifras entregadas por el modelo. Se consigna que un  $R^2$  de determinación igual a 1 constituye un ajuste o calibración perfecta.

**Cuadro 4-1**  
**Correlación entre producción bruta observada y producción bruta modelada.**

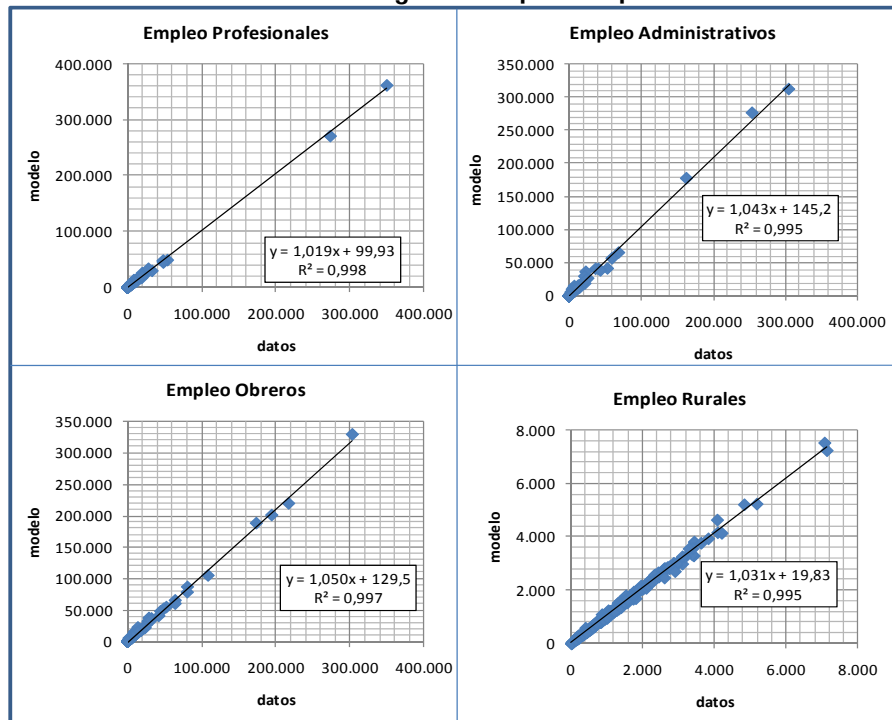
Sector Económico	Índice de Determinación $R^2$
Agricultura/Silvicultura	0,990
Pesca	0,997
Minería	0,975
Manufactura	0,990
Electricidad-Gas-Agua	0,990
Construcción	0,991
Comercio	0,994
Turismo	0,996
Transporte y comunicaciones	0,997
Finanzas	0,996
Inmobiliario	0,992
Servicios	0,989
Administración pública	0,993

Fuente: Elaboración propia.

De manera análoga se presentan gráficamente los resultados de la calibración de la población y empleo.

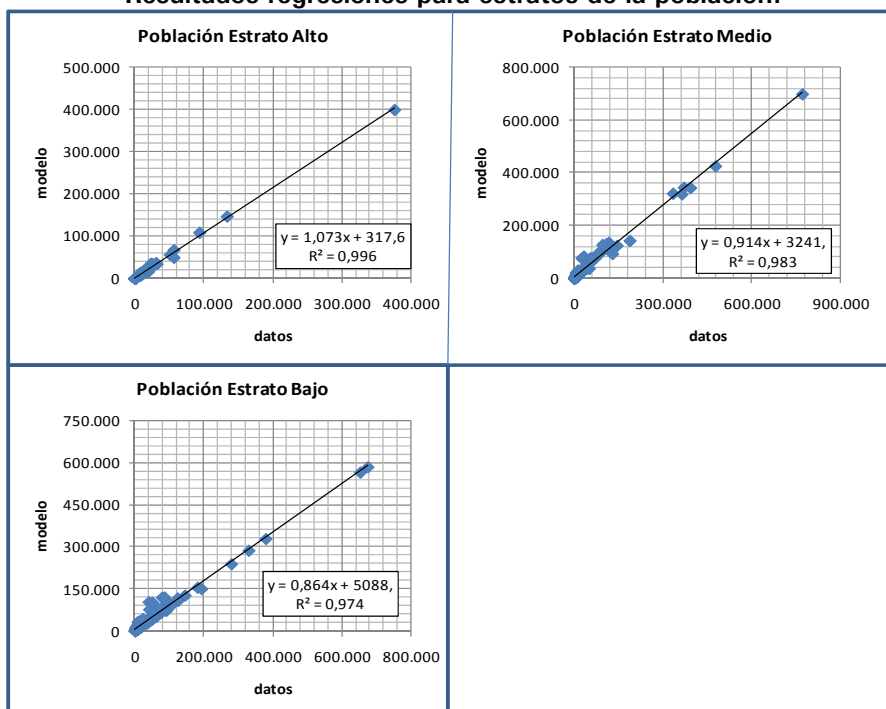


**Figura 4-1**  
**Resultados regresiones para empleo.**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4-2**  
**Resultados regresiones para estratos de la población.**



Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 Resultados generales del modelo de transporte.

En el modelo de transporte, se han ajustado diversas funciones, entre las cuales destacan:

- La distribución de los flujos de carga por sector a tipos de carga.
- Los parámetros de dispersión del modelo logit de reparto modal/elección de ruta por categoría de demanda.
- Los valores del tiempo de todas las categorías de demanda.
- Los parámetros de preferencia modal.

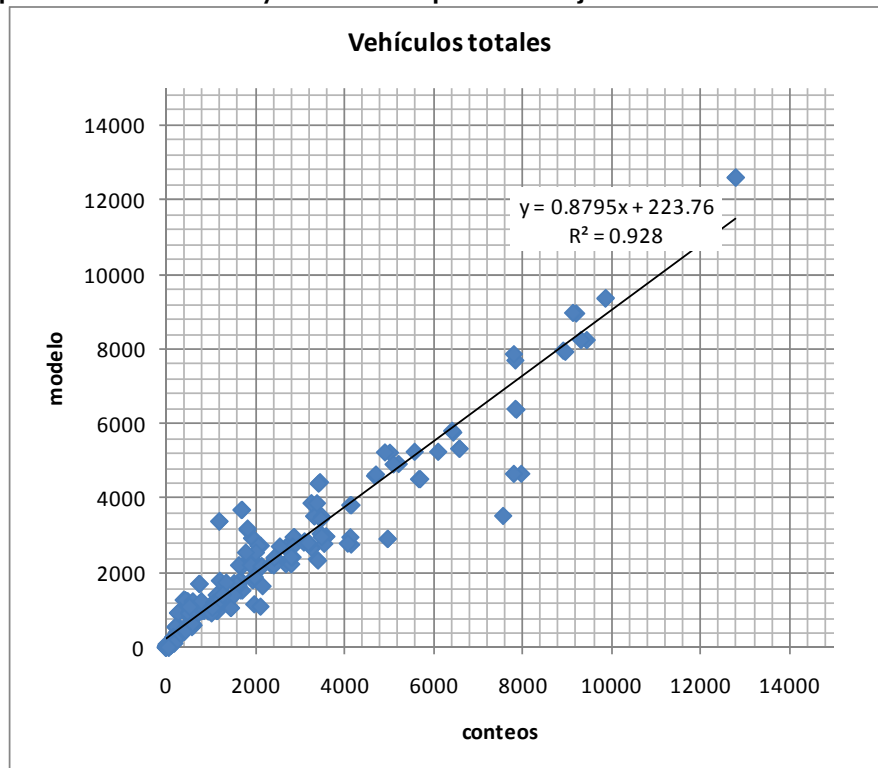
Con estos valores ajustados, el modelo de transporte del sistema TRANUS generó una gran cantidad de información, destacando:

- Volumen (personas o Ton) asignado en cada enlace de la red multimodal.
- Vehículos por tipo asignados en cada enlace de la red multimodal.
- Velocidad de circulación por tramo y tipo de vehículo.
- Matrices O-D de viajes por categoría de demanda (personas o Ton).
- Matrices O-D de costos monetarios de transporte por categoría de demanda.
- Matrices O-D de desutilidades de transporte por categoría de demanda (el *log-sum* de los modelos logit).

Tanto las matrices de costos monetarios como las de desutilidades son un insumo para el modelo de localización de la producción. Además de estos resultados, el modelo estima una serie de indicadores acerca del sistema de transporte, presentándose aquí los más significativos.

En la figura siguiente se comparan los resultados del modelo con los conteos de tráfico en los puntos distribuidos en todo el territorio. La figura indica también el coeficiente de determinación y los parámetros de la ecuación lineal.

**Figura 4-3**  
**Comparación entre datos y modelación para un conjunto de estaciones de conteo.**



Fuente: Elaboración propia.

Se destaca que la calibración es más aceptable para grandes flujos de vehículos, no así para los flujos menores, lo que tiene su explicación en el carácter nacional y estratégico de la red de modelación.

Ciertos puntos de control fueron corregidos con la información proporcionada por el Plan Nacional de Censos del año 2006, proyectado al año 2007. Esto se efectuó teniendo presente las importantes discrepancias detectadas en algunas estimaciones de los flujos obtenidos por parte de DICTUC.<sup>17</sup>

En total fueron utilizados 298 puntos de control para la calibración. Hubo cuatro puntos de control, ubicados en la Región de Antofagasta, que no fueron considerados, porque correspondían a sectores urbanos cercanos a San Pedro de Atacama y que no estaban contemplados en el Plan de Medición de DICTUC.

<sup>17</sup> Por encargo de la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas (DIRPLAN-MOP), la División Ingeniería de Transporte y Logística de DICTUC de la Pontificia Universidad Católica de Chile, desarrolló los estudios de base de tránsito que se reportan en este punto del informe.

**Cuadro 4-2**  
**Distribución del % de desviación de la modelación del valor observado.**

<b>% de Desviación</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Promedio Desviación</b>
0-9.9%	123	4,5%
10-19.9%	67	14,9%
20-29.9%	44	24,4%
30-39.9%	19	33,0%
40-49.9%	6	44,7%
50-59.9%	8	55,9%
60-69.9%	6	67,4%
70-70.9%	1	70,3%
70-79.9%	3	74,5%
80-89.9%	2	81,0%
90-99.9%	1	97,4%
100-199.9%	16	137,3%
200-299.9%	1	224,7%
300% y más	1	308,0%
<b>Total</b>	<b>298</b>	<b>25,7%</b>

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior se puede apreciar la cantidad de observaciones modeladas y su desviación correspondiente. Entre un 0 y 40% de desviación se contabilizan 253 observaciones, lo cual corresponde a un 85% del total de puntos de control. Un 41% de las observaciones tiene menos de 10% de desviación.

El mayor número de observaciones modeladas se encuentra entre los 1.000 y los 4.999 vehículos por día, lo cual es representativo de los TMDA en las principales rutas pavimentadas (ver siguiente cuadro).

**Cuadro 4-3**  
**Distribución de desviaciones por número de TMDA observado.**

<b>TMDA</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Promedio Desviación</b>
0-99	28	58,5%
100-499	34	14,4%
500-999	31	45,8%
1.000-4.999	163	22,2%
5.000-9.999	29	8,2%
10.000 y más	13	19,6%
<b>Total general</b>	<b>298</b>	<b>25,7%</b>

Fuente: Elaboración propia.

En cuadro anterior se presenta la distribución de las desviaciones de acuerdo al TMDA observado. En esta situación se presentan algunas anomalías, ya que se puede apreciar que algunas observaciones con un menor flujo de TMDA presentan mejores promedios en la desviación, en comparación con observaciones con mayor TMDA. Esto se puede explicar debido a puntos de control que no pudieron ser bien calibrados y que representan una gran desviación, como se hizo notar en el análisis del Plan de Medición.

**Cuadro 4-4**  
**Distribución por niveles de TMDA y desviaciones.**

<b>TMDA</b>	<b>0-9.9%</b>	<b>10-19.9%</b>	<b>20-29.9%</b>	<b>30-39.9%</b>	<b>40-49.9%</b>	<b>50-59.9%</b>	<b>60-69.9%</b>	<b>Mayor %</b>	<b>Total</b>
0-99	1	2	5	3	2	2	2	11	28
100-499	14	12	5	1	1	1		0	34
500-999	11	6	3	2		4	1	4	31
1.000-4.999	68	40	28	12	3	1	1	10	163
5.000-9.999	22	4	2	1				0	29
10.000 y más	7	3	1				2	0	13
<b>Total</b>	<b>123</b>	<b>67</b>	<b>44</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>25</b>	<b>298</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Por último, en el cuadro anterior se presenta la distribución de los puntos de control por nivel de TMDA y nivel de desviación. Se destaca que 25 puntos de control tuvieron una desviación mayor al 70 %, principalmente en los flujos menores y en los correspondientes a un TMDA de entre 1.000 y 5.000 vehículos.

## **5. ASPECTOS METODOLÓGICOS GENERALES DE TEMAS NO MODELADOS.**

### **5.1 Metodologías y procedimientos para el análisis de los temas no modelados.**

Tal como se indicó en el sub-capítulo 2.1.2, una serie de temas de infraestructura no fueron incorporados en la modelación.

A continuación se analizan las metodologías aplicadas en cada caso y los resultados obtenidos.

#### **5.1.1 Conectividad a zonas aisladas, en el marco de la equidad territorial.**

La situación de aislamiento en que viven los habitantes de zonas extremas, devela una realidad difícil para los habitantes de tales territorios. El problema de conectividad se origina en especial por las condiciones geográficas, unido en muchos casos, a la adversidad climática y las difíciles condiciones del terreno.

El Ministerio de Obras Públicas ha desplegado grandes esfuerzos y recursos para materializar rutas que unan sectores extremos. Los altos costos de infraestructura caminera y la preservación del medio ambiente – fundamentalmente en la zona austral - deben considerarse antecedentes importantes para la toma de decisiones al respecto.

El mejoramiento de la conectividad no se logra sólo con caminos. También es necesario rebajar los costos del transporte. En tal perspectiva el Gobierno ha señalado su intención de perfeccionar los subsidios vigentes para el transporte marítimo y aéreo de pasajeros y carga. Esto permitiría ofrecer un servicio de mejor calidad para los usuarios y disminuir los tiempos de viaje entre diversas localidades extremas.

El gasto en esos territorios debe ser visto como una inversión en soberanía, cultura, conservación, turismo y capital social. Una visión de Estado debe perseguir la integración plena al país, la promoción del liderazgo regional para la gestión de sus propios territorios especiales aislados, el mejoramiento de las condiciones de la habitabilidad y la flexibilización de instrumentos públicos.

Se considera la premisa de que el territorio nacional debe contar con condiciones mínimas que permitan que las personas que lo habitan se sientan seguras, posean espacios públicos y recreativos, tengan acceso a los

mecanismos para satisfacer sus necesidades de consumo, servicios, educación, vivienda y salud, vivan y se transporten en forma expedita a su trabajo. Estos estándares deben ser garantizados por el Estado gradualmente, y para su concreción, deben hacerse los esfuerzos de gestión e inversión necesarios.

En este punto es pertinente opinar que el territorio nacional ha generado deseconomías, tanto de aglomeración como de dispersión, en algunos de sus espacios específicos y que en muchos otros no coinciden espacialmente la población y los recursos. Asimismo, a juicio del Consultor, el mejoramiento de la localización de la población y sus actividades propenderá a una distribución de oportunidades que facilite la superación de las desigualdades en los niveles de vida de la población, en las diferentes zonas territoriales y económicas que conforman la totalidad del país, favoreciendo el cumplimiento de la equidad social, los procesos de descentralización y el aprovechamiento o el desarrollo de ventajas comparativas y competitivas.

También se opina que la localización espacial de la población y sus actividades basada en el conocimiento de las potencialidades y limitaciones del territorio puede contribuir a minimizar los conflictos entre las actividades urbanas y productivas y el ambiente natural.

Otro elemento insoslayable en este punto lo constituye el hecho de destacar que la integración territorial de Chile está directamente relacionada con las fronteras interiores, con la conectividad, y con la utilización racionalizada de los recursos que estas áreas comprendan. Este punto se liga muy directamente con aspectos de la geopolítica, la que como disciplina estudia el impacto de ciertos factores geográficos en la formulación de la política exterior y de seguridad/defensa del Estado.

En la determinación de los proyectos e inversiones necesarias para aumentar la conectividad de territorios aislados, en el período 2010-2025, se tomaron en cuentas los siguientes aspectos:

- ✓ Se efectuó un análisis de cerca de 300 localidades que cuentan con poblaciones de entre dos y 2.000 habitantes, involucrando a aproximadamente 25.000 personas.
- ✓ Se postula el 100% de conectividad para todos los poblados definidos con un aislamiento "alto" y "crítico" (tiempo de acceso a servicios básicos como capital comunal, capital regional, hospital, educación media, según el estudio de SUBDERE/USACH, 2004).

- ✓ Se asumió que para aquellas localidades con aislamiento “bajo” o “regular”, el aislamiento será resuelto con la programación regular del Ministerio.
- ✓ Se buscó superar las brechas que aún quedarían después de las obras de infraestructura en desarrollo y por aquellas definidas y proyectadas en otros programas (ampliaciones y extensiones de caminos, Rutas Emblemáticas, Plan de Conectividad Austral, Plan Chiloé, etc.).
- ✓ Se analizaron soluciones para agrupaciones territoriales.
- ✓ Se aplicó el concepto de multimodalidad, especialmente en regiones australes (modos terrestre, marítimo, lacustre, fluvial y/o aéreo), en lo posible complementando los modos. Además, la conectividad insular exige estudio especial.
- ✓ Se buscaron soluciones de diversa índole:
  - vialidad (mejoramiento incluyendo soluciones básicas),
  - obras portuarias (construcción de rampas o muelles-atracaderos y refugios para pasajeros),
  - aeropuertos (construcción o mejoramiento de aeródromos y/o helipuertos).
- ✓ En el caso de algunas localidades aisladas se sugiere y justifica un análisis complementario usando para ello otros criterios y/o bases de estudio. Por ejemplo, el Mapa de Vulnerabilidad de MIDEPLAN, que se utilizó para referenciar las ubicaciones en el territorio, pero sin buscar la generación de inversiones, que el Estado ciertamente podría asumir en otros programas y/o otros ministerios.

Del análisis señalado se obtuvieron los proyectos de conectividad por la suma preliminar y estimada de US \$ 675 millones. El detalle de cada una de las soluciones propuestas se encuentra en el capítulo correspondiente a cada región.

Esto significa una inversión muy elevada con relación a niveles normales/promedio de proyectos. También se destaca que, con la mayor seguridad, tales proyectos no tienen una rentabilidad positiva conforme a las evaluaciones tradicionales, teniendo presente su impacto en una cantidad de habitantes dispersos y en una cuantía menor (alrededor de 25.000 personas). Sin embargo, se ha estimado apropiado perseverar en su presentación



considerando los argumentos antes señalados y dado el énfasis puesto en los Términos de Referencia, para aspectos de territorios y descentralización, en la perspectiva de tener presente una política de integración nacional, donde la equidad territorial sea un elemento siempre presente en la formulación de planes de inversión.

**Cuadro 5-1**  
**Requerimientos de inversión en proyectos de conectividad para zonas aisladas.**

Región	Vial	Marítimo	Aéreo	Inversión (US\$ mill)
Arica y Parinacota	8,2		76,0	84,2
Tarapacá	9,8		75,0	84,8
Antofagasta	9,0		27,0	36,0
Atacama	5,7			5,7
Biobío	3,8	0,6	1,0	5,4
Los Ríos	2,2		2,0	4,2
Los Lagos	86,7	16,1	86,5	189,3
Aysén	48,0	1,7	3,0	52,7
Magallanes	9,6	2,4	201,0	213,0
<b>Total</b>	<b>183,0</b>	<b>20,8</b>	<b>471,5</b>	<b>675,3</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.2 Accesos a puertos.

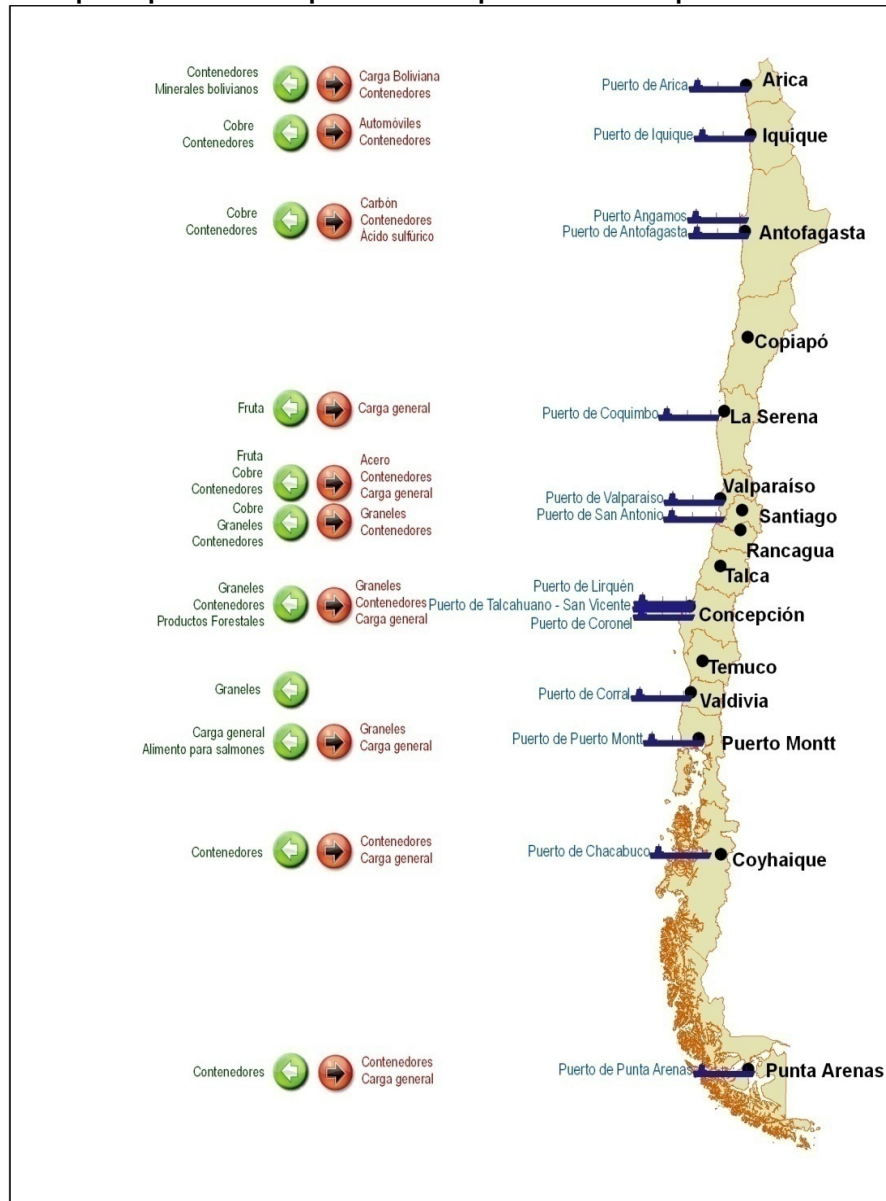
Desde que Chile se abrió al comercio internacional, ha sido necesario realizar sucesivas modernizaciones en el sistema portuario nacional, tanto en la parte institucional como en la infraestructura física de los puertos, considerando que el volumen de carga internacional se ha multiplicado en varias veces. El resultado es que nuestro país ha mejorado sustancialmente la eficiencia en el uso del borde costero, posibilitando una disminución significativa en los costos logísticos del comercio exterior y una disminución en la distancia virtual a los mercados de destino de las exportaciones.

Se puede destacar el continuo incremento de las cargas en los puertos nacionales, las que, en los últimos años han aumentado un 46,7%, pasando de 74,02 millones ton en el año 2000, a 108,6 millones ton en el año 2007.<sup>18</sup>

En la figura siguiente se destacan los principales productos embarcados y desembarcados en los puertos nacionales de mayor transferencia de carga.

<sup>18</sup> Fuente: DIRECTEMAR (Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante; cifras incluyen cabotaje, comercio exterior y tránsito internacional)

**Figura 5-1**  
**Principales productos exportados e importados en 15 puertos chilenos.**



Fuente: Elaboración propia.

Los mejoramientos en el ámbito portuario (de índole institucional y operativa) han tenido un impacto en la infraestructura terrestre y en las instalaciones logísticas. El Ministerio de Obras Públicas ha realizado importantes esfuerzos para dotar de buenos accesos y conectividad entre los centros productores o receptores de carga y los puertos. Así, se ha mejorado sustantivamente la ruta 68 y 78 de acceso a los puertos de la zona central del país, como asimismo se han construido en las ciudades de Valparaíso y San Antonio varios accesos

especiales que permiten segregarse el tráfico de camiones al puerto del resto del quehacer de la ciudad que los rodea. También se han realizado importantes inversiones en mejoramiento de accesos a los puertos de la Región del Biobío y otros puertos menores y se ha posibilitado el acceso a los centros de acumulación o administración de carga.

Sin embargo, dado el dinamismo del comercio exterior del país y potenciales perspectivas de cargas de otros países, ha sido necesario revisar las demandas proyectadas, las capacidades de los puertos y/o los programas de desarrollo que ellos tengan contemplados y los volúmenes de tránsito pesado que impactarán en las inversiones de conectividad a los mismos.

Con el crecimiento de la cuantía de las transferencias de carga, los puertos han estudiado alternativas de espacios adicionales para el almacenamiento de cargas previo a su embarque o, posterior a su desembarque. Se conocen soluciones que consideran obtener la mayor productividad de los espacios en uso, tales como la puesta en operación de la Zona de Extensión de Apoyo Logístico (ZEAL) en el camino La Pólvora, de acceso para el puerto de Valparaíso, la idea de contar con un ante-puerto en Alto Hospicio, para el puerto de Iquique y el proyecto de la Empresa Portuaria de Puerto Montt, para desarrollar un puerto seco en camino Alerce (Ruta V-505).

Las relaciones puerto-ciudad son cada vez más importantes para el desarrollo de las ciudades, tanto a nivel nacional como internacional. Los puertos modernos han adquirido nuevas funciones en el contexto económico de la globalización, pasando de simples infraestructuras para carga, descarga y almacenamiento de productos, a ser grandes polos económicos de recepción y distribución de mercancías. Como centros logísticos, en los puertos y sus entornos se han emplazado nuevas actividades económicas que añaden valor a las mercancías y crean nueva riqueza y empleo en la ciudad. Al mismo tiempo que muchos puertos han reutilizado los espacios antiguos (obsoletos para el tráfico marítimo actual), ubicados en áreas de gran centralidad urbana, por lo que adquieren gran valor para atraer actividades turísticas, que pueden contribuir al desarrollo de las ciudades.

Un fenómeno cada vez más habitual es que las ciudades portuarias procedan a la renovación urbana de su frente marítimo alejando la actividad puramente comercial e industrial y todo lo que ello implica (tráfico de mercancías pesadas y peligrosas, ruidos, contaminación atmosférica, alteraciones del paisaje, etc.), de las zonas más próximas al entramado urbano mediante la cesión de terrenos portuarios para usos ciudadanos de carácter recreativo, turístico y cultural. Son los casos de Barcelona, Baltimore, Buenos Aires, por nombrar algunos

casos más renombrados desde fines del siglo pasado. Los principales objetivos de estas iniciativas han sido el dar libre acceso al público a estas áreas, la mejora de la imagen externa de zonas prácticamente abandonadas o en desuso y su regeneración económica mediante la introducción de “nuevas oportunidades” (Fagence, 1995).<sup>19</sup>

No obstante los esfuerzos realizados, en el contexto del Plan Director de Infraestructura, se mantiene la relevancia estratégica de contar con sugerencias y vías de acción que apoyen el mejoramiento de la calidad de vida urbana, aportando a soluciones del conflicto ciudad-puerto.

En el marco del PDI se realizó un análisis de la situación actual de los accesos urbanos a los principales puertos de Chile. Se ha considerado en el análisis aquellos casos que presentan a priori los mayores conflictos entre actividad urbana y flujos de carga desde y hacia el puerto. Para ello se han incluido las proyecciones de crecimientos de los puertos, principalmente a través de los Planes Maestros Portuarios correspondientes (cuando estuvieron disponibles), las tendencias en los volúmenes de carga operados a través de ellos, las vías actuales de acceso para las cargas (viales y ferroviarias), los flujos de camiones y demás vehículos (cuando hay conteos disponibles del PNC o de SECTRA), las áreas industriales actuales y proyectadas, las opiniones vertidas por las autoridades portuarias, empresas concesionarias y autoridades del MOP durante el proceso de Reconocimiento Territorial y visitas a los puertos.

Se ha incluido en este análisis las ciudades-puerto de Arica, Iquique, Antofagasta, Caldera, Chañaral, Coquimbo, Valparaíso, San Antonio, el sistema portuario de la Región del Biobío (Lirquén-Talcahuano-San Vicente-Coronel), Puerto Montt, Chacabuco y Puerto Natales, con una inversión estimada preliminarmente en US\$ 1.300 millones.

---

<sup>19</sup> Fagence, M. (1995), “City Waterfront Redevelopment for Leisure, Recreation, and Tourism: Some Common Themes, en Craig-Smith, S.J and Fagence, M. (Eds.), Recreation and Tourism as a Catalyst for Urban Waterfront Redevelopment, Praeger, Wesport, Connecticut, London.

**Cuadro 5-2**  
**Inversión requerida en proyectos de accesos a puertos.**

<b>Región</b>	<b>Obra</b>	<b>Costo (US\$ mill)</b>
Arica y Parinacota	Acceso al puerto de Arica	89,3
Iquique	Acceso al puerto de Iquique	265,4
Antofagasta	Acceso al puerto de Antofagasta	106,7
Atacama	Acceso a puerto de Caldera	6,6
Atacama	Acceso a puerto de Chañaral	12,2
Atacama	Acceso a puerto de Huasco	12,2
Coquimbo	Acceso al puerto de Coquimbo	129,9
Valparaíso	Acceso al puerto de Valparaíso	145,2
Valparaíso	Acceso al puerto de San Antonio	42,0
Biobío	Acceso al Sistema Portuario VIII Región	411,1
Los Ríos	Acceso al puerto de Corral	38,8
Los Lagos	Acceso al puerto de Puerto Montt	33,3
Aysén	Acceso al puerto de Puerto Chacabuco	2,9
Magallanes	Accesos al puerto de Puerto Natales	4,1
	<b>Total</b>	<b>1.299,7</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.3 Análisis de necesidades de by-pass para ciudades y pueblos.

Con el objeto de tener una primera aproximación a la necesidad de desviar los tránsitos vehiculares que acceden o pasan por las zonas céntricas de los poblados, se diseñó una metodología que permite tener un panorama del país. Se acudió a lo expresado por los diversos actores durante el proceso de Reconocimiento Territorial y se realizó un análisis exhaustivo de ciudades y poblados afectos a flujos excesivos por sus centros urbanos.<sup>20</sup>

Para ello, en primer lugar se desarrolló una búsqueda en los distintos medios de comunicación de artículos que contuviesen demandas ciudadanas en esta materia. Luego se "recorrió" visualmente el país usando para ello imágenes satelitales disponibles en Google Earth. Dicha visualización fue realizada con la mirada de un profesional urbanista. Se buscó mediante este ejercicio identificar los lugares localizados en vías interurbanas que cuentan con un alto flujo vehicular, especialmente de carga. Así, región por región, se logró pesquisar más de 90 casos que merecían un análisis más acabado.

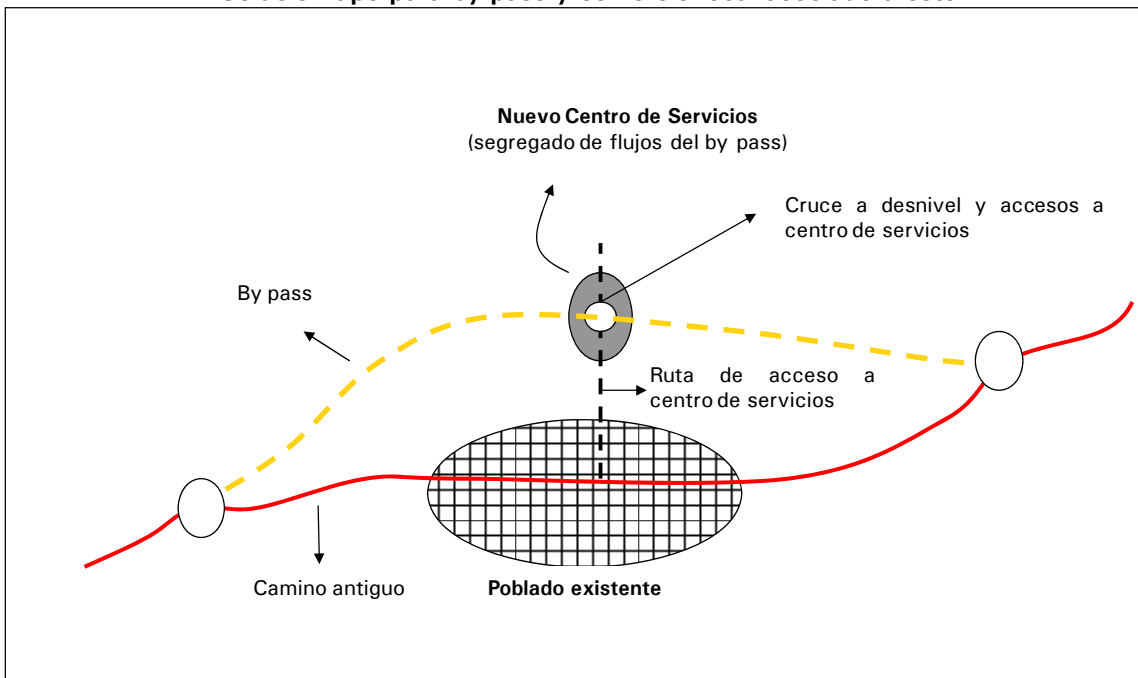
<sup>20</sup> Se presentaron casos de cierta urgencia como el de Calama, los poblados de Ovalle a la costa, la Ruta del Cobre en Rancagua, San Clemente, Hualqui y en general el Gran Concepción, varios pequeños poblados de las zonas madereras de la Región del Biobío y la Ruta 5 en Puerto Montt. Las autoridades regionales señalaron al Consultor que existían proyectos en vías de solución, habiéndose encargado estudios correspondientes y algunos en etapa de pre inversión. (La Ligua, Coelemu -con aportes privados- y Castro).

Para cada uno de los casos estudiados se preparó un esquema sobre la base de una imagen de Google Earth con el área urbana, información de población, y flujos de vehículos de carga que ingresan a los centros. Si corresponde, se muestran los cursos de agua importante que deberían ser considerados para efectos de puentes o defensas fluviales.

También se desarrolló un cálculo aproximado de los flujos de camiones que ingresan a cada centro urbano según las cifras proporcionadas por el Plan Nacional de Censos de la Dirección de Vialidad. Se consignó el supuesto de que a menor población y/o superficie por vehículo de carga detectado en el espacio urbano el problema es más grave. Posteriormente, se construyó un indicador cuantitativo que permite jerarquizar los casos de acuerdo a los que requieren mayor urgencia.

Para no afectar la demanda ni oferta de los productos comercializados en el comercio situado en las rutas, se ilustra una gráfica de solución "tipo" que permite evitar que nuevos by-pass impacten negativamente en el comercio local.

**Figura 5-2**  
**Solución tipo para by-pass y comercio local asociado a éste.**



Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis comparativo, se agruparon los centros urbanos en rangos de tamaño con el propósito de evitar mezclar los centros afectados a flujos

vehiculares de paso con aquellos cuyo destino efectivamente es el centro. Los rangos son los siguientes:

- Áreas metropolitanas (sobre 500.000 habitantes).
- Ciudades intermedias (entre 100.000 habitantes y 500.000 habitantes).
- Ciudades menores (entre 20.000 y 100.000 habitantes).
- Ciudades pequeñas, pueblos y aldeas (menos de 20.000 habitantes).

A nivel país se proyectaron 92 soluciones viales con una inversión de US\$1.201,8 millones en 781 km de vías. El resumen por región se presenta a continuación.

**Cuadro 5-3**  
**Inversión regional en by-pass.**

Región	Nº Proyectos	Inversión (mill US\$)	Longitud (km)
Arica y Parinacota	1	21,6	12,0
Tarapacá	2	22,4	18,7
Antofagasta	6	44,5	28,8
Atacama	1	7,2	6,0
Coquimbo	6	141,3	71,4
Valparaíso	3	29,1	24,2
Región Metropolitana	3	28,8	32,2
O´Higgins	8	142,2	92,5
Maule	16	171,7	118,6
Biobío	21	248,1	160,0
La Araucanía	11	155,9	98,9
Los Ríos	4	21,3	17,8
Los Lagos	7	109,1	68,7
Aysén	2	26,9	16,8
Magallanes	1	31,7	14,4
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>1.201,8</b>	<b>780,9</b>

Fuente: Elaboración propia.

Será materia de estudios específicos posteriores decidir si se sigue adelante en cada caso y la forma respectiva de materialización de cada uno.

#### 5.1.4 Visión de la infraestructura portuaria y costera para el 2020. Caletas pesqueras.

La Dirección de Obras Portuarias (DOP) del MOP es el organismo del Estado encargado de planificar, proyectar, construir y conservar oportunamente la infraestructura costera y portuaria, marítima, fluvial y lacustre necesaria para el

desarrollo socioeconómico del país y la conectividad física nacional e internacional con el interés de integrar territorialmente zonas geográficamente aisladas de Chile, construir plataformas portuarias para el desarrollo del turismo marítimo, colaborar para incrementar los niveles de eficiencia y competitividad del sector pesquero nacional, desarrollar el litoral costero y ribereño seguro y atractivo y, también, generar alianzas con el sector privado para el desarrollo de infraestructura portuaria y costera.

Uno de los objetivos estratégicos de la Dirección de Obras Portuarias es “mejorar las condiciones de operación de los pescadores artesanales a través de la construcción de infraestructura portuaria pesquera artesanal”, consistente en obras marítimas (tales como, muelles, rampas y/o malecones y la construcción de rampas de varado para el resguardo de embarcaciones; en caso de contar con sistemas de atraque y/o resguardo natural no se contempla inversión) y obras terrestres básicas de apoyo a la pesca artesanal, tales como: explanadas, servicios básicos (agua, luz, alcantarillado y servicios higiénicos) y cobertizos para el resguardo de artículos de la pesca.

La inversión considerada hasta el año 2020<sup>21</sup> se focalizará en los siguientes cinco ejes estratégicos, donde participan el sector público y privado para su implementación:<sup>22</sup>

- **Comercio exterior:** se proyecta una inversión por \$2.037.755 millones. De dicho monto, \$1.009.438 millones corresponden a inversiones en frentes de atraque; \$971.397 millones a accesos viales; \$33.260 millones a accesos ferroviarios; y \$23.660 millones a zonas logísticas.
- **Turismo de Cruceros y Deportes náuticos:** se ha proyectado una inversión de \$197.384 millones, de los cuales \$66.765 millones están destinados a obras relacionadas con el turismo de cruceros y \$130.619 millones para levantar marinas deportivas públicas. Las obras relacionadas son marítimas (dragados, rompe olas, sitios de atraque, dolphins, ampliación y mejoramientos de sitios de atraque) y terrestres (explanadas, servicios básicos, terminales de pasajeros).
- **Conectividad Austral e Insular:** para efectos de garantizar la conectividad austral e insular, marítima, fluvial y lacustre, del 45% del territorio desde la región de Los Ríos a la región de Magallanes y

---

21 Fuente: Dirección de Obras Portuarias, 2009. En el contexto de la preparación del documento “Chile 2020 – Obras Públicas para el Desarrollo”, la Dirección de Obras Portuarias de MOP preparó un programa de sus inversiones hasta el año 2020, enfatizando temas de inversiones en puertos, caletas de pesca artesanal, bordes costeros y otros. El análisis de accesos a puertos efectuados en el PDI aún no ha sido cotejado con las estimaciones de la DOP.

22 Un 80% de esta inversión será realizada por medio de inversión privada y el 20% restante será materializado por medio de inversión estatal.



Antártica Chilena, así como del territorio insular, se ha levantado una cartera de proyectos por \$236.327 millones.

- **Borde Costero:** la recuperación de espacios públicos costeros, demanda inversiones por \$195.208 millones en total, siendo \$154.768 millones para invertir en bordes costeros y \$40.440 millones para invertir en proyectos de mejoramiento y recuperación de playas.
- **Pesca Artesanal y Acuicultura:** se ha identificado una cartera de proyectos por \$51.473 millones, programada por el Ministerio de Obras Públicas, relacionada con obras marítimas (muelles, rampas y/o malecones) y obras terrestres (explanadas, servicios básicos, boxes, sombraderos para el resguardo de artes de pesca y oficinas de administración) destinadas a atender la producción pesquera nacional. A continuación se destacan los aspectos atinentes a la infraestructura para la pesca artesanal, que tiene un impacto importante en el territorio y su gente.

Algunos proyectos emblemáticos relacionados con el Programa de Infraestructura Portuaria y Costera, Chile 2020, son las siguientes:

**Cuadro 5-4**  
**Proyectos emblemáticos del Programa de Infraestructura Portuaria.**<sup>23</sup>

Región	Proyecto	Inversión (US \$ mill)
Antofagasta	Angamos: Terminal Granelero del Norte-TGN.	82,3
Antofagasta	Angamos: Terminal de Graneles.	91,0
Antofagasta	Mejillones: Terminal GNL	586,6
Atacama	Punta Cachos: Puerto Castilla (estudio impacto ambiental)	323,5
Valparaíso	San Antonio: Equipamiento espigón (en evaluación)	159,2
Valparaíso	San Antonio: Nuevo terminal "Puerto exterior" (en evaluación)	210,3
Biobío	Huachipato: Ampliación muelle.	68,2
Biobío	Coronel: Terminal granelero.	34,1
Biobío	San Vicente: Construcción sitio 4 más patio	113,7
Otras inversiones		310,4
<b>Total inversiones</b>		<b>1.979,3</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a Programa de Infraestructura Portuaria y Costera, Chile 2020.

<sup>23</sup> Planes de Inversión en frentes de atraque, ver pág. 38-41 de "Infraestructura portuaria y costera: Chile 2020", noviembre 2009.

– **Caletas para la pesca artesanal.**

Se ha observado en la última década un aumento de la participación del sector pesquero artesanal y de la acuicultura en el desembarque pesquero del país, siendo oportuno proveer de infraestructura portuaria, marítima y terrestre básica a las caletas pesqueras productivas del país, de manera que cuenten con las facilidades para el desarrollo y crecimiento de esta actividad productiva.

Dentro de la línea de apoyo a la pesca artesanal se estableció en 1990 el Programa de Infraestructura Portuaria Pesquera Artesanal a cargo de la DOP, con el que se ha incrementado la inversión pública en infraestructura pesquera portuaria artesanal. Hasta 1999 ésta fue de \$30.000 millones y entre los años 2000 y 2006 se han invertido alrededor de \$50.000 millones.<sup>24</sup> Este programa de apoyo a la pesca artesanal ha impulsado un proceso de modernización en las caletas de todo el país, al mejorar las condiciones de operación, seguridad e higiene en que desarrollan sus labores los pescadores, y además, beneficiando en forma indirecta a toda la comunidad al rescatar el borde costero para las ciudades favoreciendo el potencial turístico y comercial de ellas.

Hasta el año 1997, los asentamientos de pescadores artesanales mantenían una condición de precariedad y de riesgo de desalojo. No existía un reconocimiento explícito de aquellas áreas en las cuales se realiza parte importante de la actividad, vale decir varado, fondeo y reparación de embarcaciones, preparación de artes y aparejos de pesca.

El Ministerio de Defensa Nacional, con el concurso del Servicio Nacional de Pesca y de la Comisión Nacional de Uso del Borde Costero, reconoció 436 caletas de pescadores a lo largo del país. El Decreto 240 de 1998 consignó, por cada una de las regiones, el nombre y número de caletas y fue modificado mediante Decreto Supremo (M) N° 337, del 15 de noviembre de 2004.

Actualmente se consignan 558 caletas, de las cuales 454 corresponden a caletas permanentes y 105 a fondeaderos usados para anclar y refugiar las embarcaciones, conforme se aprecia en el cuadro siguiente:

---

24 Cifra obtenida en [www.subpesca.cl](http://www.subpesca.cl)

**Cuadro 5-5**  
**Caletas de pescadores artesanales.**

Región	Caletas permanentes			Fondeaderos			Total
	Rurales	Urbanas	Sub total	Rurales	Urbanas	Sub total	
Tarapacá	9	3	12	3	0	3	15
Antofagasta	12	6	18	8	0	8	26
Atacama	19	3	22	17	0	17	38
Coquimbo	22	9	31	3	0	3	34
Valparaíso	8	25	33	2	0	2	35
O'Higgins	1	4	5	1	0	1	6
Maule	8	5	13	3	0	3	17
Bio-Bío	54	21	75	6	1	7	82
La Araucanía	6	3	9	3	1	4	12
Los Lagos	182	24	206	14	0	14	220
Aysén	15	4	19	37	0	37	56
Magallanes	7	4	11	6	0	6	17
<b>Total</b>	<b>343</b>	<b>111</b>	<b>454</b>	<b>103</b>	<b>2</b>	<b>105</b>	<b>558</b>

Fuente: Leonardo Sasso Barros y Guillermo Rivera Sánchez; SERNAPESCA 2006.

La cantidad de personas naturales inscritas en una o más categorías de pescador artesanal al 31 de diciembre de 2008 se presenta a continuación.

**Cuadro 5-6**  
**Pescadores artesanales inscritos al 31 de diciembre de 2008.**

Región	Hombres	Mujeres	Total
			Inscritos
Arica y Parinacota	45	1,133	1,178
Tarapacá	212	1,541	1,753
Antofagasta	186	2,770	2,956
Atacama	377	3,030	3,407
Coquimbo	449	4,567	5,016
Valparaíso	281	4,298	4,579
O'Higgins	221	763	984
Maule	186	1,792	1,978
Bio-Bío	3,029	13,191	16,220
La Araucanía	180	742	922
Los Ríos	1,102	2,547	3,649
Los Lagos	3,928	16,204	20,132
Aysén	366	2,535	2,901
Magallanes	270	4,822	5,092
<b>Total país</b>	<b>10,832</b>	<b>59,935</b>	<b>70,767</b>

Fuente: [www.sernapesca.cl](http://www.sernapesca.cl)

Las embarcaciones artesanales inscritas en SERNAPESCA por macrozona y región corresponden a las presentadas a continuación:

**Cuadro 5-7**  
**Embarcaciones artesanales inscritas al 31 de diciembre de 2008.**<sup>25</sup>

Región	Bote remo	Bote motor	Lancha menor	Lancha media	Lancha mayor	Total
Arica y Parinacota	50	132	29	26	28	265
Tarapacá	27	287	46	17	9	386
Antofagasta	88	549	60	20	7	724
Atacama	35	402	48	29	19	533
Coquimbo	125	1,044	16	24	22	1,231
Valparaíso	50	792	34	37	32	945
O'Higgins	27	54	0	0	0	81
Maule	45	329	1	8	15	398
Bio-Bío	644	1,527	187	112	345	2,815
La Araucanía	67	50	45	7	0	169
Los Ríos	50	280	38	40	43	451
Los Lagos	93	2,480	1,855	194	62	4,684
Aysén	45	971	93	28	5	1,142
Magallanes	50	532	532	110	39	1,263
<b>Total</b>	<b>1,396</b>	<b>9,429</b>	<b>2,984</b>	<b>652</b>	<b>626</b>	<b>15,087</b>

Fuente: [www.sernapesca.cl](http://www.sernapesca.cl)

Existen estudios<sup>26</sup> que han concluido que más del 90% de los centros de desembarque de la pesca artesanal en Chile, presentan grados de desarrollo bajo, medidos en una escala relativa regional, en base a un conjunto de factores de carácter cualitativo y cuantitativo, pero que, sin embargo, sus potencialidades en capacidad organizacional, entorno y posibilidades de desarrollo futuro, son auspiciosas.

En el Programa de Infraestructura Portuaria Pesquera Artesanal 2005-2010, se estimó que alrededor de un 54,5% de las 154 caletas pesqueras más productivas del país (dentro de las 436 reconocidas por SERNAPESCA), aún no cuentan con infraestructura portuaria básica para optimizar la operación de la actividad pesquera artesanal<sup>27</sup>. En tal contexto se ha puesto énfasis en el

25 El D.S. N° 388 de 1995, Reglamento de Sustitución de Embarcaciones Artesanales y de Reemplazo de la Inscripción de Pescadores en el Registro Artesanal, define: Bote: embarcación sin cubierta completa, con o sin motor de propulsión. Lancha menor: embarcación con cubierta completa y motor de propulsión, con una eslora total de hasta 12 metros. Lancha media: embarcación con cubierta completa y motor de propulsión, con una eslora de más de 12 metros y de hasta 15 metros. Lancha mayor: embarcación con cubierta completa y motor de propulsión, con una eslora de más de 15 metros y de hasta 18 metros.

26 Max Montoya: Clasificación de caletas artesanales, Subsecretaría de Pesca 2002.

27 Programa de Mejoramiento de la Gestión, DOP; diciembre 2007.

Programa de Infraestructura Portuaria Pesquera Artesanal 2010-2020 para continuar contribuyendo al mejoramiento de las condiciones de operación portuaria del sector pesquero artesanal, considerándose una inversión de \$12.000 millones entre 2010 y 2013.<sup>28</sup>

En el Programa antes aludido se efectuó una actualización de la clasificación de las caletas, las cuales se han clasificado según su capacidad productiva, sustentabilidad y concentración de esfuerzo pesquero. Para el año 2020 se tiene la meta de lograr el 100% de provisión de infraestructura básica<sup>29</sup> de aquellas caletas pesqueras emergentes concentradas y una meta del 50% para las otras caletas.

Lo interesante del tema de la pesca artesanal radica en que, de alguna manera, se debe tratar de innovar en los hábitos arraigados en el aparato público, que suelen provocar desinteligencias y/o soluciones no óptimas para los niveles de inversión dados. En efecto, dada la naturaleza compartimentada del aparato público, suele ocurrir que se materialicen inversiones que significan duplicación de esfuerzos; o bien avances inorgánicos, descoordinados entre sí y sin la gradualidad requerida por la población objetivo. Ejemplo de esto es infraestructura portuaria construida y nunca utilizada (por variados motivos). Este tipo de problemas junto con la atención en aquellas caletas “no reconocidas” debería estar en el centro de la atención, con el fin de propender a una completa institucionalidad del sector.

En opinión del Consultor, la pesca artesanal requiere conciliar diversos equilibrios, con base en la sustentabilidad productiva (explotación racional del recurso), sustentabilidad territorial (compatibilización de actividad pesquera y turística), sustentabilidad económica (ligada a los canales de distribución y precios de los productos), sustentabilidad ecológica (mantención de los ecosistemas) y sustentabilidad social (asegurar las condiciones para el arraigo de las comunidades).

Se estima conveniente sugerir la revisión los criterios de priorización de proyectos y destacar incentivos para que las organizaciones de pescadores que ya cuentan con infraestructura entregada por el programa, soliciten la concesión marítima, de manera que asuman la responsabilidad legal de hacerse cargo del mantenimiento y conservación de la infraestructura. Por otro lado, se deben estudiar mecanismos de apoyo a las inversiones en mantenimiento y reparación para casos excepcionales que excedan los montos de inversión que

---

28 [www.dop.cl](http://www.dop.cl)

29 Infraestructura Portuaria Pesquera Artesanal Básica: sitios de atraque, explanada de servicios, servicios higiénicos, oficinas de administración, boxes, áreas cubiertas de trabajo.

pueden financiar las organizaciones de pescadores artesanales. Finalmente, como la inversión se hace sólo sobre las caletas reconocidas se debe considerar el hecho de que se está estudiando sólo a una parte del sector.

#### 5.1.5 Análisis de circuitos turísticos.

El turismo ha adquirido una importancia creciente en el país, el que se ha consolidado gracias al aumento sostenido que se observó durante el último decenio. En comparación con otros países, Chile es uno de los países de América Latina que registra mayores crecimientos en este ámbito para ese período. En ello incidieron las excepcionales condiciones de rápido crecimiento y desarrollo económico que vivió el país y, en particular, los efectos de sus políticas públicas.

El turismo desempeña un papel importante en el desarrollo económico de los países, teniendo presente que contribuye a impulsar el crecimiento de diversas actividades que son demandadas por los turistas, tales como servicios de alojamiento, transporte, centros de diversión, artesanía, entre otros. Además, atrae la inversión nacional y extranjera e impulsa la creación y el mejoramiento de la infraestructura, mediante la construcción de aeropuertos, autopistas, puertos y urbanización, en general. En los organismos asociados al turismo nacional, en especial el SERNATUR, existe consenso en estimar que el desarrollo turístico nacional depende de la oferta que se presente a los potenciales turistas, junto con las facilidades de atención, facilidades de desplazamiento y de las narrativas asociadas, en el marco de las bellezas escénicas que tiene el país, en su diversidad paisajística y cultural.

En tal contexto, se estima que la oferta de circuitos turísticos potenciaría fuertemente el desarrollo turístico nacional, entre los cuales sobresalen el Camino del Inca que comprende desde la Ruta Altiplánica hasta San Pedro de Atacama, la Ruta del Corredor Altiplánico, que considera el sector de Uyuni en Bolivia, San Pedro de Atacama en Chile y la Quebrada de Humahuaca en Argentina, la Ruta Costera, la Ruta Interlagos que se emplaza en las regiones de La Araucanía, de Los Ríos y de Los Lagos, permitiendo el acceso a áreas protegidas y zonas lacustres de gran belleza escénica y la Carretera Austral en la Macrozona Austral, entre otros circuitos de interés. Además, estos circuitos se deben analizar y considerar en el marco de las iniciativas de las entidades públicas y privadas especializadas en turismo, en orden a facilitar la transformación de territorios con potencial turístico en destinos turísticos de clase mundial, colaborando en la preparación logística de la base empresarial.

También se debe mencionar el interés gubernamental en orden a impulsar el clúster de Turismo de Intereses Especiales (TIE), acordes a las tendencias, exigencias y expectativas de los mercados emisores. Con el TIE no se apunta necesariamente en incrementar el número de turistas, sino que desarrollar productos turísticos relacionados a los recursos naturales y/o culturales que se identifican en territorios emergentes o consolidados, sin implicar impactos negativos para la sustentabilidad del territorio, pero obteniendo un mayor gasto por turista.

En el curso del estudio se efectuó una exhaustiva revisión de las características territoriales y recursos turísticos de cada una de las regiones, destacados en los distintos planes y estudios territoriales vigentes. Asimismo, se sintetizaron los distintos planteamientos y demandas recogidas en la etapa de Reconocimiento Territorial, poniéndose énfasis en los aspectos de conectividad vial y de otros tipos.

A continuación se indican los organismos especializados del Estado que suministran información sobre programas y destinos turísticos.

- **Ministerio de Obras Públicas.**  
Plan de la Infraestructura para la Competitividad 2008-2012
- **Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR).**  
Destinos Turísticos En Chile  
Zonas de Interés Turísticos  
Centros de Interés Turísticos
- **Ministerio de Economía.**  
Clúster de Turismo de Intereses Especiales.  
**Corporación de Fomento a la Producción (CORFO)**  
InnovaChile; Programa de Innovación en Turismo
- **Ministerio de Bienes Nacionales.**  
Rutas Patrimoniales
- **Comisión Nacional de Medio Ambiente.**  
Sendero de Chile
- **Secretarías Regionales de Planificación (SERPLAC).**  
Estrategias de Desarrollo Regional
- **Secretarías Regionales Ministeriales de Vivienda y Urbanismo.**  
Planes Regionales de Desarrollo Urbano
- **Distintos Planes de Ordenamiento Territorial.**
- **Planes de Borde Costero.**
- **Planes Regionales de Desarrollo Turísticos.**

A partir de todo lo anterior, se definieron en base a la experiencia del Consultor los principales destinos y rutas en el territorio,<sup>30</sup> destacados por sus atractivos y las posibilidades de desarrollar tanto el turismo masivo así como el turismo de intereses especiales, donde Chile ofrece ventajas competitivas.

También se ha realizado un análisis de una agenda para que el MOP considere proyectos de inversión vial y de otro tipo de infraestructura, para contribuir a mejorar la accesibilidad a la oferta turística.

Es oportuno señalar que el criterio general adoptado en la definición de la agenda ha sido considerar una accesibilidad por caminos pavimentados, aunque sea al menos a nivel de camino básico, específicamente y con preferencia para los destinos definidos por SERNATUR y por el Clúster de Turismo de Intereses Especiales del Ministerio de Economía.

En otra perspectiva y para los efectos del análisis de caminos para el turismo, uno de los aspectos centrales lo constituyen las denominadas **rutas escénicas**. A modo de sugerencia y proposición, se plantean las observaciones que siguen.

Una ruta escénica puede consistir en la identificación de una ruta existente que tenga características paisajísticas de gran belleza, la construcción de una vía de estas características o bien, desvíos estratégicos de vías existentes que den accesibilidad a lugares de belleza paisajística, con algunas definiciones que se podrían adoptar:

- No llegan hasta el destino mismo, sino que permiten la aproximación a cierta distancia.
- Las defensas son amigables, construidas o cubiertas con materiales nobles.
- Tienen paradores, con estacionamientos seguros del tránsito, que permiten la observación del paisaje.
- Sus bordes son sujeto de conservación, incluyendo la vegetación y formas de construcciones. Asimismo, algunos actores recomiendan intervenciones de paisajismo, aspecto que se debería analizar en detalle, considerando opiniones diferentes desde la perspectiva del ecologismo.
- Los cierres de propiedades colindantes son sujetos de regulación.
- No se permite la instalación de publicidad.
- Si promueve la construcción de ciclovías y caminos peatonales en su entorno, especialmente aquellos destinados al trekking.

---

<sup>30</sup> Los destinos turísticos definidos para cada región no necesariamente cuentan con la aprobación de las entidades competentes.



- No se permite cableado aéreo.
- La señalética y pintura de pavimentos está en función principal del turismo.
- Se evita, en lo posible, el desmonte y corte de cerros, prefiriéndose el serpenteo de la vía.
- La velocidad máxima permitida no debe superar los 80 km/hr, siendo preferible 60 km/hr., aspecto que es debatible en cada caso y situación del territorio.
- Se prohíbe el tránsito de camiones pesados.
- Están administradas por algún organismo ad-hoc. Este debiera además tener algún tipo de local contiguo a la vía con información pertinente para el turista.
- Si se está diseñando, se debe evitar que su trazado atraviere lugares no aptos para el turista. Si es una vía existente que se declara como escénica se debe impedir por regulación que en su entorno se localicen actividades no afines al turismo, tales como areneras o pozos de extracción de áridos, industria peligrosa o contaminante, rellenos sanitarios, depósitos de chatarra, discotecas y lugares de entretención nocturna, etc.
- Se promueve la instalación ordenada de locales de ventas de artesanías y gastronomía local.

Todos los destinos y circuitos turísticos propuestos se presentan en los capítulos siguientes –para cada una de las regiones- , así como las inversiones de infraestructura que corresponden en cada caso, definiéndose preliminarmente el monto de las mismas conforme a las obras que se estiman apropiadas.

El resumen general de las inversiones correspondientes a proyectos de infraestructura de la actividad de turismo es el siguiente:

**Cuadro 5-8**  
**Resumen de inversiones turismo (proyectos no modelados).**

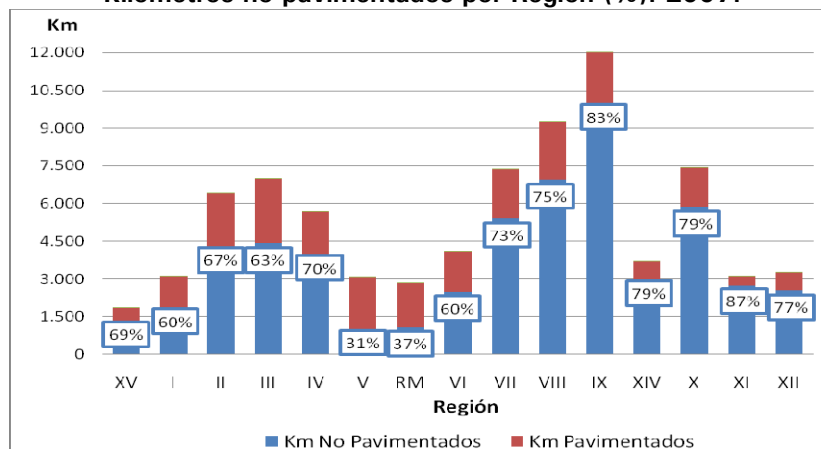
Región	Nº proyectos	Inversión (US\$ mill)
Arica y Parinacota	11	9,3
Tarapacá	14	14,6
Antofagasta	11	15,4
Atacama	9	15,5
Coquimbo	8	15,9
Valparaíso	1	1,0
Metropolitana	9	65,8
O´Higgins	1	0,7
Maule	12	56,3
Biobío	18	19,9
Araucanía	20	42,0
Los Ríos	18	94,0
Los Lagos	41	77,4
Aysén	7	30,9
Magallanes	16	55,2
<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>513,9</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.1.6 Vialidad no incorporada en la modelación.

El país al año 2007 presentaba una red vial de 80.528 km. Se encontraban pavimentados un total de 17.269 km, representando el 21,4 %. La diferencia de 63.259 km, corresponde a caminos no pavimentados, siendo su distribución regional la que se presenta en la figura siguiente.

**Figura 5-3**  
**Kilómetros no pavimentados por Región (%): 2007.**



Fuente: Elaboración propia.

La modelación de caminos consideró un total de 23.418 km, correspondiente al 29,1 % de la red vial nacional. Por ende, los caminos no modelados totalizan 57.110 km, según se aprecia en los cuadros que siguen.

Cuadro 5-9

<b>Total red vial nacional.</b>			
<b>Región</b>	<b>No pavimentados</b>	<b>Pavimentados</b>	<b>Total</b>
Arica y Parinacota	1.439	436	1.876
Tarapacá	2.151	985	3.136
Antofagasta	4.726	1.711	6.438
Atacama	6.035	987	7.022
Coquimbo	4.436	1.246	5.682
Valparaíso	1.785	1.324	3.109
Región Metropolitana	1.546	1.319	2.866
O´Higgins	2.916	1.215	4.131
Maule	5.887	1.499	7.386
Biobío	7.192	2.075	9.267
La Araucanía	10.513	1.505	12.018
Los Ríos	3.006	712	3.718
Los Lagos	6.046	1.391	7.437
Aysén	2.820	326	3.145
Magallanes	2.761	538	3.298
<b>Total red vial</b>	<b>63.259</b>	<b>17.269</b>	<b>80.528</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en cifras de la Dirección de Vialidad.

Cuadro 5-10

<b>Red vial nacional de modelación.</b>			
<b>Región</b>	<b>No pavimentados</b>	<b>Pavimentados</b>	<b>Total</b>
Arica y Parinacota	184	302	486
Tarapacá	138	783	921
Antofagasta	421	1.711	2.132
Atacama	801	868	1.669
<b>Macrozona Norte</b>	<b>1.544</b>	<b>3.664</b>	<b>5.208</b>
Coquimbo	447	1.162	1.609
Valparaíso	95	1.263	1.358
Región Metropolitana	65	1.230	1.295
O´Higgins	93	958	1.051
Maule	417	1.486	1.903
<b>Macrozona Centro</b>	<b>1.117</b>	<b>6.099</b>	<b>7.216</b>
Biobío	443	2.075	2.518
La Araucanía	728	1.505	2.233
Los Ríos	468	712	1.180
<b>Macrozona Sur</b>	<b>1.639</b>	<b>4.292</b>	<b>5.931</b>
Los Lagos	768	1.391	2.159
Aysén	930	326	1.256
Magallanes	1.121	527	1.648
<b>Macrozona Austral</b>	<b>2.819</b>	<b>2.244</b>	<b>5.063</b>
<b>Total red modelación</b>	<b>7.119</b>	<b>16.299</b>	<b>23.418</b>

Fuente: Elaboración propia con base en cifras de la Dirección de Vialidad.

Cuadro 5-11

Red vial nacional no modelada.			
Región	No pavimentados	Pavimentados	Total
Arica y Parinacota	1.255	134	1.390
Tarapacá	2.013	202	2.215
Antofagasta	4.305	0	4.306
Atacama	5.234	119	5.353
Coquimbo	3.989	84	4.073
Valparaíso	1.690	61	1.751
Región Metropolitana	1.481	89	1.571
O´Higgins	2.823	257	3.080
Maule	5.470	13	5.483
Biobío	6.749	0	6.749
La Araucanía	9.785	0	9.785
Los Ríos	2.538	0	2.538
Los Lagos	5.278	0	5.278
Aysén	1.890	0	1.889
Magallanes	1.640	11	1.650
<b>Total red no modelada</b>	<b>56.140</b>	<b>970</b>	<b>57.110</b>
<b>Total red vial</b>	<b>63.259</b>	<b>17.269</b>	<b>80.528</b>
<b>Total red no modelada</b>	<b>56.140</b>	<b>970</b>	<b>57.110</b>
<b>%caminos no modelados</b>	<b>88,70%</b>	<b>5,60%</b>	<b>70,90%</b>

Fuente: Elaboración propia con base en cifras de la Dirección de Vialidad.

Durante el desarrollo del presente estudio, se estimó pertinente presentar una alternativa de intervención para aquellos caminos no incluidos en la modelación que, de caso contrario, no tendrían posibilidades de ser incluidos en planes de acción o de inversión en el marco del Plan Director. La conveniencia de llevar a cabo este análisis se encuadra en el contexto de las políticas impulsadas por el MOP, en la perspectiva de contribuir a mejorar la calidad de vida, no sólo donde se concentra la población y la actividad económica, sino también en aquellos territorios donde se requiere mejorar la conectividad e impulsar la economía local, entre otros aspectos.

Así, los factores considerados en la adopción de una metodología especial han sido:

- Apoyo a la población y sectores de la economía – en especial la fruticultura y el turismo- que requieren de caminos y accesos mejores o pavimentados, para facilitar la actividad productiva y elevar la competitividad regional.
- Mejoramiento de la conectividad, en especial en aquellas zonas de alta pluviosidad con nivel de aislamiento que se incrementa en la época de lluvias.
- Énfasis a rutas con zonas declaradas como vulnerables.

Se ha construido una metodología para determinar los requerimientos para los caminos no modelados, basada en las características de las diversas regiones del país, teniendo presente sus particularidades y sus indicadores principales, bajo el supuesto que para cada región, en un concepto de equidad territorial, se debe tratar de alcanzar a lo menos la situación media nacional.

La descripción general de la rutina de cálculo para determinar los km de caminos que deberían ser mejorados por el MOP, se detalla a continuación.

1. Se crea un indicador conjunto por macrozona, en el cual se incluyen los km de caminos no pavimentados (ripio y tierra) y no modelados por cantidad de habitantes. Posteriormente, el cálculo de km a intervenir por macrozona se efectúa teniendo presente el promedio nacional al cual deben propender alcanzar las regiones. Se considera un valor mínimo de intervención de 2,5% anual, que es la tasa de crecimiento anual de los caminos pavimentados en el país desde 1997 a la fecha, de acuerdo a datos de la Dirección de Vialidad.
2. Una vez obtenidos los km por macrozona, se desagregan a nivel regional, considerando el indicador antes mencionado por región, en combinación con factores independientes por Macrozona. Para estos efectos se han seleccionado los antecedentes y datos de pluviometría y superficie agrícola de frutales, de cada Región.

Los valores resultantes del criterio de cálculo señalado constituyen los km a mejorar. Se postula que cada región sea la responsable de identificar los tramos de vías a intervenir de acuerdo a las necesidades de cada una.

En el cuadro siguiente se detallan los km a mejorar por región entre los años 2010 y 2025, como también las inversiones respectivas.

**Cuadro 5-12**  
**Kilómetros a intervenir por región: 2010-2025.**

<b>Macrozona</b>	<b>Región</b>	<b>Km a intervenir por conectividad y turismo</b>	<b>Km a intervenir de caminos no modelados</b>	<b>Inversión (mill US \$)</b>
Norte	Arica y Parinacota	611	119	3,6
	Tarapacá	772	94	2,8
	Antofagasta	838	179	5,4
	Atacama	708	383	11,5
Centro	Coquimbo	264	85	5,1
	Valparaíso	16	23	1,4
	Metropolitana	143	22	1,3
	O'Higgins	12	79	4,8
	Maule	211	124	7,4
Sur	Biobío	299	160	12,8
	La Araucanía	421	371	29,7
	Los Ríos	318	396	31,6
Austral	Los Lagos	1.689	102	8,2
	Aysén	817	251	20,1
	Magallanes	716	137	10,9
<b>Total nacional</b>		<b>7.835</b>	<b>2.525</b>	<b>156,6</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para los efectos del cálculo de la inversión, se han considerado los valores promedios de mejoramiento de caminos con base a los costos de una solución básica aplicada en el último quinquenio en las respectivas macrozonas o regiones.

En el cuadro que se presenta a continuación, se muestra la variación que tendría el indicador por región, considerando las mejoras e intervenciones de los caminos no modelados.

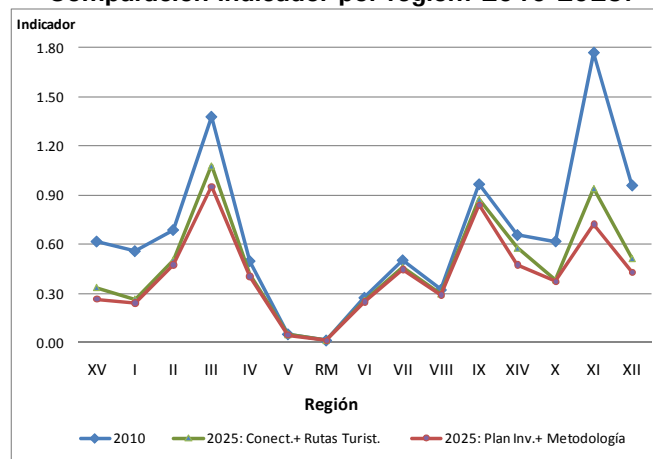
**Cuadro 5-13**  
**Variación del indicador por región.**

Región	Indicador (Km no pavimentados / habitantes)		
	2010	2025: Conectividad + Rutas Turísticas	2025: Anterior + Metodología
Arica y Parinacota	0,62	0,34	0,26
Tarapacá	0,56	0,27	0,24
Antofagasta	0,69	0,50	0,47
Atacama	1,38	1,08	0,95
Coquimbo	0,50	0,41	0,40
Valparaíso	0,05	0,05	0,05
Metropolitana	0,01	0,01	0,01
O'Higgins	0,27	0,26	0,25
Maule	0,50	0,46	0,45
BioBío	0,32	0,30	0,29
La Araucanía	0,97	0,87	0,84
Los Ríos	0,66	0,58	0,47
Los Lagos	0,62	0,38	0,37
Aysén	1,77	0,94	0,72
Magallanes	0,96	0,51	0,43
<b>Promedio nacional</b>	<b>0,30</b>	<b>0,24</b>	<b>0,22</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la figura siguiente se puede observar el suavizamiento de la curva entre el año 2010 y el 2025, producido por efecto de las intervenciones que se realizarían en conectividad, rutas turísticas, más estas últimas adicionadas a los kilómetros calculados por región.

**Figura 5-4**  
**Comparación indicador por región: 2010-2025.**



Fuente: Elaboración propia.



En los anexos electrónicos se ha incluido una planilla de cálculo con los antecedentes utilizados en la determinación de los km a intervenir, incluyendo los siguientes registros:

- a) Macrozona
- b) Región
- c) Población
- d) Pluviometría
- e) Superficie frutales
- f) Total de km de caminos no pavimentados
- g) Total de km de caminos pavimentados
- h) Indicadores

#### 5.1.7 Situación de la infraestructura aeroportuaria.

##### 5.1.7.1 Caracterización de la infraestructura aeroportuaria

En Chile hay 330 aeropuertos y aeródromos, de los cuales sólo 15 son servidos por líneas aéreas regulares. El resto recurre a la aviación general. Los terminales aéreos se clasifican en red principal, red secundaria y red de pequeños aeródromos.

La red principal consta de los mayores terminales del país y algunos tienen conexión internacional:

**Cuadro 5-14**  
**Red principal de aeropuertos nacionales.**

Región	Comuna	Nombre	Red	Categoría	Situación	Instalaciones de Carga
Arica y Parinacota	Arica	Chacalluta	Principal	Internacional	Concesionado	Sí
Tarapacá	Iquique	Diego Aracena	Principal	Internacional	Concesionado	Sí
Antofagasta	Antofagasta	Cerro Moreno	Principal	Internacional	Concesionado	Sí
Antofagasta	Calama	El Loa	Principal	Nacional	Concesionado	Sí
Valparaíso	Isla de Pascua	Mataverí	Principal	Internacional	Público	Sí
Metropolitana	Santiago	Arturo Merino Benítez	Principal	Internacional	Concesionado	Sí
Biobío	Concepción	Carriel Sur	Principal	Internacional	Concesionado	Sí
Araucanía	Temuco	Maquehue	Principal	Nacional	Público	Sí
Los Lagos	Puerto Montt	El Tepual	Principal	Internacional	Concesionado	Sí
Aysén	Balmaceda	Balmaceda	Principal	Nacional	Público	Sí
Magallanes y la Antártica	Puerto Natales	Teniente Julio Gallardo	Principal	Internacional	Público	S/I
Magallanes y la Antártica	Punta Arenas	Presidente Carlos Ibáñez del Campo	Principal	Internacional	Concesionado	Sí

**Fuente:** Dirección de Aeropuertos MOP, 2009.

De estos aeropuertos se han incluido para la modelación con el sistema TRANUS los siguientes terminales:

- Chacalluta, en la Región de Arica y Parinacota.
- Diego Aracena, en la Región de Tarapacá (definido como zona externa de modelación por el comercio exterior proveniente de Perú y Bolivia).
- Cerro Moreno, en la Región de Antofagasta, (definido como zona externa de modelación por el comercio exterior proveniente de Perú y Bolivia).
- El Loa, en la Región de Antofagasta.
- Arturo Merino Benítez, en la Región Metropolitana, (definido como zona externa de modelación por el comercio exterior proveniente de múltiples países).
- Carriel Sur, en la Región del Biobío.
- Maquehue, en la Región de la Araucanía.
- El Tepual, en la Región de Los Lagos.
- Balmaceda, en la Región de Aysén.
- Carlos Ibáñez del Campo, en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

La red secundaria consta de aquellos terminales que sirven de apoyo a la red principal y centralizan el movimiento aéreo de las regiones en que están ubicados.

**Cuadro 5-15**  
**Red secundaria de aeropuertos nacionales.**

Región	Comuna	Nombre	Red	Categoría	Situación	Instalaciones de Carga
Atacama	Copiapó	Desierto de Atacama	Secundaria	Nacional	Concesionado	Sí
Atacama	El Salvador	Ricardo García Posada	Secundaria	Nacional	Concesionado	S/I
Coquimbo	La Serena	La Florida	Secundaria	Nacional	Concesionado	Sí
Araucanía	Pucón	Pucón/Neculmán	Secundaria	Nacional	Público	S/I
Los Ríos	Valdivia	Pichoy	Secundaria	Nacional	Público	Sí
Los Lagos	Osorno	Cañal Bajo	Secundaria	Nacional	Público	Sí
Magallanes y la Antártica	Antártica	Teniente Rodolfo Marsh Martín	Secundaria	Internacional	Público	S/I
Magallanes y la Antártica	Porvenir	Capitán Fuertes Martínez	Secundaria	Nacional	Público	S/I
Magallanes y la Antártica	Puerto Williams	Guardiamarina Zañartu	Secundaria	Nacional	Público	S/I

**Fuente:** Dirección de Aeropuertos MOP, 2009.

De esta red secundaria, los aeropuertos considerados para la modelación con el sistema TRANUS, fueron los siguientes:

- Desierto de Atacama, en la Región de Atacama.
- La Florida, en la Región de Coquimbo.
- Pichoy, en la Región de Los Ríos.
- Cañal Bajo, en la Región de Los Lagos.

La **red de pequeños aeródromos** consta de pistas entre 700 y 1.000 m de longitud, asfaltadas o no pavimentadas, para ser usadas por aviones pequeños de hasta 15 pasajeros como servicio eventual o de recorrido especiales. Su objetivo es dar acceso a ciertas regiones que no cuentan con otro medio de comunicación, por lo que tiende a ser más bien de carácter social antes que económico. Sin embargo, dada la importancia y trascendencia de la labor ejecutada por su visión de integración, se logran repercusiones en el aspecto económico. A la fecha existen 73 aeródromos que están a cargo de la Dirección de Aeropuertos del MOP distribuidos a lo largo y ancho del país.

Los principales aeródromos se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 5-16**  
**Principales aeródromos y sus características.**

Región	Comuna	Nombre	Red	Categoría	Situación
Aysén	Melinka	Melinka	Pequeños Aeródromos	Nacional	Público
Aysén	Chile Chico	Chile Chico	Pequeños Aeródromos	Nacional	Público
Aysén	Cochrane	Cochrane	Pequeños Aeródromos	Nacional	Público
Aysén	Villa O'Higgins	Río Mayer	Pequeños Aeródromos	Nacional	Público
Aysén	Aysén	Cabo Juan Román	Pequeños Aeródromos	Nacional	Público
Magallanes y la Antártica	Cerro Sombrero	Franco Bianco	Pequeños Aeródromos	Nacional	Privado
Magallanes y la Antártica	Bahía Inútil	Pampa Guanaco	Pequeños Aeródromos	Nacional	Público

**Fuente:** Dirección de Aeropuertos MOP, 2009.

Estos aeródromos no fueron considerados para la modelación con el sistema TRANUS, al no registrar los inputs necesarios para la modelación.

### 5.1.7.2 Principales proyectos aeroportuarios del MOP

Dentro de los principales proyectos aeroportuarios que el Ministerio de Obras Públicas se encuentra ejecutando o planea hacerlo en los siguientes años, se pueden mencionar los siguientes.

- Relicitación accesos viales al Aeropuerto Arturo Merino Benítez.

Mediante D.S MOP N° 495 del 21 de julio 2008, el MOP efectuó la adjudicación a Autopista do Pacífico S.A., con una inversión de 1.290.000 UF, las obras de la relicitación de los accesos viales al Aeropuerto Arturo Merino Benítez que considera la ampliación de su actual acceso por el sur y la habilitación de una nueva vía por el sector norte.

Se destacan la ampliación a tres pistas por sentido del acceso actual en una longitud de 2,3 km, entre Costanera Norte y el límite norte de la concesión actual, conexiones adicionales y modificación de las existentes, cambio en la rasante de puente sobre el río Mapocho y la instalación del sistema de cobro de peaje automático.

- Nuevo acceso norte a Aeropuerto Arturo Merino Benítez.

Tendrá una longitud de 7,7 km, se ampliará la capacidad en Lo Boza, en el tramo comprendido entre el nudo vial de Américo Vespucio y aproximadamente 2 km en dirección hacia el Nor-Poniente, generando dos calzadas expresas de 2 pistas cada una, más calles de servicio a ambos costados. También se ejecutará 1 km de nueva vialidad en doble calzada para conectar Lo Boza con Camino a Lampa y además se construirá 1,1 km de aumento de capacidad a doble calzada de dos pistas por sentido en el Camino a Lampa, en el tramo comprendido entre la conexión con Lo Boza y nuevo enlace Aeropuerto.

- Construcción nuevo aeródromo en Peldehue.

La construcción de un nuevo aeropuerto en Santiago plantea un problema de localización, dada la existencia de altos cerros rodeando la ciudad, cuya proximidad impide la realización de aproximaciones instrumentales, por lo que se está buscando ubicaciones alternativas, una vez que se han desechado las opciones de Buin y de Calera de Tango. En tal contexto, aunque no desde la perspectiva de una alternativa a AMB, para el año 2009 se contempla el proyecto "Estudio para la construcción de Nuevo aeródromo en Peldehue", ficha BIP 30084724-0.

- Remodelaciones aeropuertos Diego Aracena y El Tepual.

Las características de las remodelaciones de estos dos aeropuertos son las siguientes:

- Aeropuerto Diego Aracena de Iquique.
  - Remodelación y ampliación del Edificio Terminal de pasajeros de 4.700 a 8.200 m<sup>2</sup>.
  - Construcción de un nuevo puente de embarque.
  - Ampliación losa estacionamiento de aeronaves.
  - Nuevas instalaciones Aeronáuticas como Torre de Control y nuevo edificio administrativo para la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).
  - Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.
  - Obras de Vialidad en el interior y exterior del recinto.
- Aeropuerto El Tepual de Puerto Montt.
  - Remodelación y ampliación del Edificio Terminal de pasajeros de 3.900 a 9.900 m<sup>2</sup>.
  - Construcción de tres puentes de embarque adicionales a los dos ya existentes.
  - Ampliación losa estacionamiento de aeronaves.
  - Obras de Vialidad en interior y exterior.
  - Implementación de nuevas áreas de apoyo.
- Construcción nuevos aeropuertos en la Región de Coquimbo y La Araucanía.
  - Nuevo Aeropuerto en la Región de Coquimbo, se ubicará aproximadamente a 42km al sur de la ciudad de La Serena, entre los balnearios de Guanaqueros y Tongoy. En las obras consideradas se destacan.
    - Pista de 2.440 m x 45 m.
    - Edificio Terminal de Pasajeros de 4.200 m<sup>2</sup>.
    - Instalaciones Aeronáuticas como, edificio DGAC, Torre de Control y otros.
    - Instalaciones de apoyo.
    - Obras de Vialidad y estacionamientos.

- Nuevo Aeropuerto Región de La Araucanía, que se ubicará a 22 km aproximadamente al sur-poniente de la ciudad de Temuco. La construcción de la infraestructura contempla<sup>31</sup>:
  - Pista de 2.440 m x 45 m. en pavimento asfáltico.
  - Plataforma de estacionamiento de aeronaves.
  - Edificio Terminal de Pasajeros de 4.900 m<sup>2</sup>.
  - Tres puentes de embarque móviles, de dos cuerpos.
  - Instalaciones Aeronáuticas como, edificio DGAC, Torre de Control y otros.
  - Instalaciones de apoyo.
  - Obras de Vialidad de acceso al Aeropuerto, vialidad de circulación interior y estacionamientos.
  - Otras obras complementarias.

Adicionalmente se presenta el cuadro de la siguiente página con las principales obras en desarrollo de aeropuertos y aeródromos nacionales.

---

<sup>31</sup> Los periódicos del 7 de diciembre de 2008 incluyen la convocatoria para estas obras a concesionar que tiene un presupuesto estimado de 2.681.000 U.F.

**Cuadro 5-17**  
**Obras en desarrollo en aeropuertos y aeródromos nacionales (miles \$).**

Región	Ciudad	Denominación	Estado	Monto contrato	Inv. 2007	Año 2008	Año 2009 (M\$)
2	Antofagasta	Normalización Aeropuerto	En Ejecución	\$ 330.849	\$ 0	\$ 359.587	\$ 0
2	Calama	Anteproyecto referencial	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 70.000	\$ 310.000
2	Antofagasta	Anteproyecto referencial	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 90.000	\$ 250.000
2	Antofagasta	Asesoría técnica para	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 20.000	\$ 70.000
2	Antofagasta	Asesoría para obras de	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 21.417	\$ 130.709
2	Antofagasta	Conservación mayor	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 1.390.218	\$ 698.230
3	El Salvador	Cercos perimetrales	En Licitación	\$ 0	\$ 0	\$ 452.530	\$ 0
3	El Salvador	Conservación menor	En Licitación	\$ 0	\$ 0	\$ 34.832	\$ 34.832
4	La Serena	Conservación rutinaria	En	\$ 138.780	\$ 0	\$ 160.000	\$ 0
5	Isla de Pascua	Prefactibilidad mejoramiento	En Ejecución	\$ 56.259	\$ 17.705	\$ 43.764	\$ 0
5	Isla de Pascua	Mejoramiento integral	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 1.000	\$ 156.000
5	Isla de Pascua	Conservación menor	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 222.988
8	Talcahuano	Normalización OACI cercos	En Ejecución	\$ 219.824	\$ 0	\$ 229.522	\$ 0
8	Talcahuano	Normalización OACI cercos	En Licitación	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 312.871
8	Concepción	Conservación mayor	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 910.000	\$ 906.000
14	Valdivia	Reposición de pavimento	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 2.500.000
14	Valdivia	Reposición mejoramiento	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1.310.000
10	Chiloé	Conservación pequeños	En Ejecución	\$ 74.143	\$ 43.691	\$ 70	\$ 0
10	Los Lagos	Conservación pequeños	En Ejecución	\$ 68.578	\$ 6.327	\$ 77.038	\$ 0
10	Osorno	Asesoría mejoramiento área	En Licitación	\$ 0	\$ 0	\$ 71.700	\$ 0
10	Osorno	Mejoramiento área de	En Ejecución	\$ 773.390	\$ 0	\$ 827.000	\$ 0
10	Puerto Montt	Conservación rutinaria	En Licitación	\$ 0	\$ 0	\$ 182.482	\$ 0
10	Chiloé	Diseño nuevo aeródromo	En Ejecución	\$ 395.199	\$ 308.440	\$ 153.500	\$ 0
10	Chiloé	Asesoría construcción	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 257.492
10	Chiloé	Construcción nuevo	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 729.000	\$ 40.000
10	Quellón	Mejoramiento aeródromo	En Ejecución	\$ 1.544.335	\$ 955.448	\$ 960.824	\$ 0
10	Quellón	Compras de equipos	En Ejecución	\$ 17.000	\$ 0	\$ 16.293	\$ 0
10	Osorno	Conservación mayor pista	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 1.900.003	\$ 0
11	Coihaique y	Iluminación pista y obras	En Ejecución	\$ 594.405	\$ 234.994	\$ 377.699	\$ 0
11	Las Guaitecas	Refugio y estacionamiento	En Ejecución	\$ 20.515	\$ 0	\$ 20.550	\$ 0
11	Las Guaitecas	Refugio y estacionamiento	En Ejecución	\$ 132.166	\$ 0	\$ 134.709	\$ 0
11	Aysén	Conservación pequeños	En Ejecución	\$ 353.548	\$ 0	\$ 365.000	\$ 0
11	Balmaceda	Conservación periódica	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 186.180	\$ 376.334
11	Coyhaique	Conservación periódica	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 96.300	\$ 203.835
12	Antártica Chilena	Mejoramiento integral	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 45.000	\$ 172.000
12	Punta Arenas	Diseño ampliación y	En Ejecución	\$ 255.981	\$ 150.000	\$ 122.809	\$ 0
12	Punta Arenas	Asesoría mejoramiento	En Ejecución	\$ 50.109	\$ 15.500	\$ 48.752	\$ 0
12	Porvenir	Mejoramiento pista 03-21	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 290.000	\$ 435.200
12	Antártica Chilena	Construcción pequeño	Por Licitar	\$ 0	\$ 0	\$ 27.000	\$ 118.000
12	Porvenir	Asesoría reposición terminal	En	\$ 81.050	\$ 0	\$ 84.000	\$ 0
12	Porvenir	Asesoría reposición terminal	En Ejecución	\$ 972.512	\$ 0	\$ 1.030.000	\$ 0
RM	Santiago	Conservación mayor	En Ejecución	\$ 974.931	\$ 377.005	\$ 679.828	\$ 0
RM	Santiago	Conservación rutinaria	En Ejecución	\$ 538.738	\$ 19.942	\$ 605.627	\$ 0
RM	Santiago	Conservación rutinaria	En Licitación	\$ 0	\$ 0	\$ 175.000	\$ 92.300
RM	Santiago	Mejoramiento colectores	En	\$ 288.019	\$ 0	\$ 325.850	\$ 0
RM	Santiago	Asesoría conservación	En	\$ 220.960	\$ 0	\$ 100.000	\$ 150.000
RM	Santiago	Conservación mayor AMB	En	\$ 3.615.975	\$ 0	\$ 666.497	\$ 4.300.453

Notas: AMB: Aeropuerto Arturo Merino Benítez; Obra 1: reposición de las plataformas de carga; Obra 2: reposición de las calles de rodaje; Obra 3: Ranurado pista 17R/35L

Fuente: Dirección de Aeropuertos.

### 5.1.7.3 Resultados globales de la modelación aeroportuaria

La modelación del *tráfico nacional* en los principales aeropuertos por el sistema TRANUS arrojó los siguientes resultados, a nivel agregado:

**Cuadro 5-18**  
**Proyección pasajeros transportados en modo avión, TRANUS**

Año	2008	2015	2020	2025
Día	13.070	20.550	26.466	29.423
Año	4.770.727	7.500.611	9.660.083	10.739.348
Crecimiento Anual		9,5%	5,2%	2,1%

Fuente: Elaboración propia.

La modelación incluyó la relocalización de los aeropuertos de la Región de Coquimbo y de la Región de la Araucanía. A nivel regional, los resultados no entregaron resultados concluyentes de nuevas necesidades de infraestructura aeroportuaria.

#### *5.1.7.4 Proyectos aeroportuarios propuestos en el marco del PDI*

Los proyectos propuestos en el ámbito aeroportuario surgen principalmente de necesidades de conectividad en zonas aisladas del país. Estos proyectos responden a los problemas de acceso y conectividad detectados dentro del reconocimiento territorial efectuado por el Consultor en estas zonas y se presentan en conjunto con soluciones viales( y en algunos casos marítimos y fluviales), dentro de los tomos regionales del informe final del Plan Director de Infraestructura, en los capítulos relacionados con conectividad a zonas aisladas.

A continuación, se presentan los proyectos propuestos en el ámbito aeroportuario.



**Cuadro 5-19**  
**Proyectos propuestos aeroportuarios para conectividad en zonas aisladas.**

Región	Comuna	Proyecto	Costo (US\$ mill)
Arica y Parinacota	General Lagos	Construcción de aeródromo y helipuerto en sector de Nashuento	25,0
Arica y Parinacota	Putre	Construcción de aeródromo y helipuerto en sector de Paqusa	25,0
Arica y Parinacota	Camarones	Construcción de aeródromo y helipuerto en sector de Codpa	25,0
Arica y Parinacota	Putre	Mejoramiento de aeródromo de Zapahuirá (pista, terminal, cerco, iluminación)	1,0
Tarapacá	Colchane	Construcción de dos Aeródromos y helipuertos (incl. Helipuertos) en sectores de Cuanalla y Colchane	50,0
Tarapacá	Pozo Almonte	Construcción de aeródromo y helipuerto en Pozo Almonte	25,0
Antofagasta	Ollagüe	Construcción de nuevo aeródromo en Ollagüe	25,0
Antofagasta	San Pedro de Atacama	Mejoramiento de aeródromos y helipuertos de: San Pedro de Atacama	1,0
Antofagasta	San Pedro de Atacama	Mejoramiento de aeródromos y helipuertos de: El Salar (Peine)	1,0
Biobío	Alto Biobío	Mejoramiento aeródromo de Ralco	1,0
Los Ríos	Panguipulli	Construcción de helipuerto en Perihueico	2,0
Los Lagos	Puerto Varas	Mejoramiento del aeródromo de Peulla (pista y terminal de pasajeros)	1,0
Los Lagos	Calbuco	Construcción de helipuerto en sector Estero Colhue	1,5
Los Lagos	Chaitén	Iluminación y cerco para Aeródromo Ayacara	1,0
Los Lagos	Chaitén	Mejoramiento aeródromo Reñihue	1,0
Los Lagos	Chaitén	Construcción de aeródromo en Isla Chulín	25,0
Los Lagos	Chaitén	Mejoramiento aeródromo Isla Talcán	1,0
Los Lagos	Huailahué	Mejoramiento aeródromo Huailahué	1,0
Los Lagos	Palena	Mejoramiento aeródromo Alto Palena	1,0
Los Lagos	Quellón	Construcción de aeródromo en Isla Caulín o Laitec	25,0
Los Lagos	Quemchi	Construcción de aeródromo en Isla Mechuque	25,0
Los Lagos	Quinchao	Mejoramiento aeródromos y helipuertos Isla Apiao	2,0
Los Lagos	Quinchao	Mejoramiento aeródromos y helipuertos Isla Quenac	2,0
Aysén	Cisnes	Mejoramiento aeródromo Melimoyu	1,0
Aysén	Lago Verde	Mejoramiento de aeródromo Lago Verde	1,0
Aysén	Lago Verde	Mejoramiento de aeródromo Río Cisnes	1,0
Magallanes	Cabo de Hornos	Construcción de aeródromo en Puerto Toro	25,0

Región	Comuna	Proyecto	Costo (US\$ mill)
Magallanes	Cabo de Hornos	Construcción de aeródromo en Isla Wollatson	25,0
Magallanes	Cabo de Hornos	Construcción de aeródromo en Isla Nueva	25,0
Magallanes	Cabo de Hornos	Construcción de aeródromo en Isla Hornos	25,0
Magallanes	Cabo de Hornos	Construcción de aeródromo en Caleta Wulaia	25,0
Magallanes	Cabo de Hornos	Construcción de aeródromo en Puerto Navarino	25,0
Magallanes	Natales	Construcción de aeródromo en Puerto Edén	25,0
Magallanes	Río Verde	Construcción de aeródromo en Río Verde	25,0
Magallanes	Timaukel	Construcción terminal de pasajeros en aeródromo Pampa Guanaco	1,0
Total			<b>471,5</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 5.2 Infraestructura y recursos hídricos.

### 5.2.1 Aspectos generales de los recursos hídricos en Chile.

El agua destaca como factor crítico en el desarrollo económico del país, constituyendo un recurso cada vez más escaso.<sup>32</sup> La creciente demanda ha llevado a conflictos por el uso del recurso entre sectores económicos y entre usuarios muy diversos. En tal contexto, una gestión que asegure la disponibilidad de agua, para el consumo de la población y para el desarrollo productivo, en el mediano y largo plazo, constituye un desafío de proporciones al cual la autoridad no puede sustraerse sino que, al contrario, debe enfrentar con sus mejores herramientas.

El Consultor opina que para el MOP los desafíos y prioridades en el ámbito hídrico del siguiente decenio y años posteriores, pasa entre otros por:

- a.- profundizar la **administración integrada de las cuencas hidrográficas**, que permita la optimización del recurso hídrico entre usos múltiples y competitivos;
- b.- la **construcción de embalses** multifuncionales, combinando una infraestructura que asegure el agua para regadío, permita la generación eléctrica, el uso recreacional y turístico;

<sup>32</sup> Según cifras difundidas por el proyecto INFO de la Universidad Johns Hopkins, desde 1940 la extracción mundial de agua por año ha aumentado en promedio entre 2,5% y 3%, en comparación con un crecimiento anual de la población de 1,5% a 2%. En el decenio pasado la extracción de agua en los países en desarrollo ha estado aumentando a razón de 4% a 8% por año. Ver [www.bnc.cl](http://www.bnc.cl)

- c.- propiciar fuertemente el **riego optimizado a través de canales cubiertos, cañerías y de la medición** de los consumos por sector o territorio agrícola demandante;
- d.- propiciar y desarrollar medidas de conducción y de infiltración de las aguas lluvias hacia las napas subterráneas, a partir de la **construcción de colectores primarios de aguas lluvias** en las ciudades importantes;
- e.- desarrollar políticas para asegurar que las **aguas servidas tratadas** por las empresas sanitarias sean reutilizadas a cabalidad;
- f.- asegurar la ejecución de obras para dotar de agua potable (y saneamiento básico), a las **poblaciones rurales semi-concentradas**;
- g.- contar con una política de administración e **impulso de obras de desalinización de aguas**, en la Macrozona Norte. Estos aspectos son abordados en las siguientes páginas.

En Chile, el uso del agua continental a nivel país alcanza a 5.842 m<sup>3</sup>/s en promedio anual, como caudal continuo. Este caudal se emplea en un 87% para usos no consuntivos y el 13% en usos consuntivos.

La demanda de agua total nacional en m<sup>3</sup>/s, incluyendo aguas marinas y continentales, según usos previstos para los años 2005, 2015 y 2030 se muestra en los siguientes cuadros y gráficos.

**Cuadro 5-20**  
**Usos actuales y futuros del agua a nivel país (en m<sup>3</sup>/s).**

Uso	2005	2015	2030
Acuícola <sup>(1)</sup>	478,1	522,9	576,6
Agropecuario	526,7	578,8	578,8
Agua potable	40,1	47,2	51,9
Caudal Ecológico	1.097,2	1.097,2	1.121,6
Energía	3.997,3	9.998,8	9.998,8
Forestal	3,9	7,5	6,5
Industria	83,9	128,3	248,4
Minería	62,8	72,6	87,2
Receptor Contaminantes	30,2	30,2	30,2
Turismo <sup>(2)</sup>	0,1	0,1	0,1
<b>Total general</b>	<b>6.320,3 <sup>(3)</sup></b>	<b>12.483,5</b>	<b>12.700,1</b>

**Fuente:** "Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras", Informe Final. DGA- Ayala, Cabrera y Asociados Ltda.; enero 2007.

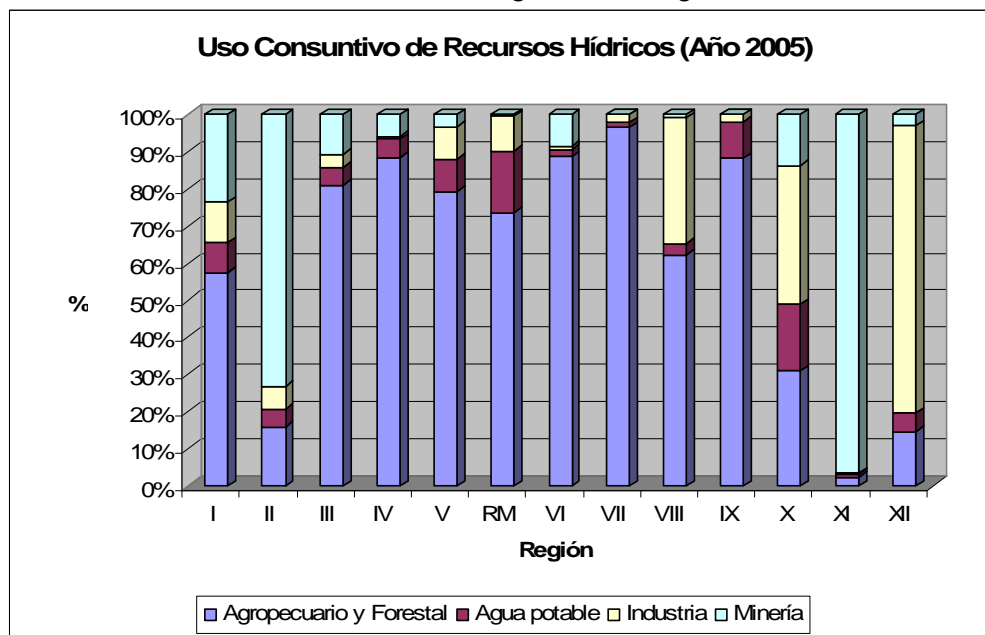
**Notas:**

- (1) Esta actividad ocupa principalmente agua de mar.
- (2) El agua que se ocupa en la actividad del Turismo está incluida en la cifra de uso por Agua Potable.
- (3) Si se descuenta el uso Acuícola y Turismo se obtiene el uso de aguas continentales: 5.842 m<sup>3</sup>/s, promedio anual.

A nivel nacional, el uso consuntivo en riego alcanza a 75%, el uso doméstico ocupa el 5% y los usos minero e industrial representan el 20%.

Se estima que el agua, prácticamente en su totalidad, se encuentra comprometida en el abastecimiento de usos actuales. La siguiente figura ilustra lo señalado.

**Figura 5-5**  
**Uso consuntivo del agua a nivel regional.**



Fuente: Elaboración propia a partir de Informe S.I.T N° 122.<sup>33</sup>

### 5.2.1.1 Aguas superficiales.

Los derechos no consuntivos están asociados al uso del agua en generación hidroeléctrica. En términos de los derechos de aprovechamiento para el uso no consuntivo, la situación aproximada es la que se presenta en el siguiente cuadro.<sup>34</sup>

<sup>33</sup> MOP-DGA. "Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras". Informe Final. Enero 2007. S.I.T N°122.

<sup>34</sup> Elaborado a partir de "Código de Aguas: los efectos de la Reforma", M. de la Luz Domper. Instituto Libertad y Desarrollo. Serie Informe Económico. N° 156. 2005.

Cuadro 5-21

**Derechos de aprovechamiento no consuntivo por macrozona a 1996 (m<sup>3</sup>/s).**

Macrozona	En ejercicio	Constituidos sin uso	Solicitudes en trámite
Norte	2,662	1,875	9,900
Centro	1.235,200	1.127,210	4.301,292
Sur	181,590	1.324,379	14.455,446
Austral	234,300	8.749,603	19.741,873
<b>Totales</b>	<b>1.653,752</b>	<b>11.203,067</b>	<b>30.508,511</b>

Fuente: **Elaboración propia**, a partir de información contenida en el documento "Código de Aguas: Los Efectos de la Reforma". M. de la Luz Domper. Serie Informe Económico N° 156. Instituto Libertad y Desarrollo. 2005. Esta información es del año 1996.

Los derechos consuntivos, que son permanentes y continuos, se encuentran agotados en los ríos del país, ya que no existe disponibilidad de recursos hídricos en los cauces naturales para este tipo de derechos.

### 5.2.1.2 Aguas subterráneas.<sup>35</sup>

Las estimaciones acerca de la utilización efectiva, a nivel nacional, de los recursos hídricos subterráneos indican que alcanza a unos 88 m<sup>3</sup>/s, de los que aproximadamente el 49% se utiliza para irrigación, el 35% para abastecimiento de agua potable y el 16% para fines industriales.

Desde el punto de vista de los derechos, para los acuíferos que se ubican desde la Región Metropolitana al norte la recarga media estimada alcanza aproximadamente a 55 m<sup>3</sup>/s, mientras que los derechos de agua autorizados alcanzan a 107 m<sup>3</sup>/s, con un uso efectivo del orden de 60 m<sup>3</sup>/s. Además, la demanda actual por nuevos derechos llega a 300 m<sup>3</sup>/s.

El resto del país no tiene información detallada de su potencial de recarga, debido a la menor importancia de las aguas subterráneas como fuente de abastecimiento.

La situación referida ha motivado que se establezcan limitaciones al otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas, procediendo la declaración de zona de prohibición<sup>36</sup> o de área de restricción.<sup>37</sup>

<sup>35</sup> "Situación de los Recursos Hídricos en Chile". Carlos Salazar. 2003.

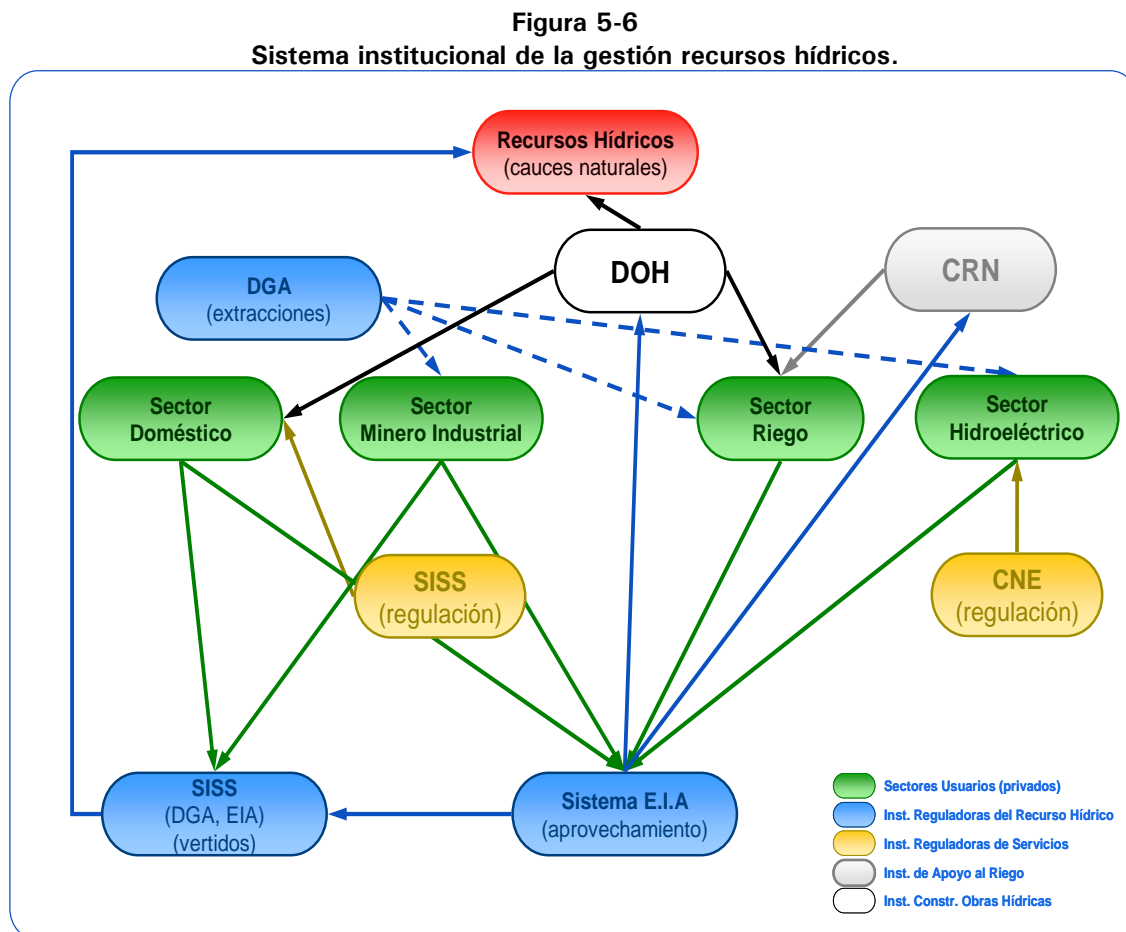
<sup>36</sup> Zona de prohibición, figura legal que declara la Dirección General de Aguas, en virtud del artículo N° 63 del Código de Aguas, fundada en la protección del acuífero; cuando se constata, durante un período representativo de la situación hidrológica de largo plazo, para al menos el 50% de las captaciones el descenso en los niveles estáticos o en el rendimiento de ellas; o bien, se haya comprobado la contaminación del acuífero como consecuencia del nivel de explotación existente.

<sup>37</sup> La zona de restricción es una figura legal (artículo N° 58 del Código de Aguas) que permite condicionar la explotación de un acuífero cuando existe la presunción de riesgo de descenso generalizado de los niveles que afecte la capacidad productiva de las captaciones, o que exista riesgo de contaminación que perjudique los aprovechamientos existentes. Esto da origen a la posibilidad de constitución de derechos de aguas provisionales

Desde la Región Metropolitana hacia el norte la disponibilidad de derechos, aun cuando existe, es restringida. Esta situación se extiende un poco más al sur de la Región Metropolitana alcanzando a la cuenca del río Rapel y parte del sector costero de la Región de O'Higgins.

### 5.2.1.3 Marco institucional y legal de la gestión de recursos hídricos.

La estructura institucional de gestión de recursos hídricos en el país y la relación para la gestión entre las instituciones públicas y las privadas es compleja y las diversas funciones necesarias para la gestión de los recursos hídricos se encuentran repartidas en un conjunto de organizaciones. La figura siguiente ilustra esta situación.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Política Nacional de Recursos Hídricos. MOP – DGA.

sujetos a seguimiento y posibilidad de establecerlos como definitivos si al cabo de 5 años no se detectan efectos adversos significativos en el acuífero. La área de restricción solo la puede solicitar los usuarios, obligándose a organizarse en comunidades de aguas subterráneas una vez acogida la solicitud por la autoridad y efectuada la declaración.

La gestión integrada de recursos hídricos y el análisis sobre cómo ejecutarla en el país está en proceso de evolución y aún los actores están buscando un acuerdo sobre los contenidos y alcances que se deberían dar a este concepto para hacerlo operativo y poder formular una estrategia para su aplicación.

Una de las acciones relevantes que está desarrollando la Dirección General de Aguas es la formación de Mesas Regionales del Agua, las que son instancia de participación pública y privada orientadas a identificar las necesidades y problemas en el territorio originados en el uso de los recursos hídricos y las necesidades derivadas del resguardo del medio ambiente.

Por otra parte, a la fecha de elaboración del presente estudio, el MOP ha enviado al Ejecutivo una propuesta de reforma constitucional para cambiar el marco jurídico que regula los derechos de aprovechamiento de recursos hídricos. La propuesta se desarrolla en torno a cinco puntos centrales:

1. Elevar a rango constitucional el concepto de agua como bien nacional de uso público, cualquiera sea el estado en que se encuentren los recursos hídricos: líquido, sólido y/o gaseoso, quedando incluidos expresamente en dicha categoría los glaciares y nieves.
2. Establecer la facultad del Estado para reservar caudales de aguas superficiales o subterráneas cuando así lo exijan los intereses generales de la Nación, la seguridad nacional, la utilidad y salubridad pública, y la conservación del patrimonio ambiental.
3. Establecer por Ley el procedimiento de constitución, reconocimiento, transferencia, transmisión, renuncia, extinción, caducidad y pérdida de los derechos de los particulares sobre las aguas.
4. Establecer Corporaciones Administradoras de Cuencas, que fortalezcan y velen por una gestión integrada de las cuencas, las que serán organismos públicos, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Una Ley señalará la organización y demás funciones y atribuciones de las referidas Corporaciones. Mientras estos organismos no existan subsistirán las competencias y facultades que consagra la normativa existente.
5. Establecer por Ley la exploración, explotación y constitución de derechos de aprovechamiento de aguas en conformidad a la diversidad geográfica y climática del país, y a la disponibilidad efectiva de los recursos hídricos.

La reforma constitucional propuesta apunta a conceder a los recursos hídricos el carácter constitucional de bien nacional de uso público, así como regular el mercado y a cambiar el carácter de perpetuidad con que se entregan los

derechos, sin alterar la naturaleza jurídica de poder contar con los derechos, por cuanto se podría legislar sobre la forma en que se extinguen, caducan o pierden los derechos de aprovechamiento.

Otro aspecto de relevancia es que establece las Corporaciones Administradoras de Cuencas, en concordancia con la estrategia de cuencas aprobada por el Consejo de Ministros de la Comisión Nacional de Medio Ambiente.

De acuerdo a lo señalado, se puede afirmar que esta propuesta podrá ser, por una parte, un incentivo para el uso eficiente de los recursos hídricos y por otra, un impulso a la gestión integrada de los recursos hídricos a nivel de cuencas. El primero de estos aspectos es de gran relevancia para los desarrollos que se esperan en términos de productividad del agua, por cuanto la disponibilidad de recursos es una limitante importante para el logro de metas tales como las planteadas al buscar hacer de Chile una potencia agroalimentaria. Este proyecto de reforma podría incentivar el uso eficiente del agua al propiciar el uso de los derechos de aprovechamiento y desarrollarlos adecuadamente.

Por su parte, la gestión integrada de recursos hídricos a nivel de cuencas es una aspiración contenida en las estrategias de desarrollo de todas las regiones del país, por lo que la propuesta de reforma podrá generar un nuevo incentivo para avanzar en la estructuración de formas de gestión que incorporen la realidad de la variabilidad hidrológica, la naturaleza del ciclo hidrológico y la proyección de la variabilidad futura motivada por el cambio climático, así como los problemas particulares locales asociados al uso de los recursos hídricos.

#### *5.2.1.4 Papel del MOP en el desarrollo futuro de la infraestructura hidráulica.*

El Plan Director de Infraestructura considera, en el ámbito de los recursos hídricos, favorecer las condiciones para el mejoramiento de la producción y exportación de alimentos en el marco del Plan "Chile Potencia Agroalimentaria", la mitigación del impacto de sequías, crecidas e inundaciones y la solución de problemas de disponibilidad de recursos hídricos.

Tal como se ha señalado, el riego es una de las actividades que más consume recursos hídricos en el país y requiere de importantes inversiones. Junto a lo anterior, el país se ha planteado llegar a ser una potencia agroalimentaria, para lo que deberá desarrollar diversas acciones tendientes a aumentar la superficie de riego y la productividad agropecuaria. La situación de la superficie de riego en el país se presenta en el siguiente cuadro.



**Cuadro 5-22**  
**Superficie de riego en el país.**

<b>Región</b>	<b>Sup. de riego actual (ha)<sup>(1)</sup></b>	<b>%</b>	<b>Sup.riego potencial 85% (ha)<sup>(2)</sup></b>	<b>Incremento Potencial (ha)</b>
Arica y Parinacota	11.168	1,02	s/i	s/i
Tarapacá	1.133	0,10	s/i	s/i
Antofagasta	2.294	0,21	3.800	1.506
Atacama	19.534	1,79	15.000	0 <sup>(3)</sup>
Coquimbo	75.714	6,92	105.000	29.286
Valparaíso	86.157	7,88	100.000	13.843
Metropolitana	136.757	12,50	170.000	33.243
O'Higgins	210.693	19,26	315.000	104.307
Maule	299.103	27,34	380.000	80.307
Biobío	166.574	15,23	450.000	283.426
Araucanía	49.772	4,55	105.000	55.228
Los Ríos	8.117	0,74	20.721	12.604
Los Lagos	4.418	0,40	11.280	6.862
Aysén	2.767	0,25	28.500	25.733
Magallanes y Antártica	19.794	1,81	10.800	0 <sup>(3)</sup>
<b>Total nacional</b>	<b>1.093.995</b>	<b>100,00</b>	<b>1.715.101</b>	<b>646.935</b>

**Notas:**

- (1) Censo Agropecuario 2007. Cifras preliminares. Se estima que esta superficie es aproximada a la superficie de riego con 85% de seguridad.
- (2) "Diagnóstico de Riego y Drenaje". Comisión Nacional de Riego. Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. 2003, y algunas cifras actualizadas en talleres realizados en el presente estudio. Estas cifras están asociadas al potencial de la cartera de proyectos identificada en 2003.
- (3) Se considera que en estos casos no habría incremento potencial de la superficie de riego por haber sido superada la estimación al 2003. No obstante, debe señalarse que ello no significa que la superficie no pueda expandirse aún más, mediante acciones tales como nuevas obras, mejoramiento de la eficiencia de riego o nuevas fuentes de agua.

Las proyecciones para el desarrollo de la agricultura son complejas pues influyen diversos factores. Algunas estimaciones indican que se requerirán entre 320.000 (ha) y 370.000 (ha) de nuevo riego para el año 2014 (Fuente ODEPA). En efecto, considerando que el desafío de Chile de convertirse en potencia agroalimentaria antes del 2020 y extendiendo las proyecciones de ODEPA hasta este horizonte, se estima que el país requerirá aumentar la superficie agrícola regada en 400.000 ha, con un 85 % de seguridad de riego.<sup>38</sup>

Para lograr el aumento de la superficie de riego se debe considerar que será necesario, además de la construcción de infraestructura, aumentar la eficiencia de riego, incorporar aportes de la biotecnología alimentaria, buscar nuevas fuentes de agua, como por ejemplo a través de desalinización, utilización de aguas tratadas en riego y otros que permitan lograr este objetivo. Un aspecto relevante es el mejoramiento de la eficiencia de uso, la que actualmente es del

<sup>38</sup> Ver pág.29 y 32 de "MOP: Chile 2020-Obras Públicas para el Desarrollo", enero 2010

orden de 15.700 m<sup>3</sup>/ha/año. Un mejoramiento de un 30% permitiría alcanzar una cifra de aproximadamente 10.000 m<sup>3</sup>/ha/año<sup>39</sup>, lo que liberaría recursos para aumentar la superficie de riego.

Es importante señalar que durante los últimos tres decenios, en el sector agrícola se ha producido un significativo cambio estructural, que refleja transformaciones que son propias del desarrollo económico y social que ha experimentado Chile. Los aspectos más notorios son la reducción de la participación de la agricultura en el Producto Interno Bruto, aunque crece el segmento de la agroindustria que forma parte del sector manufacturero. También ocurre un importante aumento de la productividad y el surgimiento de nuevas actividades modernas y orientadas a la exportación.

Para contribuir al logro los objetivos planteados, las propuestas del Plan Director de Infraestructura en el ámbito hídrico se agrupan en:

- a. **Acciones estructurales:** son aquellas que se materializan mediante obras hidráulicas. Así, en el sector agrícola las acciones comprenden obras de embalses mayores para riego y multiuso en hidroelectricidad y abastecimiento de agua potable. Para la mitigación de inundaciones se contemplan obras de defensa fluvial, tanto conservaciones como obras nuevas. Se considera también las obras de protección contra aluviones. Finalmente, se incluyen las obras de agua potable y saneamiento rural.

El siguiente cuadro presenta las principales obras de embalse programadas y en construcción.

**Cuadro 5-23**  
**Obras de embalses proyectadas**

Región	Nº de proyectos		Vol. embalsado (mill m <sup>3</sup> )	Inversión (US\$ mil)		Total inversión (mill US\$)
	Embalses	Otros		Embalses	Otros	
Arica y Parinacota	3		29	97,9		97,9
Tarapacá	2		30	29,1		29,1
Atacama		1			8,3	8,3
Coquimbo	5	1	215,5	243,7	8,4	252,1
Valparaíso	6		339	465		465,0
Metropolitana	2		40	21,8		21,8
O´Higgins	2		240	148		148,0
Maule	14	2	274	319,6	2,1	321,7
Biobío	3	2	710	395	129,9	524,9
La Araucanía	3	1	35	9,5	52,3	61,8
Los Ríos		3			s.i.	
Los Lagos		3			s.i.	
<b>Total inversión</b>	<b>40</b>	<b>13</b>	<b>1.913</b>	<b>1.729,6</b>	<b>201,0</b>	<b>1.930,6</b>

Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas (DOH); 2009.

39 Ver también en pág.27 de "MOP: Chile 2020 –Obras Públicas para el Desarrollo", enero 2010.

Entre los proyectos principales para el período 2010-2020, se pueden mencionar los siguientes:<sup>40</sup>

- Puntilla del Viento, en la Región de Valparaíso con una inversión estimada de US \$431 mill.
- Punilla, en la Región de Biobío, con una inversión de aproximada de US \$539 mill.
- Petorca (embalse-Las Palmas), en la Región de Valparaíso con una inversión estimada de US \$98 mill.
- Ligua (embalse Los Ángeles), en la Región de Valparaíso con una inversión aproximada de US \$86 mill.
- Chacrillas, en la Región de Valparaíso con una inversión de US \$61 mill.

**Cuadro 5-24**  
**Otras obras de riego proyectadas.**

Región	Nº proyectos	Inversión (mill US\$)	Sup. total Beneficiada (ha)
Atacama	1	8,3	4.400
Coquimbo	1	8,4	1.885
Maule	2	2,1	53.005
Biobío	2	129,9	51.900
La Araucanía	1	52,3	7.200
Los Ríos	3	s/i	16.400
Los Lagos	3	s/i	26.503
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>201,0</b>	<b>161.293</b>

Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas (DOH); 2009.

Hasta el año 2020 se considera avanzar en 1.000 km de mejoramiento de canales existentes. De esta manera, se espera recuperar recursos hídricos para el riego de 136.000 ha nuevas.<sup>41</sup>

- b. **Acciones no-estructurales:** son aquellas que se materializan en planes de acción, para la optimización del uso de los recursos hídricos. En este ámbito se considera la ejecución de estudios para el apoyo y fortalecimiento de la formación de las Mesas del Agua para la gestión integrada de recursos hídricos. Además, se plantea la ejecución de estudios para la planificación de la infraestructura hidráulica mayor, tales como embalses, mejoramientos de canales, obras de defensa fluvial, control aluvional y manejo de cauces. Esta planificación tendrá como objetivo la consideración de los escenarios que podrían producirse como consecuencia del cambio climático, la elaboración de estrategias para satisfacer las demandas locales por mayor

40 Ver también en pág.29-39 de "MOP: Chile 2020 –Obras Públicas para el Desarrollo", enero 2010.

41 Idem, pág.31

seguridad de abastecimiento de agua, el establecimiento de prioridades de acción y la optimización del uso de los recursos hídricos disponibles.

#### *5.2.1.5 Líneas de acción sugeridas en el ámbito de los recursos hídricos.*

El desarrollo futuro que podría producirse en el sector de la infraestructura de recursos hídricos estará influenciado por un escenario caracterizado por el cambio climático y la creciente demanda por uso de recursos hídricos, tanto por parte de la población como para el sector productivo, en un marco de sustentabilidad ambiental. Además, dicho escenario estará presionado por los objetivos nacionales de convertir al país en una potencia agroalimentaria, satisfacer la demanda de energía y dar seguridad de abastecimiento de agua a la población y actividades económicas.

Entre los principales impactos esperados en el país a causa del cambio climático a escala planetaria, y que se esperan hacia fines de siglo, se pueden mencionar el aumento de la temperatura, siendo mayor la variación esperada en la macrozonas Norte y Centro, especialmente en la parte andina. Además se espera un aumento de la precipitación acumulada. En la Macrozona Norte se espera un aumento de las precipitaciones durante primavera y verano. Por su parte, en la Macrozona Centro se espera una disminución de las precipitaciones entre las regiones de Valparaíso y Biobío durante otoño e invierno. En la Macrozona Sur se espera una disminución importante, de hasta el 50%, en verano, manteniéndose la situación en invierno. La Macrozona Austral presentaría una disminución de la precipitación de hasta un 25% aproximadamente en verano, normalizándose hacia el invierno. En la zona más extrema austral habría un aumento de hasta un 20%, el cual se mantendría durante todo el año.

Frente a los cambios mencionados en la oferta de agua y de acuerdo a los objetivos de desarrollo que el país se ha planteado, las líneas de acción que se recomiendan son las siguientes:

##### **– Chile potencia agroalimentaria**

Chile se ha planteado ser potencia agroalimentaria antes del 2020, para ello se requieren alrededor de nuevas 400.000 ha regadas. Para lograr que el aporte de las obras mayores tenga un impacto importante en términos de la superficie de riego es posible plantear acciones tendientes al mejoramiento de la eficiencia de uso del agua. Específicamente se estima que se podría favorecer mecanismos de mercado mediante la construcción de embalses y canales de conexión entre ellos, de modo de facilitar el traspaso de agua entre embalses y

a distintos puntos al interior de un sistema de riego. Ello permitiría que el agua que en una temporada no sea utilizada en un lugar, pueda serlo en otro punto del sistema de riego. El traspaso se haría entre los usuarios que liberan agua y los interesados en adquirirla. Dicho traspaso podría involucrar un costo por la operación.

El mejoramiento de la eficiencia de uso es también un factor clave para resolver el problema que plantea la demanda de recursos hídricos y superficie regada a futuro. En este aspecto, se estima que la tecnificación es un factor que podría contribuir al uso eficiente del agua. Esta tecnificación consiste en la automatización del control de la operación de los grandes sistemas de acumulación y distribución de agua de riego, mediante sistemas centralizados de control remoto de las obras de captación y distribución. A lo anterior, se puede agregar un sistema de pronóstico de demanda de agua de riego en el sistema, de modo de facilitar la distribución de los recursos disponibles de acuerdo al patrón de cultivos de la temporada.

Las acciones mencionadas serían especialmente aplicables a las macrozonas Centro y Sur. En el caso de la Macrozona Norte, deberá considerarse especialmente el aporte de recursos hídricos nuevos a través de la desalinización de agua de mar, empleando para ello la disponibilidad de energías renovables no convencionales, eólica y solar. Este tipo de solución podría ser evaluada para proyectos multipropósito; es decir, que provean agua tanto para uso humano como riego.

#### – **Desalinización**

La desalinización de agua de mar se justifica cuando existe escasez continua de fuentes de aguas superficiales y subterráneas que causan períodos continuos de sequía y desabastecimiento. En el país, la Macrozona Norte presenta estas condiciones.

Hay una evaluación positiva para la desalinización cuando los costos de producción y distribución de agua desalinizada son competitivos respecto a los costos en la producción de las fuentes de agua convencionales. Los costos para producir el agua potable en el norte del país son todavía equivalentes a una fracción del costo de agua desalinizada. Además del abaratamiento de la tecnología utilizada, existen otros factores que se deben tomar en cuenta: las fluctuaciones de la concentración de la salinidad del agua de mar, los costos de la instalación de una planta de energía, los costos de las tuberías, bombas, etc. para transportar el agua tratada de mar a grandes distancias.

A largo plazo, la escasez creciente de las aguas dulces, el incremento de la población y la contaminación ambiental de las aguas superficiales, convertirá a la desalinización en la alternativa del futuro, pero solo en zonas áridas o semi-desérticas. En este contexto es pertinente destacar que en el país el consumo humano de agua está garantizado por lo menos hasta el año 2033, según lo indican estudios elaborados por la Dirección General de Aguas, precisándose que se pueden dar períodos de sequía, pero estos son rotativos.<sup>42</sup>

– **Energía**

Chile es un país beneficiado por la existencia de un relieve natural que permite el desarrollo del potencial hidroeléctrico. Adicionalmente, la creciente demanda por energía abre un campo para el uso múltiple de las obras de embalse. Se estima que en el futuro los embalses de riego tendrán asociada una obra para el aprovechamiento hidroeléctrico del agua entregada por los embalses.

– **Seguridad de abastecimiento para la población rural**

Las obras de agua potable y saneamiento rural podrían verse aseguradas en su desarrollo mediante la incorporación de nuevas fuentes de agua. Estas nuevas fuentes pueden provenir de aguas subterráneas, para lo que será necesario disponer de sistemas de recarga. Para ello se podría considerar la construcción de obras de captación de aguas de precipitación, destinadas a la recarga de acuíferos.

– **Protección frente a eventos extremos**

Las proyecciones del efecto del cambio climático señalan que se espera un aumento de la precipitación acumulada en las macrozonas Norte y Centro hasta la Región de Coquimbo, particularmente en la zona andina. Ello significará un potencial aumento de fenómenos de crecidas e inundaciones en los ríos, así como también de aluviones.

Por lo señalado, se estima que se deberá extender la ejecución de estudios de planes de manejo de cauces; es decir, de planes que definen y priorizan la infraestructura necesaria para la protección de la población y de obras fiscales tales como puentes y caminos contra inundaciones. Asimismo, se deberá intensificar la construcción de obras de protección aluvional.

---

42 Citado en Boletín de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica; marzo 2008; [www.sochid.cl](http://www.sochid.cl);

### – Infraestructura integrada al territorio de la cuenca

La creciente demanda por recursos hídricos, los beneficios que se pueden derivar de su uso eficiente, la posibilidad de producir traspasos entre diferentes sectores de una cuenca, los aportes que pueden provenir de la desalinización de agua, son todos factores que favorecerán el surgimiento de formas de gestión integrada de la infraestructura hidráulica y de los recursos hídricos.

La gestión integrada de infraestructura hidráulica se podrá materializar a través de la construcción de obras con fines multipropósito y la consideración territorial de su impacto en la gestión de los recursos hídricos. Es así que se podría establecer conjuntos de obras que significarán el uso y manejo del agua con diversos propósitos en la cuenca. Como ejemplo, se puede pensar en un embalse en la parte alta de la cuenca cuyos propósitos sean regular las crecidas, generar hidroelectricidad y dar agua de riego. El embalse podría estar seguido de obras de manejo de cauces, para evitar los daños por inundaciones y erosión de riberas. Finalizando con obras de evacuación de crecidas en la desembocadura, para proteger el litoral del impacto del arrastre de sedimentos de las crecidas.

#### 5.2.2 Programa de Agua Potable Rural.

La cobertura de servicios básicos en las zonas rurales aún es un tema pendiente para nuestro país, ya que los niveles de cobertura entre las zonas urbanas versus las zonas rurales son significativamente distintos. Lo anterior, está en alguna medida relacionado con los criterios de asignación de recursos a infraestructura. En este sentido se destaca que el MOP maneja criterios de determinación del universo a atender distinto a otros organismos del sector público, lo que está muy asociado a la exigencia de rentabilidad social de las inversiones, que tienden a ser obviamente más rentables en las zonas de mayor población.

El Programa de Agua Potable Rural responde al objetivo de proveer de infraestructura para el abastecimiento de agua potable a las localidades rurales concentradas y semi-concentradas, con el fin de contribuir al incremento de la calidad de vida, mediante el mejoramiento de las condiciones sanitarias de este sector.

Para estos efectos, la población rural concentrada, corresponde a localidades que tienen entre 150 y 3.000 habitantes con 15 viv/km red de calle (o de red de agua potable proyectada) y la población rural semi-concentrada, a

localidades que tienen al menos 80 habitantes y una concentración mínima de ocho viviendas por km de calle (o de futura red de agua potable).

En este campo el Estado construye la infraestructura y luego son los propios usuarios los encargados de la gestión de los sistemas, a través de comités o cooperativas. Las concesionarias de servicios sanitarios –de mayor envergadura y otra área de concesión- pueden entregar asesoría a los sistemas rurales, como una actividad relacionada y no obligatoria.

El Programa considera tres aspectos:

- a. Dotar de un sistema de abastecimiento de agua potable de carácter colectivo que comprende obras de captación, conducción, almacenamiento, desinfección y distribución; con sus respectivas conexiones domiciliarias y medidores.
- b. Reponer y/o incrementar la oferta de abastecimiento de agua potable para hacer frente al crecimiento de la demanda. Para esto se invierte en proyectos de captación, tratamiento o distribución. En el mejoramiento su objetivo es la calidad del servicio (presión, calidad del agua) y/o disminuir las pérdidas físicas y comerciales.
- c. Asesorar, capacitar y supervisar aspectos técnicos, administrativos financieros y comunitarios de los comités y cooperativas que administran, operan y mantienen los servicios de Agua Potable Rural (APR).

A diciembre de 2008 existían 1.526 servicios de agua potable rural, beneficiando a una población de 1.510.180 habitantes en el país, conforme se presenta en el siguiente cuadro.



**Cuadro 5-25**  
**Servicios y población abastecida agua potable rural.**

Región	N° servicios	% N° servicios región/país	Población abastecida	% Pob regional/pob país abastecida
Arica y Parinacota	18	1,2%	10.591	0,4%
Tarapacá	15	1,0%	5.566	0,5%
Antofagasta	8	0,5%	7.967	0,8%
Atacama	35	2,3%	12.733	9,0%
Coquimbo	167	10,9%	137.961	10,1%
Valparaíso	149	9,8%	151.584	17,1%
Región Metropolitana	203	13,3%	257.161	15,5%
O'Higgins	262	17,2%	233.222	11,0%
Maule	167	10,9%	165.039	8,2%
Biobío	172	11,3%	123.625	7,0%
Araucanía	123	8,1%	106.146	1,1%
Los Ríos	31	2,0%	16.414	0,1%
Los Lagos	7	0,5%	2.219	14,4%
Aysén	100	6,6%	217.776	4,1%
Magallanes	69	4,5%	62.176	0,7%
<b>Total</b>	<b>1.526</b>	<b>100,0%</b>	<b>1.510.180</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Departamento de Programas Sanitarios DOH; MOP.

Se estima que el 100% de las localidades rurales concentradas cuentan con agua potable.<sup>43</sup>

No obstante el éxito alcanzado con el programa de abastecimiento a localidades concentradas y semi-concentradas, a lo largo del país todavía existen numerosas realidades de viviendas aisladas que carecen de servicio de agua potable, pero, avanzar en el suministro de agua potable en la dispersión es cada vez más caro y socialmente no rentable. Tampoco es posible disminuir los estándares técnicos de las soluciones, ya que los ya establecidos responden a soluciones básicas y de materiales de muy bajo costo, que cumplen con criterios técnicos de calidad y permitan la continuidad de abastecimiento de agua potable.<sup>44</sup>

Otra debilidad del Programa es el de asegurar su sostenibilidad, pues aunque está previsto que el Estado invierta en la infraestructura, éste tiene que disponer recursos permanentemente en asesoría a los comités y cooperativas, y a mediano y largo plazo, debe también preocuparse de rehabilitaciones y mejoramientos, debido a los problemas de mantenimiento de las obras por poco cuidado del comité o cooperativa local, falta de pago del servicio por

43 Manifiesto Chile 2020. La infraestructura para la próxima década. MOP 2009.

44 Existen opiniones en el sentido de que el problema radica en que para la población semi concentrada no están definidas todas las características técnicas; es decir, solamente se encuentran definidos y calculados los estanques y los demás equipos hasta 15 m<sup>3</sup>.

nivel de pobreza o realidades como el hecho que la comunidad decide bajar las tarifas en beneficio de los usuarios por debajo del valor de un mínimo aceptable para el buen funcionamiento del sistema.<sup>45</sup>

De acuerdo a cálculos efectuados por la DOH del MOP, la inversión en agua potable rural que deberá efectuar el Ministerio, para el período 2010-2020 asciende a la suma de US\$ 812 mill clasificados en tareas de mejoramientos, ampliaciones y conservaciones, por los montos que se aprecian en el cuadro que sigue, lo que asegura la continuidad del suministro para la población atendida.

**Cuadro 5-26**  
**Inversiones totales por tarea en APR.**

	Nacional (mill US\$)
APR para localidades semi-concentradas	292,5
Mejoramiento APR existentes	180,4
Ampliación APR existentes	222,2
Programa de conservación APR	117,3
<b>Total Nacional</b>	<b>812,4</b>

Fuente: Departamento de Programas Sanitarios DOH; MOP.

### 5.2.3 Programa de Saneamiento Rural.

Se puede estimar que existen 40.000 uniones domiciliarias que se encuentran en localidades adscritas al Programa de APR. Si se considera una cantidad de 4,5 habitantes por unión domiciliaria, entonces existen 180.000 habitantes que cuentan con alcantarillado y plantas de tratamiento, cifra que se traduce en cerca de un 12% de cobertura de saneamiento y tratamiento en los sistemas de APR concentrados.<sup>46</sup>

Con relación a las descargas de aguas servidas de las localidades rurales, se advierte un lento pero seguro progreso en este campo. En efecto, el Departamento de Programas Sanitarios, dependiente de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, está desarrollando una propuesta para la ejecución de proyectos de saneamiento rural. La experiencia ha mostrado que los mayores problemas en el saneamiento se concentran en el mantenimiento y operación de los sistemas de alcantarillado y de tratamiento de aguas. La propuesta en desarrollo señala que existe un nivel de concentración de la población que es el mínimo que justifica una planta de tratamiento de aguas servidas y que bajo

45 Se ha tomado conocimiento de una observación respecto a que "se ha discutido por mucho tiempo la adopción de tarifas diferenciadas por nivel de consumo. Al menos para las zonas rurales donde convive la población en nivel de subsistencia con parcelas de agrado, esto podría solucionar el problema de financiamiento".

46 Manifiesto Chile 2020. La infraestructura para la próxima década. MOP 2009.

este nivel se justifica sólo una solución individual. Este nivel de concentración se estima en alrededor de 400 arranques.

A la fecha existen aproximadamente 360 sistemas de APR que tienen algún tipo de solución de saneamiento. Para el año 2008 se acordó dar un nuevo ítem al APR, agregando el saneamiento. El objetivo es iniciar pruebas pilotos y realizar los estudios básicos que sean necesarios para incrementar el ritmo de las soluciones para estos habitantes rurales.

El programa de inversiones del MOP considera impulsar obras en localidades concentradas que en promedio cuenten con alrededor de 400 arranques de agua potable por sistema, poniendo énfasis en las regiones centrales que poseen un mayor número de sistemas de agua potable rural.

Entregar una solución de aguas servidas para la población rural plantea un desafío no menor al estado de Chile para disminuir esa brecha y generar una política clara en el sentido que es necesario establecer una institucionalidad que coordine la provisión de sistemas rurales, su operación y el establecimiento de acuerdo a un solo criterio técnico en la concepción de éstos.

Si hasta el año 2025 se quisiera cubrir el 70% de este déficit se requeriría la construcción de 76.500 uniones domiciliarias y 25.550 fosas sépticas, combinando soluciones individuales con soluciones colectivas.<sup>47</sup>

El resumen nacional de inversiones previstas es el siguiente:

**Cuadro 5-27**  
**Inversiones totales en saneamiento rural.**

	<b>Unidades domiciliarias</b>	<b>Fosas</b>	<b>Inversión US\$ mill</b>
<b>Total nacional (en US\$ mil)</b>	76.500	25.550	799,2

Fuente: Departamento de Programas Sanitarios DOH; MOP.

### 5.3 Proyectos de Arquitectura

Junto promover una mejora de la competitividad de las regiones y de sus sectores productivos, el MOP ha orientado su quehacer en proyectos que permitan una mejor calidad de vida. Esto significa que los ciudadanos de los

<sup>47</sup> En el Departamento de APR del MOP se considera razonable un costo unitario por vivienda de US\$ 9.800 para soluciones de saneamiento y tratamiento de aguas servidas y un costo unitario de US\$ 2.000 por vivienda, en el caso de construcción de fosas sépticas.

sectores urbanos y rurales puedan acceder a infraestructura que signifique mayor bienestar.

La Dirección de Arquitectura del MOP tiene por misión la realización de asesorías, estudios, diseños y obras correspondientes a la edificación pública en el país. Actúa básicamente por mandato de otras instituciones y los edificios resultantes están generalmente localizados en las ciudades y sus áreas urbanas. Esto último prácticamente deja las acciones de esta Dirección fuera del ámbito del estudio del Plan Director, el cual está enfocado por contrato en el área interurbana. Sin embargo, hay algunos programas que administra esta Dirección que contemplan la construcción de edificios públicos en áreas vecinas a las ciudades y otras que se localizan derechamente en el área rural.

Estas obras generan impacto en el territorio y exigen, en distintas medidas, la coordinación con otros servicios ejecutores de obras que deben complementarse. Casos emblemáticos los constituyen los Complejos Fronterizos que además de las coordinaciones entre las diversas instituciones que deciden las inversiones y que operan los recintos, involucran, en el MOP a las Direcciones de Arquitectura, Vialidad y Aguas.

A la Dirección de Arquitectura, dado su diseño institucional, no le es posible planificar con gran antelación las obras que gestiona y construye, por cuanto esa función está en manos de las instituciones mandantes respectivas. La Dirección de Arquitectura así, a diferencia de los otros servicios del MOP, trabaja mayoritariamente a través de mandatos de terceros como Unidad Técnica, aportando a generar la infraestructura de edificación pública. No obstante, en ella recae la responsabilidad técnica y legal de durante los procesos de licitación y ejecución (de estudios, diseños y obras). Las decisiones de inversión sobre edificación pública están fuertemente descentralizadas y dependen crecientemente de la decisión de inversión de los gobiernos regionales.

De acuerdo a lo expuesto, cualquier metodología que intente anticipar en un marco estratégico, como es el PDI, los programas y proyectos que esta Dirección deberá realizar en el mediano y largo plazo, sólo podrá realizarse en forma estimativa y en base a proyecciones de tendencias actuales y análisis de algunos escenarios.

En términos generales, la Dirección de Arquitectura realiza proyectos de inversión para los siguientes sectores de la administración pública:

- Edificios para la Administración y Gobierno Interior (Edificios MOP, Complejos Fronterizos, Intendencias y Gobernaciones, Servicios Públicos).
- Edificios para la Defensa y Seguridad (Edificios para Carabineros e Investigaciones, Prefecturas, Comisarías, Tenencias y Retenes).
- Edificios para la Educación y Cultura (Liceos, Escuelas, Internados, Jardines Infantiles, Bibliotecas y Centros Culturales).
- Edificios para la Administración de Justicia (Fiscalías Regionales y Locales, Defensorías Públicas, Tribunales, Edificios para el Servicio Médico Legal, Centros Penitenciarios, Centros de Reclusión de Menores).
- Edificios para la Atención Primaria de Salud (Postas, Consultorios Urbanos y Rurales).
- Edificios para el Deporte y la Recreación (Estadios y Centros Deportivos)
- Edificios para el Equipamiento Social y Comunitario (Mercados y Pérgolas).

Más allá de esta tipología de proyectos, se debe considerar que estos programas especiales tienen que ver con los esfuerzos que hace el país para modernizar ciertas actividades de interés nacional, que demandan un conjunto de proyectos para su ejecución y cuyas localizaciones están fuera del área urbana. Actualmente, existen los siguientes programas en desarrollo, algunos de los cuales seguirán ejecutándose por algunos años:

- Restauración de iglesias del Altiplano que fueron derruidas por el terremoto de 2005
- Escuelas, producto de la Reforma Educacional
- Edificios judiciales, producto de la Reforma Procesal Penal
- Complejos y Pasos Fronterizos
- Centros del SENAME
- Plan Estadios
- Plan Cuadrante

Todos los proyectos específicos que se derivan de estos programas se deberán ejecutar en los próximos 5 años.

#### **5.4 Evaluación Ambiental Estratégica.**

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) es un procedimiento que se aplica a Políticas, Planes y Programas con el objetivo de asegurar su sustentabilidad; es decir, el balance entre los aspectos sociales, económicos y ambientales.

El enfoque adoptado para el presente análisis fue el de identificar los Factores Críticos de Decisión (FCD), los cuales representan los aspectos centrales y las incertidumbres críticas para la sustentabilidad del Plan Director de Infraestructura (PDI). Los FCD son el resultado del análisis integrado del Marco Estratégico (ME) en cual se inserta el Plan Director, de los Factores Ambientales (FA) que caracterizan el territorio en el cual se aplicará el Plan Director y de los Objetivos Centrales (OC) del Plan Director.

La unidad territorial de análisis considerada es la región, realizándose también una integración a nivel de macrozona.

El Marco Estratégico (ME) está constituido por los objetivos estratégicos de desarrollo en el territorio. Estos objetivos se encuentran reflejados en los documentos que se indican a continuación, todos los cuales se consideraron para conformar el marco estratégico para cada región:

- a) Estrategia de Desarrollo Regional.
- b) Resultado de los Talleres 2020.
- c) Plan de Acción para el Cambio Climático. Compromisos MOP (2009).
- d) Estrategia Nacional de Humedales. dic 2005.
- e) Estrategia Nacional de Biodiversidad. 2003.
- f) Política Nacional de Especies Amenazadas. 2005.
- g) Política Nacional de Áreas Protegidas. 2005.
- h) Política Ambiental Regional.
- i) Zonificación del Borde Costero.
- j) Planes Reguladores Intercomunales
- k) Planes Regionales de Ordenamiento Territorial.

La determinación de los Factores Ambientales (FA) se realizó empleando los resultados del Diagnóstico Territorial elaborado en el presente estudio. Una síntesis, a nivel de macrozonas, de los resultados obtenidos de este análisis se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 5-28**  
**Factores Críticos de Decisión sobre lineamientos estratégicos regionales.**

Macrozona	Regiones	Riesgos	Oportunidades
Norte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arica y Parinacota</li> <li>• Tarapacá</li> <li>• Antofagasta</li> <li>• Atacama</li> </ul>	Valores arqueológicos y ambientales	Reutilización de recursos hídricos
		Recursos hídricos escasos en calidad y cantidad	Mejoramiento eficiencias de uso
		Clima benigno sólo en borde costero	Gestión de recursos hídricos
			Conectividad
Centro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coquimbo</li> <li>• Valparaíso</li> <li>• Metropolitana</li> <li>• O'Higgins</li> <li>• Maule</li> </ul>	Erosión	Gestión Integrada de recursos hídricos
		Recursos hídricos escasos en calidad y cantidad	Propicio para proyectos agrícolas
Sur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biobío</li> <li>• La Araucanía</li> <li>• Los Ríos</li> </ul>	Contaminación recursos hídricos	Gestión Integrada de recursos hídricos
		Conflictos agricultura vs bosque nativo	Demanda por infraestructura de riego
		Valores: bosques y fauna autóctona	Conectividad: caminos, puertos, aeropuertos, caletas pesqueras
Austral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los Lagos</li> <li>• Aysén</li> <li>• Magallanes y Antártica</li> </ul>	Valores ambientales: biodiversidad, humedales, parques, biota, paisaje	Conectividad multimodal
			Gestión Integrada de recursos hídricos

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se realizó un análisis a nivel regional de los impactos esperados de los proyectos propuestos en el Plan Director de Infraestructura. Este análisis se centró en identificar los posibles efectos sobre algunos factores ambientales relevantes empleando la vulnerabilidad ambiental del uso del suelo que se presenta en el cuadro siguiente, sintetizada en tres niveles de vulnerabilidad, y los impactos ambientales característicos de las obras, tales como el efecto barrera de los caminos, la pérdida de suelos agrícolas por la construcción de nuevas vías o ampliación de las existentes, la inestabilidad de taludes, el aumento del impacto acústico y del riesgo para el tránsito de personas, el aumento de emisiones de gases y la disminución de emisiones de material particulado, cambios en el régimen hidrológico y afectación de ecosistemas asociados.

El análisis del posible efecto ambiental los proyectos se realizó en términos de suponer si podrían acentuar o disminuir tendencias actuales en el ambiente. A partir de este análisis se complementaron los factores críticos, considerando para ello si los proyectos pudieran favorecer tendencias negativas o positivas sobre el ambiente. Para ello, empleando la información gráfica contenida en el

estudio de Facetas Ambientales (MOP-SEMAT), se estableció un grado de Sensibilidad o Vulnerabilidad ambiental del territorio, considerando, por una parte, la categoría de protección del suelo, y por otra, el uso del suelo. A estas categorías se les asoció un grado de sensibilidad o vulnerabilidad, expresado como alta, media o baja.

**Cuadro 5-29**

**Sensibilidad o vulnerabilidad ambiental según categorías de protección del suelo A.**

Categoría de Protección del suelo	Sensibilidad o Vulnerabilidad Ambiental del suelo asociada
Muy alta	Alta
Alta	Alta
Media	Media
Leve	Baja

**Fuente:** Elaborado a partir de la información gráfica del estudio "Desarrollo Regional Sistema de Información Ambiental del MOP (Estandarización Facetas Ambientales)". MOP-SEMAT.

**Cuadro 5-30**

**Sensibilidad o vulnerabilidad ambiental según categorías de protección del suelo B.**

Categoría de usos del suelo	Sensibilidad o Vulnerabilidad Ambiental del suelo asociada
Humedales	Alta
Salares	Alta
Cuerpos de agua	Alta
Glaciares y nieves	Alta
Cajas de ríos	Alta
Sin información	Media
Zonas urbanas	Baja

**Fuente:** Elaborado a partir de la información gráfica del estudio "Desarrollo Regional Sistema de Información Ambiental del MOP (Estandarización Facetas Ambientales)". MOP-SEMAT.

Empleando los niveles de sensibilidad ambiental del suelo se elaboró una cartografía, a nivel regional, en la que se representó los proyectos existentes y futuros planteados en el Plan Director, así como la sensibilidad o vulnerabilidad del suelo territorial.

De este modo se buscó caracterizar los efectos sobre el territorio que pudieran significar tanto tendencias sobre el ambiente como posibles efectos de los proyectos propuestos. Estos efectos se constituyeron en factores de decisión. De esta manera, se ha buscado que los factores de decisión integren dos aspectos, por una parte las tendencias, expresiones y lineamientos contenidos en los documentos de políticas regionales y nacionales y por otra, los efectos potenciales estimados sobre el medio físico de la cartera de proyectos futuros del Plan Director de Infraestructura.



A partir del análisis anterior, y de acuerdo a los factores de decisión identificados, se propusieron algunas recomendaciones ambientales tendientes a asegurar la sustentabilidad ambiental del PDI. El siguiente cuadro presenta los resultados obtenidos por macrozona.

**Cuadro 5-31**  
**Factores críticos de decisión sobre componentes ambientales.**

Macrozona	Regiones	Restricciones	Oportunidades
Norte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arica y Parinacota</li> <li>• Tarapacá</li> <li>• Antofagasta</li> <li>• Atacama</li> </ul>	Algunos proyectos pasan o se ubican próximos a áreas ambientalmente sensibles (Reserva Nacional Las Vicuñas, Reserva Nacional Isluga)	El mejoramiento de las condiciones de acceso y tránsito puede llevar a aumentar el reconocimiento del valor ambiental de las zonas de reserva nacional.
		Algunos proyectos pasan por zonas saturadas: Tocopilla, Calama, María Elena y Chuquicamata	El mejoramiento de accesos a Iquique, Caldera, Vallenar y Huasco, podrá significar beneficios para actividades económicas como la minería que se desarrolla en la cordillera.
		Obras de embalse deberán extremar los cuidados ambientales para evitar daños al patrimonio arqueológico.	La regulación de los recursos hídricos escasos es un beneficio importante para la Región y las actividades socioeconómicas.
		Los mejoramientos de proyectos viales traerán aumentos en la contaminación acústica y de gases	
Centro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coquimbo</li> <li>• Valparaíso</li> <li>• Metropolitana</li> <li>• O'Higgins</li> <li>• Maule</li> </ul>	Impacto de embalses, tales como cambio del régimen hidrológico, afectación de ecosistemas acuáticos. Potencial afectación de patrimonio cultural o a la población	Aumento de la seguridad de riego en las zonas de instalación de nuevos embalses y el mejoramiento de la vialidad favorecerá las actividades socioeconómicas asociadas y el logro del objetivo país de ser potencia agroalimentaria.
		Proyectos viales podrán aumentar la contaminación por ruido y emisiones de gases, y significar la pérdida de suelos agrícolas.	La construcción de embalses permitirá regular los recursos hídricos, constituyéndose en un beneficio para la sociedad.
Sur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biobío</li> <li>• La Araucanía</li> <li>• Los Ríos</li> </ul>	Pérdida de suelos por proyectos viales y embalses	La pavimentación de algunos caminos rurales disminuirá las emisiones de PM10.
		Aumento de la contaminación por emisiones de gases y ruido	Aumento de la seguridad de riego, favoreciendo el uso eficiente de los recursos hídricos disponibles.

Macrozona	Regiones	Restricciones	Oportunidades
		Algunos proyectos pasan por zonas de Reserva Nacional, como Malalcahuello y el Parque Nacional Villarrica.	Mejoramiento de la conectividad y refuerzo de las actividades económicas derivado de disponer de mejores vías.
Austral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los Lagos</li> <li>• Aysén</li> <li>• Magallanes y Antártica</li> </ul>	Aumento de emisiones de ruido y gases Vulnerabilidad del suelo alta Efecto barrera de las carreteras Pérdida de suelos	Mejoramiento de las condiciones para el desarrollo de actividades socio económicas.

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4.1 Síntesis de Factores críticos de decisión del PDI

Finalmente se realizó un análisis general por macrozona de los factores críticos identificados, considerando tres elementos:

- Los objetivos del Plan Director de Infraestructura.
- Los Factores Críticos de Decisión respecto a los lineamientos estratégicos regionales.
- Los Factores Críticos de Decisión respecto a los componentes ambientales afectados.

A partir de la relación entre ellos se han determinado los Factores críticos del PDI, contrastando los objetivos del Plan Director y los conflictos resultantes con los lineamientos estratégicos y componentes ambientales.

Los objetivos principales del PDI, para todo el país, son principalmente los siguientes:

- ✓ Apoyar el crecimiento económico y la competitividad.
- ✓ Mejorar la accesibilidad a territorios aislados (integración del territorio).
- ✓ Mejorar la disponibilidad de acceso a:
  - agua potable rural.
  - saneamiento rural.
  - sistemas de protección contra inundaciones.

Para el análisis macrozonal se han considerado los dos primeros objetivos, por tratarse de objetivos relacionados directamente con actividades asociadas con la producción de bienes y servicios y para las cuales se espera la generación

de impactos ambientales relevantes. En cambio, el agua potable y saneamiento rural, así como la protección contra inundaciones, son obras que apuntan a la protección y bienestar de la sociedad en general, realizándose con propósitos que no son productivos. El impacto de las obras de saneamiento rural, aún cuando puede llegar a ser relevante, la solución se alcanza en concordancia al crecimiento de la población y sistemas, existiendo siempre la posibilidad de mitigación. Por su parte, las obras de protección contra inundaciones se desarrollan en los cauces naturales de uso público y deberán cumplir con los requisitos impuestos por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en los casos que así lo señale la Ley 19.300 y su Reglamento. Por ello, este tipo de obra no afecta a la población en forma negativa, ya sea en sus actividades, forma de vida o produciendo conflictividad, sino sólo positivamente, proporcionándole mayor seguridad.

Los proyectos que se incluyen en el análisis son esencialmente viales y embalses mayores para riego. Los primeros incluyen mejoramientos a doble calzada (dos y tres pistas) y pavimentaciones. Por su parte, los embalses son nuevos.

Los resultados del análisis macrozonal de factores críticos para la sustentabilidad del Plan Director de Infraestructura se presentan en el cuadro de la siguiente página.

**Cuadro 5-32**  
**Factores críticos para la sustentabilidad del PDI.**

Macrozona	Regiones	Factores críticos	Acciones para fortalecer la sustentabilidad del PDI
Norte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arica y Parinacota</li> <li>• Tarapacá</li> <li>• Antofagasta</li> <li>• Atacama</li> </ul>	Escasez de recursos hídricos, la que genera conflictos entre la minería y la agricultura.	Apoyo a proyectos de re uso de aguas servidas tratadas y de desalinización
		La importancia de los valores ambientales arqueológicos y de reservas naturales presentes en Macrozona	Extremar los cuidados ambientales en el desarrollo de proyectos
		Los proyectos, o partes de ellos, podrían ubicarse en territorios de pueblos originarios.	Integración de las comunidades de los pueblos originarios desde etapas tempranas del desarrollo de los proyectos.
Centro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coquimbo</li> <li>• Valparaíso</li> <li>• Metropolitana</li> <li>• O'Higgins</li> <li>• Maule</li> </ul>	No se perciben factores críticos para esta Macrozona motivados por la cartera de proyectos del Plan Director; es decir, se estima que no hay elementos de conflictividad que afecte o sean atribuibles a los proyectos.	
Sur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biobío</li> <li>• La Araucanía</li> <li>• Los Ríos</li> </ul>	Situación de conflictos que actualmente están en desarrollo con el pueblo mapuche.	Consideración desde etapas tempranas de los proyectos que están en esta situación.
		Potencial conflicto entre el desarrollo del riego y las zonas que poseen bosque nativo.	Adecuada incorporación de los temas ambientales desde las fases tempranas de desarrollo de los proyectos.
Austral	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los Lagos</li> <li>• Aysén</li> <li>• Magallanes y Antártica</li> </ul>	No se perciben para esta Macrozona factores críticos de la cartera de proyectos del Plan Director que pudieran afectar o generar situaciones de conflicto.	

Fuente: Elaboración propia.

## 5.5 Antecedentes de cálculo de costos para las inversiones de proyectos no modelados

Los costos utilizados para el cálculo de las inversiones necesarias en cada tema de los proyectos no modelados se presentan a continuación. Estos costos fueron determinados con base en estudios realizados por el Consultor considerando cifras obtenidas de MIDEPLAN y de entidades ligadas al sector de la construcción en el país.

**Cuadro 5-33**  
**Costos considerados en inversiones de proyectos no modelados.**

Solución	Costo (mill US\$/km)
Camino pavimentado	0,55
Solución básica_norte	0,03
Solución básica_centro	0,06
Solución básica_sur	0,08
Camino de ripio	0,07
Señalización	0,001
Puente	40
Túnel	30
Doble calzada norte	0,8
Doble calzada centro	1,2
Doble calzada sur	1,8
Mejoramiento	0,8
Doble calzada 3 pistas	2,1
Túnel-Doble calzada	30,8
Bypass_A	1,8
Bypass_B	1,2
Bypass_C	1
Aeródromo_nuevo	25
Aeródromo_mejoramiento	1
Rampa	0,4
Caleta artesanal	0,2

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se detallan las categorías antes señaladas.

### a. Pavimento.

Dado un valor estándar de pavimento de asfalto por m<sup>2</sup> obtenido de la recopilación de estudios del área se procedió a promediar los anchos de los

distintos tipos de vías para obtener un valor de pavimentación por km lineal. Se define como pavimento a la carpeta de rodado con todos los elementos de soporte que fuese necesario construir. Se incluyen en el valor presentado los costos de obras complementarias o anexas antes de la pavimentación tales como los diseños de ingeniería.

b. Solución básica.

La solución básica se ha dividido en tres sub categorías: MZ norte, MZ centro y MZ sur. Esta división fue realizada a petición de las entidades relacionadas en los talleres regionales y está basada en cómo afecta el clima en esta solución. A modo de ejemplo, en el Norte se utiliza la bischofita<sup>48</sup> como supresor de polvo y estabilizador de caminos y que además retiene la humedad de la base formando una carpeta resistente al rodado de vehículos y maquinaria pesada. En consecuencia, el costo por km resulta distinto para cada división según su tipología. La solución básica se propone para caminos que ayudan a la conectividad de zonas aisladas, en rutas de turismo y en donde los resultados de la modelación indican que se ha alcanzado o superado el TMDA establecido para cambio de estándar de la carpeta. Se aplica en caminos de características muy básicas que permiten la circulación de peatones, animales, automóviles y camiones simples, sin mayores dificultades que las de un camino estrecho. En general presentan una carpeta de material granular de 2,5 cm de espesor sobre una plataforma de un ancho que oscila entre los 4 y 5 m dependiendo de la cantidad de pistas. A su vez presentan limitaciones en su trazado en planta y en su elevación.

c. Ripio.

El monto presentado corresponde a la rypiadura de un camino de tierra de ancho promedio.

d. Doble calzada y doble calzada tres pistas.

La doble calzada sigue el mismo método de la categoría "hormigón" agregándose la reposición de la carpeta existente. Esto es para renovar parcialmente la carpeta de rodado que existía en el lugar, incluyendo las obras básicas necesarias para la construcción de la segunda o tercera pista por sentido según sea el caso.

---

48 Es una sal de magnesio obtenida de salares cuya composición es cloruro de magnesio hexahidratado.

#### e. By-pass.

En el cuadro presentado se indican tres categorías de by-pass. Esta categorización fue realizada de acuerdo al tamaño de la población residente en cada ciudad<sup>49</sup> de emplazamiento del proyecto de acuerdo a lo indicado en la parte de la metodología para proposición de by-pass. La categoría de costo "by-pass clase A" se utiliza en el caso de áreas metropolitanas; la categoría de costo "by-pass clase B" se utiliza en el caso de las ciudades intermedias y menores; la categoría de costo "by-pass clase C" se utiliza en el caso de ciudades pequeñas.

#### f. Mejoramiento vial.

El valor presentado corresponde a un promedio de las siguientes categorías:

- Mejoramiento del trazado. Corresponde al aumento de la calidad del servicio existente mediante cambios en la trayectoria del camino, por ejemplo:
  - ✓ Disminución de la curvatura de un camino.
  - ✓ Disminución de las pendientes de un camino.
  - ✓ Construcción de un camino alternativo o variante.
  - ✓ Construcción de un túnel que evita una cuesta.
- Mejoramiento de la carpeta. Corresponde a cambiar el tipo de carpeta de rodado, a una de mejor calidad, por ejemplo:
  - ✓ Pavimentación de un camino de ripio.
  - ✓ Ripiadura de un camino de tierra.
- Reposición de la carpeta. Consiste en renovar parcial o totalmente la carpeta de rodado deteriorada, incluyendo las obras básicas necesarias, por ejemplo:
  - ✓ Repavimentación de una carpeta de hormigón.
  - ✓ Recapado con mezcla asfáltica.
  - ✓ Reposición de la carpeta de un camino de ripio.
- Construcción de caminos nuevos. Corresponde a aquellos proyectos que incorporan zonas con problemas de accesibilidad. Por ejemplo:
  - ✓ Construcción de caminos de penetración.
  - ✓ Construcción de caminos costeros.
  - ✓ Construcción de pasos fronterizos.
- Conservación de carpeta. Corresponde a todas aquellas acciones que tienen por finalidad evitar el deterioro acelerado de la carpeta de rodado, postergando su reposición. Estas acciones se aplican tanto sobre la carpeta misma como sobre sus obras anexas, por ejemplo:

---

<sup>49</sup> Área metropolitana (gran ciudad), ciudad intermedia, ciudad menor o pueblo.

- ✓ Reposición de algunas losas de hormigón.
- ✓ Bacheo sobre carpeta asfáltica.
- ✓ Reperfilado de una carpeta de ripio o de tierra.
- ✓ Retape de hoyos.
- ✓ Sello de juntas.
- ✓ Conservación y mejoramiento de obras de drenaje.
- ✓ Conservación de puentes, etc.

g. Túnel y puente.

Los valores presentados corresponden a construcciones de estas obras con una pista por sentido, en ambos tipos de proyectos. Estos valores incluyen los distintos tipos de mantención a realizar.

h. Túnel doble calzada.

El valor presentado en el cuadro corresponde a la construcción de esta obra con doble calzada por sentido. Estos valores incluyen los distintos tipos de mantención a realizar.

i. Señalización vial.

Incluye la instalación de señalización vial vertical y horizontal. En algunos casos esta categoría se utiliza para la instalación de señalización asociada al turismo.

j. Aeródromo nuevo.

Corresponde a un pequeño aeródromo, con un área terrestre habilitada para las operaciones de aviones monomotores y bimotores livianos con un peso máximo de despegue de hasta 5.700 kg. Esta área tiene como infraestructura básica una pista de aterrizaje entre 500 y 800 m de largo, por 20 m de ancho, cuya superficie de rodado puede ser de asfalto, ripio, tierra o pasto; una plataforma de estacionamiento, que en algunos casos se encuentra separada de la pista por una calle de rodaje, y las marcas de pista del aeródromo, todo esto cercado y protegido de la entrada de personas, animales, vehículos o cualquier elemento que interfiera las operaciones de aterrizaje y despegue. El equipamiento básico lo compone un cataviento, torre de control, radio, estación meteorológica y otros elementos.



#### k. Aeródromo mejoramiento.

El monto presentado en el cuadro corresponde a un promedio de los distintos tipos de intervenciones posibles a realizar las cuales son indicadas a continuación:

- Proyectos de mejoramiento y/o ampliación de la pista Se distinguen dos casos: aumento de largo y/o ancho, y aumento de resistencia.
- Proyectos de mejoramiento y/o ampliación de calles de rodaje y salida.
- Proyectos de mejoramiento y/o ampliación de la plataforma de estacionamiento de aviones.
- Proyectos de ampliación del edificio terminal.
- Proyectos de inversión en equipos de ayuda a la navegación.

#### l. Caleta de pesca artesanal.

Dada las características de estas caletas y su actividad, los proyectos de inversión enfocados a su desarrollo difieren en su naturaleza. Específicamente, se pueden distinguir dos tipologías de proyectos. Infraestructura portuaria: corresponde a aquella relacionada con las actividades marítimas de atraque, aprovisionamiento y varado de las embarcaciones. Ejemplos: obras de defensa, obras de atraque, rampas, varaderos. Y por otro lado la Infraestructura de apoyo: se refiere a obras y equipamientos que se utilizan en las actividades posteriores al varado y descarga de las embarcaciones, como reparación y preparación de artes y equipos. Ejemplos: sistemas para descarga de pescados, boxes, explanadas para la preparación de artes, taller mecánico, áreas para la comercialización y manipulación. El monto presentado corresponde sólo a infraestructura de apoyo.

#### m. Rampa.

Esta categorización de inversión es usada en conectividad de zonas aisladas y caletas pesqueras artesanales. Corresponde a aquella relacionada con la actividad marítima de atraque, aprovisionamiento y varado de las embarcaciones.

### **5.6 Resumen de las inversiones propuestas en los temas no modelados**

El resumen de las inversiones propuestas para el territorio nacional en los temas no modelados, durante el período 2010-2025, se expone a continuación.

**Cuadro 5-34**  
**Inversión total regional en temas no modelados.**

<b>Región</b>	<b>Inversión (US\$ mill)</b>
Arica y Parinacota	322,5
Tarapacá	430,1
Antofagasta	217,2
Atacama	105,0
Coquimbo	705,3
Valparaíso	843,2
Metropolitana	270,2
O´Higgins	540,3
Maule	773,9
Biobío	1.399,2
La Araucanía	446,9
Los Ríos	282,2
Los Lagos	513,4
Aysén	158,2
Magallanes	319,5
<b>Total nacional</b>	<b>7.327,1</b>

Fuente: Elaboración propia.

## **6. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN DIRECTOR DE INFRAESTRUCTURA.**

### **6.1 MODELACIÓN DE ESCENARIOS.**

#### 6.1.1 Definición de escenarios.

##### *6.1.1.1 Escenarios macroeconómicos.*

Una variable fundamental a utilizar en la modelación y posterior evaluación económica del Plan Director de Infraestructura, corresponde a los escenarios macroeconómicos a incorporar en el modelo TRANUS. En este sentido y en concordancia con lo establecido por la contraparte del estudio, se determinó que se usarían dos escenarios macroeconómicos en la modelación estratégica: i) el presentado en el Informe N°3 del Plan Director de Infraestructura, "Diagnóstico y Pronóstico, Tomo B: Proyecciones Macroeconómicas y Demográficas", denominado escenario macroeconómico "Tendencial"; y, ii) un segundo escenario de contraste, elaborado a partir de las proyecciones de crecimiento del PIB real nacional, realizadas por el Fondo Monetario Internacional (en adelante, FMI) con fecha octubre de 2009, el que ha sido denominado escenario macroeconómico "optimista". A continuación se describen sucintamente las principales características de los escenarios ya mencionados.

##### *6.1.1.1.1 Escenario macroeconómico tendencial.*

Como se mencionó anteriormente, las proyecciones de inversión, balanza comercial, gasto público y PIB nacional a precios constantes del escenario macroeconómico tendencial se pueden revisar en el citado Informe N° 3 del Plan Director de Infraestructura, titulado "Diagnóstico y Pronóstico". En forma resumida se presentan a continuación sus proyecciones de crecimiento, para todo el horizonte de modelación.

Este escenario, preparado en el tercer trimestre de 2008, está fuertemente influido por la tendencia a la baja en el crecimiento del PIB de mediano plazo (2003-2007) y especialmente de largo plazo, como lo muestra la Figura 1-1 de este informe. Además, el escenario no incorporó aun los efectos de la crisis de 2008-2009. Una consecuencia importante es la sobrestimación del crecimiento entre 2007-2010 y una fuerte reducción del crecimiento para el periodo 2010-2015.

Cuadro 6-1

Tasas de variación del PIB, exportaciones, importaciones e inversión, escenario tendencial.

Año	PIB total (millones de \$ 2003)	Exportaciones bienes y servicios (millones de \$ 2003)	Importaciones bienes y servicios (millones de \$ 2003)	Inversión en capital fijo (millones de \$ 2003)
2004	6,0	13,3	18,4	10,0
2005	5,6	4,3	17,2	23,9
2006	4,3	5,5	10,5	2,9
2007	5,1	7,8	14,3	11,9
2008	4,1	4,3	12,2	10,6
2009	4,8	6,0	5,6	7,1
2010	4,8	6,1	6,6	5,6
2011	2,7	3,2	3,8	4,8
2012	2,6	3,1	3,7	4,6
2013	2,5	3,0	3,6	4,4
2014	2,5	2,9	3,4	4,2
2015	2,4	2,8	3,3	4,0
2016	4,4	4,7	6,1	8,4
2017	4,2	4,5	5,7	7,8
2018	4,0	4,3	5,4	7,2
2019	3,9	4,1	5,1	6,7
2020	3,7	3,9	4,9	6,3
2021	4,5	5,2	6,6	8,5
2022	4,3	5,0	6,2	7,8
2023	4,1	4,7	5,8	7,3
2024	3,9	4,5	5,5	6,8
2025	3,8	4,3	5,2	6,3

Fuentes: 2003-2007: Departamento de Cuentas Nacionales; Banco Central de Chile  
2008-2025: estimación de INECON-Gémines.

#### 6.1.1.1.2 Escenario macroeconómico optimista.

El segundo escenario macroeconómico utilizado se basa en las proyecciones realizadas por el FMI, presentadas en el reporte denominado *World Economic Outlook* (octubre de 2009), en el cual se incluyen proyecciones del PIB nacional hasta el año 2014. Este escenario ya incorpora los efectos de la crisis 2008-2009 y asume una recuperación moderada del crecimiento a partir de 2010 y un crecimiento superior al 5% a partir del 2013. Las principales consecuencias de estos cambios, respecto a la situación tendencial, son un menor crecimiento para el periodo 2007-2010 y un mayor crecimiento para el periodo 2010-2015, así como para los períodos posteriores.

Estas proyecciones se presentan a continuación:<sup>50</sup>

**Cuadro 6-2**  
**Tasas de variación del PIB real, escenario optimista.**

Año	Variación anual PIB nacional a precios constantes
2007	4,7
2008	3,2
2009	-1,7
2010	4,0
2011	4,5
2012	5,2
2013	5,2
2014	5,4

Fuente: Fondo Monetario Internacional.

En este caso, se concordó con la contraparte del estudio que la proyección del crecimiento anual de un 5,4% se mantendría fija hasta el año 2025, último corte temporal de la modelación, para efectos de evitar el uso de criterios subjetivos, no sustentables, y para posibilitar el análisis de requerimientos de infraestructura en un escenario optimista de largo plazo.<sup>51</sup>

#### 6.1.1.2 Oferta de infraestructura de transporte.

##### 6.1.1.2.1 Situación base.

La situación base contempla, en su red de infraestructura de transporte, los proyectos que el Ministerio de Obras Públicas ejecutará en los próximos seis años y aquellos proyectos que ya se encuentran ejecutados y finalizados y que complementan la red de transporte representativa del año de calibración 2007.

Como se plantea en los tomos regionales del Informe Final, los proyectos considerados para su incorporación en la red de modelación fueron definidos a partir de las siguientes fuentes de información:

- Base de datos Plan Exploratorio, DIRPLAN.
- Cartera de Proyectos de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas.

<sup>50</sup> Se pueden revisar en: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2009/02/weodata/index.aspx>

<sup>51</sup> Por su parte, para la estimación del comercio exterior en el escenario FMI, se utilizaron las series históricas del Banco Central, lo que permitió proyectar la balanza comercial de Chile hasta el año 2025, considerando como variable explicativa básica el PIB real.

- Proyectos emblemáticos de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas: Red Interlagos, Plan Arauco, Plan de Conectividad Puerto Montt – Chaitén y Plan Chiloé.
- Proyectos informados y recogidos en la fase de reconocimiento territorial del Plan Director.
- Observaciones realizadas en el marco de los Talleres Regionales, Visión 2020, julio-septiembre, año 2009.

Para complementar la base de datos del Exploratorio, correspondiente al período 2010-2015, se agregaron todos los proyectos viales que el Ministerio de Obras Públicas pretende realizar en un escenario de corto y mediano plazo, incorporándose a la red de modelación, los proyectos viales más relevantes, pero **excluyendo los proyectos de carácter urbano y las conservaciones de pavimento**, inversiones que no son susceptibles de ser analizadas por la herramienta estratégica de modelación interurbana utilizada.

También se consideraron las principales concesiones que el Ministerio de Obras Públicas pretende licitar y ejecutar en los próximos años. En cuanto a las ideas de proyectos de concesiones futuras que se encuentran en etapas muy preliminares, éstas no fueron incorporadas en la situación base.

Además, se consigna que los consultores en la fase de reconocimiento territorial del estudio, recogieron en las regiones visitadas diversos proyectos e ideas de proyectos, susceptibles de ser modelados.

El último input considerado para definir la situación base de modelación, incluye las observaciones realizadas en el marco de los talleres regionales Visión 2020, realizados por el Ministerio en los meses de julio, agosto y septiembre del año 2009, en donde se expuso la cartera de proyectos de la situación base incorporada en la modelación ante los actores relevantes de cada región, para efectos de validar los proyectos incorporados en la situación base. En esta oportunidad, se recibió de los servicios regionales del MOP y de los participantes de los talleres, una valiosa información que permitió identificar nuevos proyectos, los que fueron agregados a la red de modelación.

Los proyectos incorporados en la situación base, incluidas las futuras concesiones, se encuentran disponibles en los tomos regionales del Informe Final del Plan Director de Infraestructura, en el Capítulo 3, "Análisis de la Modelación con Sistema TRANUS".

### 6.1.1.2.2 Planes de inversión.

Para definir esta oferta de infraestructura, se han considerado las siguientes modificaciones a la red de modelación de la situación base, para los dos escenarios macroeconómicos mencionados anteriormente.

- Brechas de infraestructura identificada a partir del análisis de los resultados de la modelación de la situación base.
- Proyectos regionales sugeridos en el marco de los Talleres Visión 2020 realizados por el Ministerio de Obras Públicas entre julio y septiembre de 2009, y cuya inclusión no necesariamente obedece a un criterio de modelación.

Las brechas de Infraestructura corresponden a los “cuellos de botella” que son identificados en la red vial relevante al modelar la situación base. El criterio utilizado para poder determinar las brechas de infraestructura fue convenido con la contraparte. Según los criterios acordados, los umbrales de TMDA,<sup>52</sup> a superar para que un camino o vía necesite un cambio de estándar fueron los siguientes:

**Cuadro 6-3**  
**Criterios para cambio de estándar en rutas modeladas.**

	Tierra	Ripio	Solución básica	Pavimento	Mejoramiento	Doble calzada	Doble calzada con 3 pistas
TMDA	-	120	200	500	1.750	5.000	40.000

**Fuente:** Elaboración propia con base en información de la Dirección de Vialidad.

Los cambios de estándar, presentados en el cuadro anterior, corresponden a lo siguiente:

- Tierra a Ripio: TMDA de 120 vehículos.
- Ripio – Solución básica de pavimento: TMDA de 200 vehículos.
- Solución básica – Pavimento: TMDA de 500 vehículos.
- Pavimento – Mejoramiento (terceras pistas en cuestas, mejoramientos geométricos, construcción de bermas, etc.): TMDA de 1.750 vehículos.
- Mejoramiento – Doble calzada: TMDA de 5.000 vehículos.
- Doble calzada – Doble calzada con 3 pistas (DC3P): TMDA de 40.000 vehículos.

Las brechas de infraestructura encontradas en cada corte temporal, para ambos escenarios, se presentan a nivel regional en los distintos tomos del

<sup>52</sup> Tránsito Medio Diario Anual.

Informe Final del Plan Director de Infraestructura, en el Capítulo 3, “Análisis de la modelación con sistema TRANUS”.

### 6.1.1.3 Identificación de escenarios de modelación.

La oferta de infraestructura de los escenarios de modelación (denominados objetivos) incorpora, además de aquellas mejoras incluidas en la situación base, los cambios de estándar necesarios para cerrar las brechas identificadas, de acuerdo a los criterios ya definidos. Estos cambios dependen de la demanda obtenida en la situación base de transporte, la que varía dependiendo del escenario macro ocupado. Posterior a esto, se incorporan los proyectos regionales que no fueron detectados por el modelo como *brechas de infraestructura*. En el siguiente cuadro se caracterizan los escenarios de modelación analizados.

**Cuadro 6-4**  
**Esquema de escenarios de modelación.**

Escenario de Modelación	Escenario Macro	Oferta de infraestructura de transporte	Nº de Proyectos
Objetivo Normal	Tendencial	- Brechas de infraestructura identificadas a partir de los resultados de la modelación de la Situación Base Tendencial	59
		- Proyectos Regionales	41
Objetivo Optimista	Optimista	- Brechas de infraestructura identificadas a partir de los resultados de la modelación de la Situación Base Optimista	90
		- Proyectos Regionales	27

Fuente: Elaboración propia.

En el escenario optimista se considera una menor cantidad de proyectos regionales, ya que éstos pasan a convertirse en brechas de infraestructura, al ocuparse un escenario de mayor crecimiento económico.

### 6.1.2 Resultados de la modelación.

#### 6.1.2.1 Escenario objetivo normal.

Para el desarrollo de este escenario se requiere de un aumento de la productividad laboral del 1,7% anual, calculada de tal forma que absorbiera el potencial de empleos.



### 6.1.2.1.1 Producción.

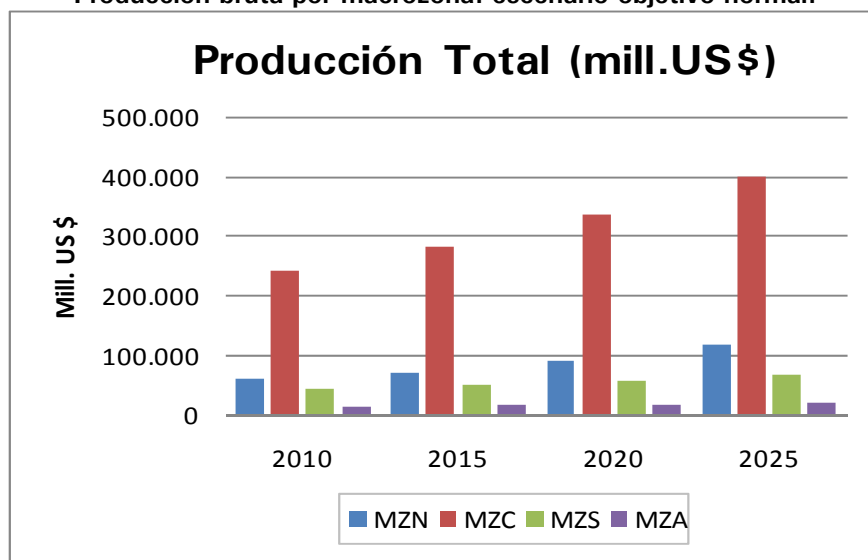
Del siguiente cuadro se deduce que la producción bruta nacional aumenta un 66% entre los corte temporales 2010-2025, donde la participación de la Macrozona Centro (en adelante, MZC) es de un 66,4% en promedio, seguida por la Macrozona Norte (en adelante, MZN) con un 17,9%, Macrozona Sur (en adelante, MZS) con 11,9% y por último la Macrozona Austral (en adelante, MZA) con un 3,8%.<sup>53</sup> La participación por macrozona se entiende de mejor manera en la Figura 6-1.

**Cuadro 6-5**  
Producción bruta por macrozona: escenario objetivo normal.

Macrozona	Producción por macrozona (mill US\$)				
	2007	2010	2015	2020	2025
<b>MZN</b>	57.165	62.331	72.605	90.173	116.892
<b>MZC</b>	213.587	240.893	281.288	334.970	398.882
<b>MZS</b>	39.254	45.526	50.740	57.897	69.267
<b>MZA</b>	12.921	15.951	16.107	17.524	20.741
<b>Total</b>	<b>322.927</b>	<b>364.701</b>	<b>420.740</b>	<b>500.564</b>	<b>605.781</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-1**  
Producción bruta por macrozona: escenario objetivo normal.



Fuente: Elaboración propia.

<sup>53</sup> MZ Norte (regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama);  
MZ Central (regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y del Maule);  
MZ Sur (regiones del Biobío, La Araucanía y de Los Ríos) y  
MZ Austral (regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes).

### 6.1.2.1.2 Empleos.

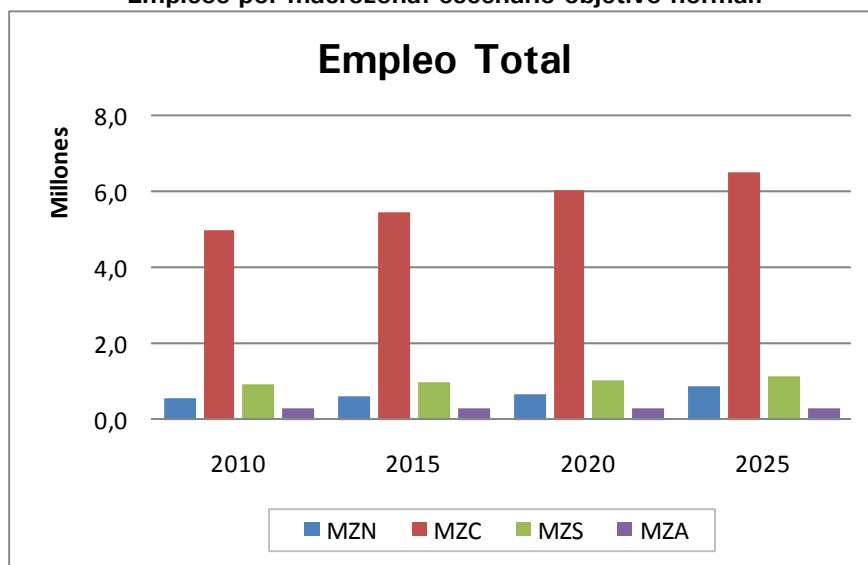
El empleo total país, crece a una tasa anual del 1,7% entre los corte temporales 2010-2025, donde el mayor crecimiento porcentual se desarrollaría en la MZN entre los cortes 2020-2025 con un aumento de un 23,7%. La participación por macrozona se mantiene estable, en los cortes temporales modelados, donde la MZC representa el 74% del empleo total, la MZS el 13%, la MZN el 9% y la MZA el 4% restante. Lo anterior se detalla en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6-6**  
**Empleos por macrozona: escenario objetivo normal.**

Macrozona	Empleos por macrozona				
	2007	2010	2015	2020	2025
<b>MZN</b>	584.241	591.313	634.057	699.893	865.691
<b>MZC</b>	4.690.446	4.986.026	5.467.133	6.025.792	6.500.578
<b>MZS</b>	834.518	933.701	972.042	1.026.832	1.141.850
<b>MZA</b>	250.787	303.938	284.585	283.868	306.754
<b>Total</b>	<b>6.359.992</b>	<b>6.814.978</b>	<b>7.357.818</b>	<b>8.036.385</b>	<b>8.814.873</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-2**  
**Empleos por macrozona: escenario objetivo normal.**



Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.2.1.3 Población.

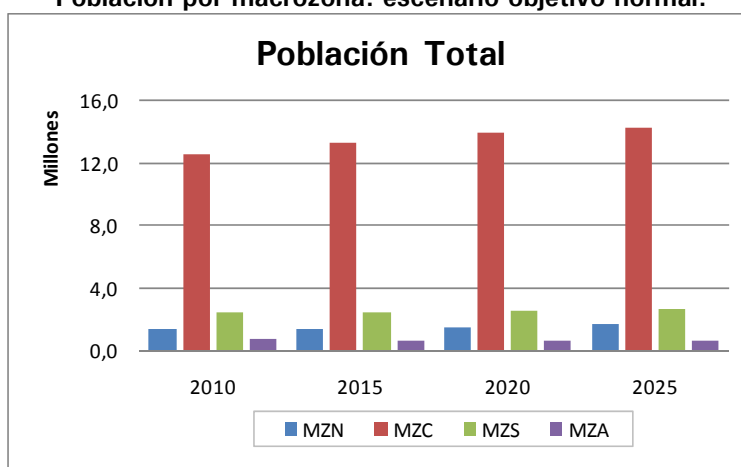
La población presenta una tasa de crecimiento anual del 0,8%, con una participación sobre el total de la MZN de 8,1% en promedio, MZC con un 74,3%, MZS con 13,9% y la MZA con un 3,7%.

**Cuadro 6-7**  
**Población por macrozona: escenario objetivo normal.**

Macrozona	Población por macrozona				
	2007	2010	2015	2020	2025
<b>MZN</b>	1.442.005	1.339.644	1.383.477	1.459.464	1.711.483
<b>MZC</b>	12.261.520	12.530.743	13.325.333	13.990.539	14.267.376
<b>MZS</b>	2.243.220	2.437.370	2.456.627	2.536.584	2.658.646
<b>MZA</b>	646.127	742.903	679.746	641.360	654.020
<b>Total</b>	<b>16.592.873</b>	<b>17.050.660</b>	<b>17.845.182</b>	<b>18.627.947</b>	<b>19.291.524</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-3**  
**Población por macrozona: escenario objetivo normal.**



Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 6-8**  
**Población por grupo socioeconómico: escenario objetivo normal.**

Estrato	2007	2010	2015	2020	2025
<b>Alto</b>	1.348.457	1.389.028	1.457.606	1.531.979	1.597.884
<b>Medio</b>	6.283.936	6.505.302	6.916.212	7.279.753	7.566.481
<b>Bajo</b>	8.960.480	9.156.330	9.471.365	9.816.215	10.127.159
<b>Total</b>	<b>16.592.873</b>	<b>17.050.660</b>	<b>17.845.182</b>	<b>18.627.947</b>	<b>19.291.524</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.1.2.1.4 Demanda de transporte.

En los siguientes cuadros se detallan los pasajeros y toneladas transportadas por corte temporal, predichos por el modelo. Se observa que los pasajeros aumentan a una tasa anual del 2%, mientras la carga alcanza el 1,4%. Dentro de los modos más utilizados por los pasajeros está el bus interurbano, con una participación del 50,5% en promedio, mientras que el vehículo liviano representa el 45,6%. A su vez, la carga se moviliza prioritariamente por

camiones de más de dos ejes, modo que explica el 79,8% del total de las toneladas movilizadas.

**Cuadro 6-9**  
**Pasajeros diarios: escenario objetivo normal.**

Pasajeros por categoría de demanda (Pasajeros /día)					
Tipo	2007	2010	2015	2020	2025
Bajo	858.292	953.328	1.060.744	1.150.894	1.174.479
Medio <sup>54</sup>	1.174.239	1.356.456	1.573.127	1.800.467	1.979.238
Alto	169.702	175.148	192.434	201.662	209.336
<b>Total</b>	<b>2.202.233</b>	<b>2.484.932</b>	<b>2.826.305</b>	<b>3.153.023</b>	<b>3.363.053</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 6-10**  
**Toneladas diarias: escenario objetivo normal.**

Toneladas por categoría de demanda (Toneladas /día)					
Tipo	2007	2010	2015	2020	2025
Liviana	207.460	211.343	215.981	223.552	233.286
General	818.733	827.474	841.287	858.169	878.594
Granel Líquido	140.673	162.829	188.845	226.105	274.750
Granel Sólido	151.585	172.267	194.667	229.279	274.436
Contenedores	55.142	62.169	72.160	84.652	99.683
<b>Total</b>	<b>1.373.593</b>	<b>1.436.082</b>	<b>1.512.940</b>	<b>1.621.757</b>	<b>1.760.749</b>

Fuente: Elaboración propia.

En los siguientes cuadros se presenta la demanda de pasajeros y de carga movilizada por modo de transporte. Al respecto, se debe considerar que un viaje (pasajero o carga) puede estar incluido en más de un modo, dado que TRANUS modela rutas intermodales.

**Cuadro 6-11**  
**Pasajeros diarios por modo de transporte: escenario objetivo normal.**

Pasajeros por modo de transporte (Pasajeros /día)					
Modo	2007	2010	2015	2020	2025
VL	1.029.477	1.181.262	1.307.087	1.484.900	1.563.190
Bus	1.034.608	1.248.887	1.476.754	1.651.103	1.774.015
Tren	53.452	78.138	85.498	93.558	93.924
Avión	10.871	20.796	23.329	32.708	38.701

Fuente: Elaboración propia.

<sup>54</sup> Junto a los pasajeros del estrato medio se adicionan los pasajeros de servicios, que corresponden a los viajes realizados por todos los estratos, generados a partir de los flujos de todos los sectores que consumen Comercio y Servicio, es decir viajes de personas a comprar, de negocios, entre otros. Para efectos de modelación, como son todos los estratos se utiliza un valor subjetivo promedio como el del estrato medio.

**Cuadro 6-12**  
Toneladas diarias por modo de transporte: escenario objetivo normal.

Toneladas por modo de transporte (Toneladas /día)					
Modo	2007	2010	2015	2020	2025
<b>C2E</b>	207.503	211.392	216.042	223.628	233.379
<b>C + 2E</b>	1.225.275	1.294.902	1.380.067	1.502.434	1.658.531
<b>FFCC</b>	68.151	80.648	92.954	111.197	134.328
<b>Avión</b>	43	49	61	77	92
<b>Cabotaje</b>	32.327	33.945	38.296	45.282	54.671

Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.2.2 Escenario objetivo optimista.

Para el desarrollo de este escenario se requiere de un aumento importante de la productividad laboral, del orden de 2,7% anual, de acuerdo a las proyecciones y estimaciones realizadas.

#### 6.1.2.2.1 Producción.

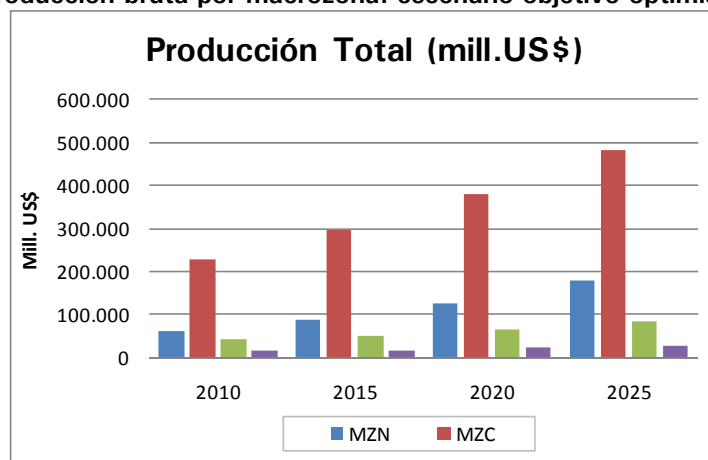
En este caso, la producción bruta nacional aumenta a una tasa anual de 4,9% entre los cortes 2007 y 2025. La participación de la MZC es de un 64,2% en promedio, seguida por la MZN con un 21,2%, luego la MZS con 10,9% y la MZA con un 3,7%. Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6-13**  
Producción bruta por macrozona: escenario objetivo optimista.

Macrozona	Producción por macrozona (mill US \$)				
	2007	2010	2015	2020	2025
<b>MZN</b>	57.165	61.931	86.929	124.279	179.201
<b>MZC</b>	213.587	228.016	296.120	379.646	480.905
<b>MZS</b>	39.254	42.752	50.932	63.535	82.128
<b>MZA</b>	12.921	15.267	17.294	21.769	28.137
<b>Total</b>	<b>322.927</b>	<b>347.965</b>	<b>451.274</b>	<b>589.228</b>	<b>770.371</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-4**  
Producción bruta por macrozona: escenario objetivo optimista.



Fuente: Elaboración propia.

#### 6.1.2.2.2 Empleos.

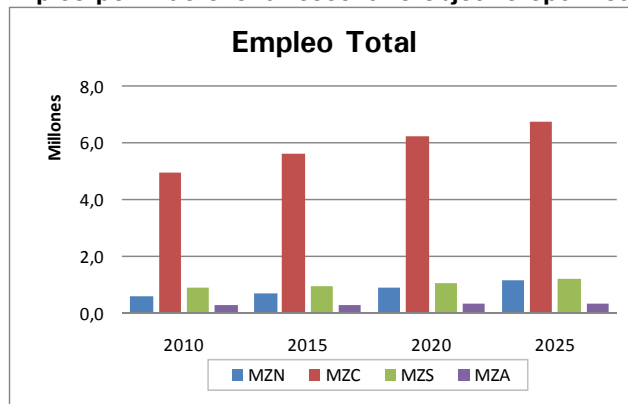
El empleo total crece a una tasa anual del 2,2% entre los corte temporales 2010-2025.

**Cuadro 6-14**  
Empleos por macrozona: escenario objetivo optimista.

Macrozona	Empleos por macrozona				
	2007	2010	2015	2020	2025
MZN	584.241	611.334	702.920	875.179	1.167.776
MZC	4.690.446	4.955.645	5.602.584	6.237.954	6.741.664
MZS	834.518	922.457	945.119	1.037.356	1.182.033
MZA	250.787	304.010	289.243	316.639	352.900
<b>Total</b>	<b>6.359.992</b>	<b>6.793.445</b>	<b>7.539.865</b>	<b>8.467.128</b>	<b>9.444.373</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-5**  
Empleo por macrozona: escenario objetivo optimista.



Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.2.2.3 Población.

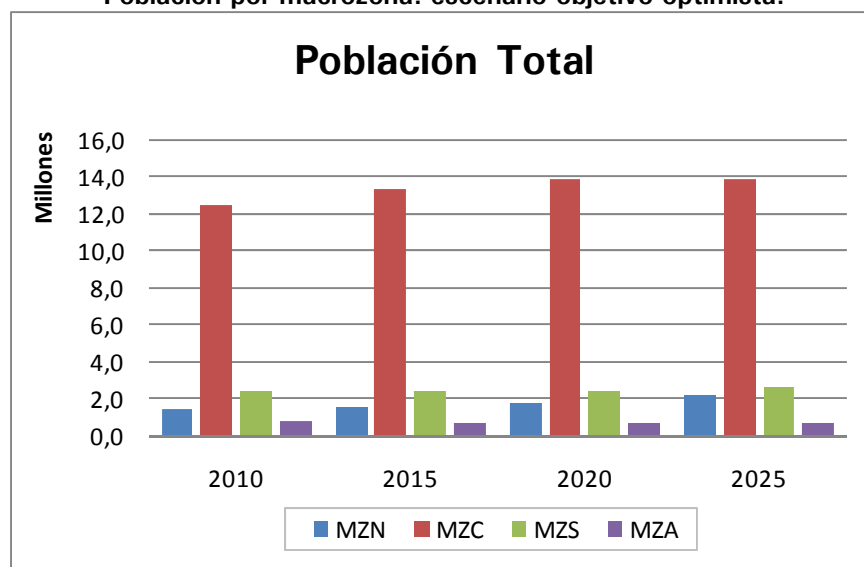
La población crece a una tasa anual del 0,87%, donde la MZN presenta un crecimiento anual del 3,1%, cifra que se explica por el crecimiento sostenido de los sectores económicos predominantes en esa zona como la minería.

**Cuadro 6-15**  
Población por macrozona: escenario objetivo optimista.

Macrozona	Población por macrozona				
	2007	2010	2015	2020	2025
MZN	1.442.005	1.389.074	1.492.898	1.748.750	2.193.485
MZC	12.261.520	12.498.259	13.361.669	13.827.167	13.898.218
MZS	2.243.220	2.417.951	2.351.780	2.456.272	2.604.888
MZA	646.127	746.149	683.540	684.976	712.306
<b>Total</b>	<b>16.592.873</b>	<b>17.051.434</b>	<b>17.889.887</b>	<b>18.717.165</b>	<b>19.408.897</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-6**  
Población por macrozona: escenario objetivo optimista.



Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 6-16**  
Población por grupo socioeconómico: escenario optimista.

Estrato	2007	2010	2015	2020	2025
Alto	1.348.457	1.393.446	1.539.422	1.553.321	1.631.954
Medio	6.283.936	6.532.729	6.969.628	7.357.978	7.575.545
Bajo	8.960.480	9.125.259	9.380.837	9.805.866	10.201.398
<b>Total</b>	<b>16.592.873</b>	<b>17.051.434</b>	<b>17.889.887</b>	<b>18.717.165</b>	<b>19.408.897</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.1.2.2.4 Demanda de Transporte.

El crecimiento de la demanda de pasajeros es del 3,0% anual, mientras que la carga aumenta al 2,5% anual. Dentro de los modos más utilizados por los pasajeros está el bus con una participación del 51,4% en promedio, mientras que el vehículo liviano representa el 44,9%, en tanto que la carga se moviliza en un 79,5% en promedio, por camiones de más de dos ejes.

**Cuadro 6-17**  
**Pasajeros diarios: escenario objetivo optimista.**

Pasajeros por categoría de demanda (Pasajeros /día)					
Tipo	2007	2010	2015	2020	2025
Bajo	858.292	934.603	1.148.663	1.366.068	1.438.840
Medio	1.174.239	1.329.857	1.668.461	2.092.848	2.260.272
Alto	169.702	172.797	203.282	214.919	225.667
<b>Total</b>	<b>2.202.233</b>	<b>2.437.257</b>	<b>3.020.406</b>	<b>3.673.835</b>	<b>3.924.780</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 6-18**  
**Toneladas diarias: escenario objetivo optimista.**

Toneladas por categoría de demanda (Toneladas /día)					
Tipo	2007	2010	2015	2020	2025
Liviana	207.460	209.730	216.668	224.297	244.733
General	818.733	820.430	834.538	839.294	875.439
Granel Líquido	140.673	160.825	204.921	268.057	366.636
Granel Sólido	151.585	170.694	216.063	280.504	384.024
Contenedores	55.142	61.245	76.781	97.341	124.566
<b>Total</b>	<b>1.373.593</b>	<b>1.422.924</b>	<b>1.548.970</b>	<b>1.709.493</b>	<b>1.995.397</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 6-19**  
**Pasajeros diarios por modo de transporte: escenario objetivo optimista.**

Pasajeros por modo de transporte (Pasajeros /día)					
Modo	2007	2010	2015	2020	2025
VL	1.029.477	1.162.315	1.378.811	1.700.282	1.729.875
Bus	1.034.608	1.222.809	1.601.241	1.949.305	2.129.034
Tren	53.452	69.050	85.527	95.421	101.672
Avión	10.871	20.330	28.865	43.705	53.295

Fuente: Elaboración propia.



**Cuadro 6-20**  
**Toneladas diarias por modo de transporte: escenario objetivo optimista.**

Toneladas por modo de transporte (Toneladas /día)					
Modo	2007	2010	2015	2020	2025
<b>C2E</b>	207.503	209.778	216.740	224.396	244.866
<b>C + 2E</b>	1.225.275	1.282.587	1.432.171	1.632.071	1.970.518
<b>FFCC</b>	68.151	79.720	103.795	138.889	196.297
<b>Avión</b>	43	48	73	99	134
<b>Cabotaje</b>	32.327	33.755	43.882	58.946	81.132

Fuente: Elaboración propia.

## 6.2 Evaluación Económica de Escenarios.

### 6.2.1 Criterios y parámetros de evaluación.

A partir de la modelación de los escenarios definidos, se procedió a estimar el consumo de recursos y las inversiones requeridas para realizar las evaluaciones económicas correspondientes. Para el cálculo de indicadores de rentabilidad se aplicó el procedimiento tradicional de comparar los consumos de cada plan con respecto a la situación base, en los cortes temporales de análisis.

El costo social asociado a cada situación, se calcula considerando las componentes de costo de operación, costo de tiempo, costo de mantención vial y costo de mantención ferroviaria. Estos costos se estiman considerando todos los arcos de la red de modelación y los tipos de vehículos analizados. Con lo anterior, se obtiene información desagregada a nivel de cortes temporales, tanto para la situación base, como para los planes de proyectos a evaluar.

Para llevar a cabo esto, como primera instancia se aplica la "regla del medio", metodología que considera la inducción de nuevos viajes producto del mejoramiento de los caminos (demanda inducida), lo cual permite obtener los beneficios del plan de inversión de los escenarios, con respecto a la situación base. El excedente o beneficio total del escenario  $\Delta S$  se calcula a partir de los costos unitarios de operación y de tiempo por arco, más los flujos por este. La formulación de esta metodología queda expresada de la siguiente manera:

$$\Delta S = \sum_i \sum_m (C_{bmt} - C_{pmt}) * [(F_{bmt} + F_{pmt})/2]$$

Donde,

$C_{bmt}$ : Costo social unitario de transporte de la categoría  $m$  en el arco  $i$  en la situación base.

$C_{pmt}$ : Costo social unitario de transporte de la categoría  $m$  en el arco  $i$  en la situación con Plan Inversión.

$F_{bmt}$ : Flujo de la categoría  $m$  en el arco  $i$  en la situación base.

$F_{pmt}$ : Flujo de la categoría  $m$  en el arco  $i$  en la situación con Plan Inversión.

En los siguientes cuadros se detallan los valores sociales del tiempo y los costos sociales de operación utilizados en la presente evaluación social.

**Cuadro 6-21**  
**Valores sociales del tiempo (\$ diciembre 2008).**

Tipo de Vehículo	\$/ hora-vehículo
Vehículos Livianos	7.482
Bus	35.530
Camión dos Ejes	4.292
Camión más de dos Ejes	4.292
Ferrocarril de Carga	4.292
Tren de Pasajeros (\$/ hora pasajero)	1.002
Avión	514.710

Fuentes: Departamento de Inversiones. MIDEPLAN, Estudio "Análisis Implementación Programa de Asesorías de Estudios Estratégicos de Transporte Interurbano, II Etapa, ESTRASUR" (SECTRA, 2007).

En el cuadro anterior, se puede apreciar el vector de precios sociales de tiempo utilizado para estas evaluaciones. Estos se obtuvieron de la publicación anual que realiza el Departamento de Inversiones de MIDEPLAN para el año 2008, con las siguientes consideraciones:

- El valor del tiempo de los vehículos livianos corresponde al promedio aritmético entre el valor del tiempo para camionetas y para automóviles.
- El valor del tiempo para un ferrocarril de carga es equivalente al valor del tiempo para un camión remolque.

- El valor del tiempo para el tren de pasajeros (en unidades de \$/pax-hr) corresponde al valor del tiempo del bus dividido en su tasa de ocupación.
- El valor del tiempo para el avión corresponde al valor del tiempo del automóvil, dividido por la tasa de ocupación del automóvil y multiplicado por la tasa de ocupación del avión.

Los costos operacionales se han calculado de acuerdo a lo siguiente. Para el caso de los modos viales se ha utilizado el modelo HDM-III (sub modelo COPER-CH), que permite calcular el costo operacional de cada tipo de vehículo para cada arco de la red. En este caso, se han considerado los siguientes precios sociales por ítem, los cuales también fueron obtenidos de MIDEPLAN.

**Cuadro 6-22**  
**Vector de precios sociales por insumo (\$ diciembre 2008).**

Ítem	Categorías de vehículos					
	Unidades	Autos	Camionetas	Camiones dos ejes	Camiones más dos ejes	Buses
Combustible	(\$/litro)	317,6	317,6	368,9	395,5	395,5
Lubricante	(\$/litro)	3.890	3.890	1.835	1.835	1.835
Neumáticos	(\$/unidad)	25.683	50.744	78.587	155.694	155.694
Vehículo nuevo	(miles\$/unidad)	9.192	10.839	21.968	49.704	79.612
Hora de Mantenición	(\$/hora)	2.793	2.793	2.793	2.793	2.793

Fuente: Departamento de Inversiones. MIDEPLAN

Para el resto de los modos se obtuvo un costo social unitario por distancia y tipo de vehículo, proveniente del estudio “Análisis Implementación Programa de Asesorías de Estudios Estratégicos de Transporte Interurbano, II Etapa, ESTRASUR” (SECTRA, 2007), el cual fue actualizado a \$ de diciembre del 2008.

**Cuadro 6-23**  
**Costo operacional por modo (\$ diciembre 2008).**

Modo	\$/ Vehículo km
Tren Pax	1.989
Tren Carga	2.520
Avión	5,26

Fuente: Elaboración propia, en base a Estudio ESTRASUR, SECTRA, 2007.

En cuanto al costo de mantención vial, se estima a partir de la cantidad de ejes equivalentes (EE) a que es sometido cada arco de la red y su número de pistas. La formulación para calcular los EE se obtiene de ESTRASUR, la cual se detalla a continuación.

$$EE_d = 0 * vh_{vd} + 0,803 * vh_{bd} + 1,664 * vh_{cd} + 5,422 * vh_{rd}$$

Donde  $vh_{xd}$  corresponde al flujo diario asignado a cada arco por tipo de vehículo (v: vehículos livianos, b: buses, c: camiones simples, r: camiones remolque). Una vez conocida la cantidad de EE al año, se procede a calcular el costo unitario de mantención por pista – kilómetro a partir de una tabla de costos unitarios, la cual fue desarrollada en el marco del ESTRASUR, y para su respectivo uso fue actualizada a \$ de diciembre del 2008. El costo de mantención de un arco corresponde al producto entre dicho costo unitario, la longitud del arco y la cantidad de pistas. El costo social de mantenimiento vial del escenario, corresponde a la suma de los costos de mantenimiento de todos los arcos viales en la red.

Al igual que el costo de mantenimiento vial, el ferroviario se estima a partir de una función no lineal estimada en el estudio ESTRASUR, que depende de las toneladas brutas que circulan por cada arco.

$$CUMF = 0,1829 \cdot Ton^{0,4806}$$

Donde,

$CUMF$  : Costo unitario de mantención de vías ferroviarias (UF/km-año)

$Ton$  : Toneladas brutas anuales que circulan por el arco (ton/año)

Finalmente, el procedimiento para estimar el costo total se calcula en base a las toneladas brutas a las cuales es sometido cada arco (sumando carga y pasajeros), y a partir de ellas en la función no lineal, se estima el costo total de mantenimiento de la vía férrea.

Por otra parte, de acuerdo a los umbrales de flujo definidos para materializar una obra de mejoramiento, se han obtenido valores unitarios de inversión por tipo de intervención. Estos valores fueron utilizados en los estudios “Análisis y Evaluación del Sistema de Transporte de la Macrozona Centro-Sur” y “Actualización y Consolidación de Modelos de Planificación Vial para la Zona Sur”, ambos realizados por la contraparte, lo cual se estima pertinente utilizar estos valores, actualizando sus valores a \$ de diciembre del 2008.

**Cuadro 6-24**  
**Montos unitarios de inversión (\$ Dic. 2008).**

<b>Intervención</b>	<b>Inversión (millones \$/Km.)</b>	<b>Condición inicial</b>	<b>Condición final</b>
Pavimentación	281	Pavimento básico, Ripio o Tierra	Pavimento asfáltico
Ampliación	936	Pavimento asfáltico	Doble calzada
	1.218	Doble calzada	Doble calzada con tres pistas

**Fuente:** Elaboración propia, en base a Estudio "Análisis y Evaluación del Sistema de Transporte de la Macrozona Centro-Sur" (DIRPLAN, 2006).

La idea central es que cada umbral de TMDA representa el flujo por encima del cual cierto tramo debiera tener la "condición final" señalada en el cuadro.

Cabe destacar que el resultado de este diagnóstico no es una evaluación social de cada proyecto, sino sólo una indicación acerca de cuáles tramos de la red debieran en principio ser mejorados.

Para la confección del flujo de caja y la posterior evaluación de cada escenario se han considerado los siguientes criterios.

- La tasa social de descuento a utilizar es de 6% anual, sugerida por MIDEPLAN en el documento NIP 2010, "Precios Sociales para la Evaluación de Proyectos".
- Se ha considerado un factor social para la inversión de un 80%, sugerida por MIDEPLAN en el documento NIP 2010 "Parámetros de Evaluación de Proyectos de Vialidad Interurbana".
- La inversión se ha distribuido en forma homogénea en los períodos anteriores a la entrada en operación del proyecto (cinco años).
- El horizonte de evaluación es de 15 años a partir del primer corte modelado. Este horizonte contempla los cortes temporales 2010, 2015, 2020 y 2025.
- Para cada escenario se han interpolado linealmente los beneficios obtenidos en los cortes temporales modelados.
- El valor residual utilizado corresponde al 80% de la inversión inicial expresada en términos sociales, en un horizonte de 20 años, siguiendo los parámetros sugeridos en el documento NIP 2010 "Parámetros de Evaluación de Proyectos de Vialidad Interurbana" de MIDEPLAN.

## 6.2.2 Evaluación del escenario objetivo normal.

A continuación se presentan los principales indicadores de utilización del sistema de transporte interurbano, el consumo anual de recursos y la inversión correspondiente a cada escenario modelado.

### 6.2.2.1 Inversiones.

En el cuadro que se presenta a continuación se resumen las inversiones requeridas para este escenario, obtenidas del diagnóstico de la situación base y que se detallan en los distintos tomos regionales del Informe Final del Plan Director de Infraestructura, en el Capítulo 3, "Análisis de la modelación con sistema TRANUS". Estas inversiones son agregadas por corte temporal y macrozonas.

**Cuadro 6-25**  
**Inversión social en proyectos.**

Corte	Inversión por macrozona (mill US \$)			
	MZN	MZC	MZS	MZA
2015	27	1.169	294	-
2020	170	408	2	59
2025	337	565	107	247

Fuente: Elaboración propia.

### 6.2.2.2 Beneficios.

Como se menciona en la sección 6.2.1, "Criterios y parámetros de evaluación", la "regla del medio" es la metodología utilizada para obtener los ahorros de recursos por concepto de tiempo de viaje y costos operacionales, detallados a continuación.

**Cuadro 6-26**  
**Ahorro/beneficios por macrozona (mill US \$).**

Macrozona	Beneficios por macrozona (mill US \$)		
	2015	2020	2025
MZN	4,9	15,7	41,4
MZC	159,0	206,7	300,0
MZS	31,5	34,9	37,0
MZA	-	0,3	2,4

Fuente: Elaboración propia.

Los costos de mantenimiento están asociados a los ejes equivalentes que circulan por los arcos viales, en tanto para las vías férreas dependen de las toneladas que circulan por ellas. De acuerdo a lo indicado en el apartado 6.2.1 del

presente capítulo, en el siguiente cuadro se detalla el aumento del costo de mantención por corte temporal y macrozona.

**Cuadro 6-27**  
**Ahorro de costos de mantención (mill US \$).**

Macrozona	Beneficios por macrozona (mill US \$)		
	2015	2020	2025
<b>MZN</b>	-1,2	-1,9	-4,5
<b>MZC</b>	-1,8	-2,0	-4,4
<b>MZS</b>	-1,4	-1,4	-2,0
<b>MZA</b>	-0,6	-0,8	-3,8

Fuente: Elaboración propia.

### 6.2.2.3 Indicadores de rentabilidad.

A partir de las inversiones y beneficios obtenidos anteriormente, se procedió a calcular los indicadores de rentabilidad económica para cada macrozona, detallados en Cuadro 6 26, en cuanto a nivel nacional se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de MM US\$ 511 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 8,9%.

**Cuadro 6-28**  
**Indicadores de rentabilidad.**

Macrozona	VAN (mill US \$)	TIR
<b>MZN</b>	2,7	6,2%
<b>MZC</b>	514,9	10,0%
<b>MZS</b>	37,7	7,4%
<b>MZA</b>	-44,7	-

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, en el siguiente cuadro se presenta la distribución de beneficios por grupo socioeconómico (GSE) a nivel nacional.

**Cuadro 6-29**  
**Distribución por GSE.**

GSE	2015		2020		2025	
	mill US \$	%	mill US \$	%	mill US \$	%
<b>Bajo</b>	62,07	37,7%	79,76	38,0%	120,22	38,4%
<b>Medio</b>	89,61	54,4%	114,86	54,7%	171,76	54,9%
<b>Alto</b>	13,06	7,9%	15,20	7,2%	20,82	6,7%

Fuente: Elaboración propia.

### 6.2.3 Evaluación del escenario objetivo optimista

#### 6.2.3.1 *Inversiones.*

El diagnóstico de las brechas de infraestructura del escenario base optimista, se detalla por región en los tomos del Informe Final del Plan Director de Infraestructura, en el capítulo 3, "Análisis de la modelación con sistema TRANUS". Los montos de inversión asociados a los proyectos incluidos en la modelación, se muestran por macrozonas en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6-30**  
Inversión social en proyectos: escenario optimista.

Corte	Inversión por macrozona (mill US\$)			
	MZN	MZC	MZS	MZA
2015	27	1.735	394	-
2020	484	753	17	59
2025	864	837	187	246

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.2.3.2 *Beneficios.*

Los ahorros de recursos por concepto de tiempo de viaje y costos operacionales, en relación al escenario base optimista, se detalla en el siguiente cuadro, a nivel de macrozonas.

**Cuadro 6-31**  
Ahorro/beneficios por macrozona (mill US \$).

Macrozona	Beneficios por macrozona (mill US \$)		
	2015	2020	2025
MZN	2,8	35,7	119,8
MZC	281,6	323,8	542,2
MZS	56,5	62,9	82,9
MZA	-	0,4	4,2

Fuente: Elaboración propia.



**Cuadro 6-32**  
**Ahorro de costos de mantención (mill US \$).**

Macrozona	Beneficios por Macrozona (mill US \$)		
	2015	2020	2025
<b>MZN</b>	0,6	-2,0	-3,7
<b>MZC</b>	-3,0	-4,7	-5,3
<b>MZS</b>	0,8	0,2	-0,7
<b>MZA</b>	-0,6	-1,2	-6,7

Fuente: Elaboración propia.

### 6.2.3.3 Indicadores de rentabilidad.

Con las inversiones y beneficios obtenidos anteriormente más lo establecido en la sección 6.2.1, se procedió a calcular los indicadores de rentabilidad económica por Macrozona, que se detallan en el Cuadro 6 31, en tanto que a nivel agregado se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de MM U\$ 1.149 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 10,2%.

**Cuadro 6-33**  
**Indicadores de rentabilidad.**

Macrozona	VAN (mill US \$)	TIR
<b>MZN</b>	26,6	6,8%
<b>MZC</b>	992,6	10,9%
<b>MZS</b>	176,9	10,6%
<b>MZA</b>	-46,9	-

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, en el siguiente cuadro se presenta la distribución de beneficios por grupo socioeconómico (GSE) a nivel nacional.

**Cuadro 6-34**  
**Distribución por GSE.**

GSE	2015		2020		2025	
	mill US \$	%	mill US \$	%	mill US \$	%
<b>Bajo</b>	111,50	38,1%	128,97	38,7%	230,35	40,8%
<b>Medio</b>	158,17	54,0%	182,27	54,7%	304,65	54,0%
<b>Alto</b>	23,09	7,9%	22,21	6,7%	29,62	5,2%

Fuente: Elaboración propia.

## 6.3 Evaluación económica de proyectos emblemáticos

En el marco del presente estudio, se ha desarrollado la evaluación de proyectos denominados *emblemáticos*. Estos proyectos no fueron incorporados en los

escenarios anteriores, ya que no se visualizaron ni detectaron como brechas de infraestructura. No obstante, en conjunto con la Contraparte Técnica, se seleccionaron aquellos proyectos emblemáticos, que causaron mayor interés público en los Talleres visión 2020, realizados por el Ministerio de Obras Públicas entre julio y septiembre de 2009. Los proyectos considerados para su modelación y posterior evaluación son:

- Tren de alta velocidad (TAV) de pasajeros, tramo: Santiago – Concepción.<sup>55</sup>
- Construcción del puente sobre el Canal de Chacao.
- Tren rápido de pasajeros, tramo: Santiago – Valparaíso.

Estos proyectos se incluyeron en la situación base y se modelaron con el escenario macroeconómico optimista, generando tres escenarios alternativos, independientes de los anteriores. Esto se efectuó para analizar el impacto que causaría cada proyecto en los consumos y en los ahorros de recursos. Para el cálculo de indicadores de rentabilidad se aplicó el procedimiento tradicional de comparar los consumos de cada escenario con respecto a la situación base, en los cortes temporales de análisis.

La metodología básica de estas evaluaciones, se describe en detalle en la sección “Evaluación económica de escenarios” de la Metodología general. En esta sección se consigna la evaluación social y privada de cada proyecto, donde en el segundo caso fue necesario obtener costos de mantención y explotación de cada servicio, los cuales se describen para cada proyecto.

### 6.3.1 Evaluación del tren de alta velocidad de pasajeros, tramo: Santiago – Concepción.

Para la construcción del escenario, el flujo de caja y la posterior evaluación de este escenario se han considerado los siguientes criterios y supuestos:

- El trazado contempla doble vía en toda su extensión, realizando un mejoramiento al trazado actual entre Santiago – Chillán y la construcción de un nuevo tramo entre Chillán y Concepción, paralelo a la Ruta 152 “Acceso Norte a Concepción”, la cual se incorporó en la red de modelación.
- La tasa social de descuento a utilizar es de 6% anual, sugerida por MIDEPLAN en el documento NIP 2010, “Precios Sociales para la Evaluación de Proyectos”. En cuanto a la tasa privada de descuento se supuso de 10%.

---

<sup>55</sup> Sigla TAV, se utilizará para referirse al Tren de alta velocidad.

- La inversión fue calculada a partir de costos unitarios promedios, obtenidos de la experiencia internacional en el desarrollo y construcción de este tipo de vías rápidas para trenes (MM US \$24,7 por kilómetro).<sup>56</sup>
- Otro de los supuestos, es la velocidad promedio de circulación, estimada en 250 km/hr, con frecuencias del servicio de una hora, con estaciones en Rancagua, Talca, Chillán y Concepción.
- El horizonte de evaluación contempla los cortes temporales 2010, 2015, 2020 y 2025, estimando una vida útil de 30 años para las inversiones. La entrada en operación del servicio se estimó para el 2015.
- Para cada escenario se han interpolado linealmente los beneficios obtenidos en los cortes temporales modelados.
- La tarifa utilizada es un 50% superior a la calculada en la etapa de calibración, para el servicio de TerraSur.
- En el caso de la infraestructura ferroviaria, no existe al momento del desarrollo del estudio un documento oficial que entregue pautas sobre valores óptimos o sugeridos del valor residual de la inversión. Por esto, se siguen los parámetros sugeridos a proyectos viales, contenidos en el documento NIP 2010 "Parámetros de Evaluación de Proyectos de Vialidad Interurbana" de MIDEPLAN, donde el valor residual utilizado corresponde al 80% de la inversión inicial. Para el caso del material rodante, se ha considerado un 30% de su inversión inicial.

A continuación se presentan los principales resultados e indicadores de utilización del sistema de transporte interurbano, el consumo de recursos y la inversión correspondiente.

#### *6.3.1.1 Inversiones.*

En el siguiente cuadro, se resumen las inversiones requeridas para este escenario, desagregada por líneas férreas - obtenidas del múltiplo de los costos unitarios de inversión y la longitud del trayecto - y el material rodante. Cabe destacar que estas inversiones no incluyen las expropiaciones que se debiesen efectuar para el desarrollo del proyecto.

---

<sup>56</sup> "El Transporte Ferroviario de alta velocidad: Una visión económica". Fundación BBVA, 2009.

**Cuadro 6-35**  
**Inversión social TAV (mill US \$).**

<b>Tipo</b>	<b>Inversión</b>
<b>Vías</b>	6.987
<b>Material Rodante</b>	116
<b>Total</b>	7.103

Fuente: Elaboración propia.

### 6.3.1.2 Resultados de la Modelación.

En el siguiente cuadro se detallan los pasajeros y los pasajeros-kilómetros transportados diariamente en el TAV, por corte temporal, predichos por el modelo.

**Cuadro 6-36**  
**Resultados de la modelación TAV.**

<b>Corte</b>	<b>Pax</b>	<b>Pax-Km</b>
<b>2015</b>	16.957	5.458.762
<b>2020</b>	18.429	6.436.118
<b>2025</b>	18.868	6.264.978

Fuente: Elaboración propia.

El mayor impacto de este proyecto, se observa en las regiones y zonas aledañas al tren. En el caso de los viajes realizados entre la Región Metropolitana y la Región del Biobío, la participación del tren aumenta de un 13,1% a un 25,8%, para un universo de 36.258 viajes diarios en el corte temporal 2025.

En el siguiente cuadro se presenta la partición modal y los viajes totales realizados entre Santiago, Talca, Chillán, Talcahuano y Concepción, que en su conjunto representan el 58% de los pasajeros transportados por el TAV.

**Cuadro 6-37**  
**Partición Modal en zonas próximas al TAV, 2025.**

<b>Modo</b>	<b>Sin Proyecto</b>	<b>Con Proyecto</b>
<b>VL</b>	30,1%	24,4%
<b>Bus</b>	46,9%	42,0%
<b>Tren</b>	13,5%	26,3%
<b>Avión</b>	9,5%	7,3%
<b>Viajes diarios</b>	<b>30.320</b>	<b>32.353</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 6.3.1.3 Beneficios sociales e ingresos privados

Para obtener los ahorros de recursos por concepto de tiempo de viaje y costos operacionales, se procedió a calcular el diferencial de los consumos entre la situación base y la situación con proyecto.

**Cuadro 6-38**  
**Ahorro/Beneficios (mill US \$).**

2015	2020	2025
183,2	265,9	235,9

Fuente: Elaboración propia.

Los costos de mantención están asociados a los ejes equivalentes que circulan por los arcos viales, en tanto para las vías férreas dependen de las toneladas que circulan por ellas. De acuerdo a lo indicado en la sección “Evaluación Económica de Escenarios” del presente estudio, en el siguiente cuadro se detalla el aumento del costo de mantención por corte temporal.

**Cuadro 6-39**  
**Ahorro de Costos de Mantención (mill US \$).**

2015	2020	2025
- 0,47	- 0,56	- 0,45

Fuente: Elaboración propia.

Para la evaluación privada del proyecto, se requiere de los ingresos por concepto de tarifas, costos de mantención y explotación del servicio, estos últimos fueron obtenidos de la información obtenida de la experiencia internacional en la prestación de este tipo de servicios, donde los costos promedios obtenidos se desagregan en mantención de la infraestructura (US\$ 41.000 por kilómetro de vía simple) y costos operación y mantención del material rodante (US\$ 0,23 por pasajero transportado).<sup>57</sup>

Con la tarifa de asignación más el número de pasajeros en el servicio, se obtuvo el ingreso del operador, presentado en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6-40**  
**Ingresos TAV (mill US \$).**

Corte	Ingresos
2015	143,7
2020	164,2
2025	163,6

Fuente: Elaboración propia.

57 “El Transporte Ferroviario de alta velocidad: Una visión económica”. Fundación BBVA, 2009.

#### 6.3.1.4 Indicadores de rentabilidad.

A partir de las inversiones, beneficios, costos e ingresos obtenidos anteriormente, más los criterios establecidos, se procedió a calcular los indicadores de rentabilidad económica, tanto social como privada, como se detalla a continuación.

**Cuadro 6-41**  
**Indicadores de rentabilidad.**

Tipo	VAN (mill US \$)	TIR	TRI 2025
Social	-1.990,6	2,24%	3,31%
Privada	-4.562,0	0,5%	1,39%

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.3.1.5 Conclusión preliminar.

Los indicadores de rentabilidad sociales y privados no cumplen los mínimos para la ejecución del proyecto. En caso de considerar otros motivos - territoriales, geopolítico, integración territorial, etc. - el subsidio requerido alcanzaría a MM US \$5.754, que corresponde al 65% de la inversión privada.

Actualmente el servicio de Terrasur moviliza cerca de 1.600 pasajeros diarios, en tanto que el Tren de Alta Velocidad transportaría cerca de 19.000 pasajeros diarios. Sin embargo, para que el proyecto tuviese una rentabilidad privada positiva, de acuerdo a los supuestos realizados, la demanda tendría que aumentar en 6 veces aproximadamente.

#### 6.3.2 Construcción puente sobre el Canal de Chacao.

Para el diseño del escenario, el flujo de caja y la posterior evaluación de este escenario se han considerado los siguientes criterios.

- La tasa social de descuento a utilizar es de 6% anual, al igual que en caso anterior. En cuanto a la tasa privada de descuento se supuso de 10%.
- La inversión privada del puente se ha estimado en MM US\$ 742, según expertos internacionales, considerando un puente del tipo "atirantado", que permita el cruce en 3 minutos aproximadamente.<sup>58</sup>

<sup>58</sup> Se puede visitar en <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2009/06/14/tras-cancelacion-mop-vuelve-a-insistir-con-puente-sobre-el-chacao/>

- El horizonte de evaluación contempla los cortes temporales 2010, 2015, 2020 y 2025. La entrada en operación del servicio se estimó para el 2020.
- Para cada escenario se han interpolado linealmente los beneficios obtenidos en los cortes temporales modelados.
- El valor residual utilizado corresponde al 80% de la inversión inicial, en un horizonte de 20 años, siguiendo los parámetros sugeridos en el documento NIP 2010 "Parámetros de Evaluación de Proyectos de Vialidad Interurbana" de MIDEPLAN.

A continuación se presentan los principales resultados e indicadores de utilización del sistema de transporte interurbano, el consumo de recursos y la inversión correspondiente.

#### 6.3.2.1 *Inversiones.*

Como se menciona anteriormente en la sección de "Criterios y parámetros de evaluación", se considera un factor social de un 80%, sugerida por MIDEPLAN en el documento NIP 2010 "Parámetros de Evaluación de Proyectos de Vialidad Interurbana".

#### 6.3.2.2 *Resultados de la Modelación.*

En el siguiente cuadro se detallan los vehículos que circularon por el puente en cada corte temporal, predichos por el modelo.

**Cuadro 6-42**  
**Resultados modelación del Puente Canal de Chacao (Vehic. Año).**

Tipo Vehículo	Sin proyecto		Con proyecto	
	2020	2025	2020	2025
VL	376.680	415.005	521.585	604.660
C2E	111.325	113.150	110.595	113.512
C + 2E	151.475	198.560	152.205	201.482
BUSES	46.720	50.005	61.685	71.510
<b>TOTAL</b>	<b>686.200</b>	<b>776.720</b>	<b>846.070</b>	<b>991.164</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.3.2.3 *Beneficios sociales e ingresos privados.*

Para este caso, como se menciona y describe en el apartado "Criterios y parámetros de evaluación", la "regla del medio" es la metodología utilizada en la evaluación social para obtener los ahorros de recursos por concepto de tiempo de viaje y costos operacionales, detallados en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6-43**  
**Ahorro/Beneficios (mill US \$).**

2020	2025
5,55	5,64

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de los costos de mantención, se procedió a lo indicado en la sección "Evaluación Económica de Escenarios" del presente estudio.

**Cuadro 6-44**  
**Ahorro de Costos de Mantención (mill US \$).**

2020	2025
-0,15	-0,19

Fuente: Elaboración propia.

Para la evaluación privada del proyecto, se requiere de los ingresos por concepto de tarifas y de los costos asociados a la mantención y explotación de la obra, estos últimos fueron calculados en base a una evaluación previa publicada por la Dirección de Vialidad de la Región de Los Lagos, como se presenta en el siguiente cuadro.<sup>59</sup>

**Cuadro 6-45**  
**Costos de evaluación privada (mill US \$).**

Tipo	Monto
Mantención	US \$3 mill
Fijos de Operación	US \$0,78 mill
Variables de Operación	2% de los ingresos

Fuente: Elaboración propia, en base a publicación realizada por Dirección de Vialidad de la Región de Los Lagos.

El nivel tarifario utilizado en la modelación corresponde a valores que se cobran en la actualidad por el servicio de transporte en transbordador para los diferentes tipos de vehículos. En los siguientes cuadros, se detallan los inputs necesarios para la evaluación privada.

**Cuadro 6-46**  
**Inputs de evaluación privada (mill US \$).**

Corte	Costos	Ingresos
2020	4,14	17,98
2025	4,21	21,67

Fuente: Elaboración propia.

<sup>59</sup> Referencia en [http://loslagos.vialidad.cl/obras%20relevantes/pte\\_chacao/chacao\\_principal.htm](http://loslagos.vialidad.cl/obras%20relevantes/pte_chacao/chacao_principal.htm)



#### 6.3.2.4 *Indicadores de rentabilidad.*

A partir de las inversiones, beneficios, costos e ingresos obtenidos anteriormente, más los criterios establecidos, se procedió a calcular los indicadores de rentabilidad económica tanto social como privada, detallados en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6-47**  
**Indicadores de rentabilidad.**

Tipo	VAN (mill US \$)	TIR	TRI 2025
Social	-152,4	-	0,92%
Privada	-192,2	-	3,75%

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.3.2.5 *Conclusión preliminar*

La construcción del puente sobre el canal de Chacao, considerando los supuestos mencionados en párrafos anteriores, requeriría de un subsidio de MM US \$371, que corresponde al 50% de la inversión privada.

Actualmente, en el cruce del canal de Chacao existe un TMDA de 1.800 vehículos. Para que el proyecto pudiese ser rentable desde la perspectiva privada, se requeriría de un flujo diario del orden de 16.000 vehículos, considerando los supuestos mencionados.

#### 6.3.3 Evaluación del tren rápido de pasajeros, tramo: Santiago – Valparaíso.

Para la construcción del presente escenario, el flujo de caja y la posterior evaluación, se han considerado los siguientes criterios.

- El trazado contempla doble vía en toda su extensión desde Santiago a Valparaíso, por Cuesta La Dormida, con una extensión aproximada de 128 km a una velocidad de circulación de 150 km/hr, con frecuencias de media hora. El proyecto contempla el mejoramiento de la infraestructura existente y la construcción de un túnel en el sector de la cuesta. El nivel de servicio y el trazado utilizado, se crean a partir de una iniciativa privada presentada al Ministerio de Obras Públicas en agosto del 2009.

- La tasa social de descuento, al igual que en las evaluaciones anteriores, es de 6% anual. En cuanto a la tasa privada de descuento se supuso de 10%.
- Los montos de la iniciativa privada, como la inversión y sus costos, se han sensibilizado de acuerdo a la descripción del siguiente cuadro, obteniendo dos escenarios de evaluación.

**Cuadro 6-48**  
**Escenarios de evaluación.**

Evaluación	Escenario 1		Escenario 2	
	Inversión	Costos	Inversión	Costos
<b>Social</b>	Iniciativa Privada * Factor Social	Formulaciones SECTRA	Experiencia Internacional * Factor Social	Formulaciones SECTRA
<b>Privada</b>	Iniciativa Privada	Iniciativa Privada	Experiencia Internacional	Experiencia internacional

Fuente: Elaboración propia.

- El horizonte de evaluación contempla los cortes temporales 2010, 2015, 2020 y 2025, estimando una vida útil de 30 años para las inversiones. La entrada en operación del servicio se estima para el 2015.
- Para cada escenario se han interpolado linealmente los beneficios obtenidos en los cortes temporales modelados.
- De la misma forma que en la evaluación del TAV Santiago-Concepción, se considera un valor residual del 80% de la inversión inicial y en el caso del material rodante se estima un 30%.

A continuación se presentan los principales indicadores de utilización del sistema de transporte interurbano, el consumo anual de recursos y la inversión correspondiente a cada escenario modelado.

### 6.3.3.1 *Inversiones.*

En Cuadro 6 47, se resumen las inversiones requeridas, considerando para ello lo indicado anteriormente para cada escenario. Cabe destacar que en el Escenario 2, no se incluyen las expropiaciones que se debiesen efectuar.

**Cuadro 6-49**  
**Inversión social TAV (mill US \$).**

<b>Tipo</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>
<b>Vías y otros</b>	392,1	1.374,9
<b>Material Rodante</b>	96,9	139,3
<b>Total</b>	489,0	1.514,2

Fuente: Elaboración propia.

### 6.3.3.2 *Resultados de la Modelación*

En el siguiente cuadro se detallan los pasajeros transportados anualmente en el tren rápido, por corte temporal, predichos por el modelo.

**Cuadro 6-50**  
**Pasajeros transportados al año.**

<b>Corte</b>	<b>Pasajeros</b>
<b>2015</b>	10.489.735
<b>2020</b>	11.652.260
<b>2025</b>	12.188.445

Fuente: Elaboración propia.

En forma particular, se presenta la partición modal y los viajes totales realizados entre Santiago y las comunas de Tiltil, Limache, Quilpué, Villa Alemana, Viña del Mar y Valparaíso, que en su conjunto representan el 77% de los pasajeros transportados por el tren rápido.

**Cuadro 6-51**  
**Partición modal del tren rápido 2025.**

<b>Modo</b>	<b>Sin Proyecto</b>	<b>Con Proyecto</b>
<b>VL</b>	40,3%	34,0%
<b>Bus</b>	59,7%	49,8%
<b>Tren</b>	0,0%	16,2%
<b>Viajes diarios</b>	<b>153.304</b>	<b>157.701</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para estos pares OD, el tren de pasajeros obtuvo una participación del 16%, que se deduce de la demanda inducida más los pasajeros que realizaron cambio de modo.

### 6.3.3.3 *Beneficios Sociales e Ingresos Privados.*

Para obtener los beneficios sociales, derivados del ahorro de recursos por concepto de tiempo de viaje, costos operacionales y mantención, se procedió a

calcular el diferencial de los consumos entre la situación base y la situación con proyecto, detallados en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6-52**  
**Ahorro/Beneficios (mill US \$).**

2015	2020	2025
172,5	195,8	114,6

Fuente: Elaboración propia.

Para la evaluación privada del proyecto, se requiere de los ingresos por concepto de tarifas, costos de mantenimiento y explotación del servicio, estos últimos se presentan en el Cuadro 6 51, y fueron calculados según el escenario de evaluación.

**Cuadro 6-53**  
**Costos TAV (mill US \$).**

Corte	Costos Escenario 1	Costos Escenario 1
2015	44,7	12,9
2020	49,7	13,2
2025	52,0	13,3

Fuente: Elaboración propia.

La tarifa utilizada corresponde a la que se señala en la iniciativa privada, con un valor por pasajero de \$31 por kilómetro. En cuanto a los ingresos percibidos por el operador se muestran a continuación.

**Cuadro 6-54**  
**Ingresos TAV (mill US \$).**

Corte	Ingresos
2015	55,7
2020	64,1
2025	65,8

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.3.3.4 *Indicadores de rentabilidad.*

A partir de las inversiones, beneficios, costos e ingresos obtenidos anteriormente, más los criterios establecidos, se procedió a calcular los indicadores de rentabilidad económica tanto social como privada, detallado a continuación.

**Cuadro 6-55**  
**Indicadores de rentabilidad.**

Evaluación	Escenario 1		Escenario 2	
	VAN (mill US \$)	TIR	VAN (mill US \$)	TIR
<b>Social</b>	826,4	27,8%	369,5	9,5%
<b>Privada</b>	-272,5	0,65%	-790,8	1,63%

Fuente: Elaboración propia.

Bajo los supuestos realizados, el proyecto es rentable socialmente, pero no desde el punto de vista privado, por ello se calcularon los subsidios necesarios, que se precisa en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6-56**  
**Indicadores de evaluación privada.**

	Escenario 1	Escenario 2
<b>Subsidio (mill US \$)</b>	278	806

Fuente: Elaboración propia.

### 6.3.3.5 *Conclusión preliminar.*

Considerando la iniciativa privada presentada al Ministerio de Obras Públicas, se determina una rentabilidad social positiva, pero que requeriría de un subsidio de MM US \$278, que representa el 45,5% de la inversión privada.

Se estima que al corte temporal 2025 habrían 157 mil viajes entre Santiago y las comunas de Tiltil, Limache, Quilpué, Villa Alemana, Viña del Mar y Valparaíso, que corresponden a la comunas por donde circularía el tren rápido. Para que el proyecto tuviese una rentabilidad privada positiva tendría que absorber el 42% de tal demanda.

## 7. SITUACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.

En el curso del estudio del Plan Director de Infraestructura se pudo identificar que una variable estratégica del desarrollo nacional, junto con la provisión de infraestructura, lo constituye la logística, es decir las actividades relacionadas con la transferencia de productos, bienes o personas desde un origen hasta un destino, lo que incluye operaciones de recepción, acopio o almacenaje, transporte y despacho.

Un estudio reciente del Banco Mundial<sup>60</sup> donde se elabora un índice de comportamiento logístico, ubica a Chile en el lugar 32 entre 150 países, aunque es el de mejor índice en los países de Latino América, seguido de Argentina en el lugar 45 y de Panamá en el lugar 54. En ese estudio se da como ejemplo a Chile acerca de cómo un país tan distante pero bien conectado puede ser capaz de ser un actor principal en los mercados de productos alimenticios más exigentes del mundo. Los costos logísticos son parte integrante de la cadena de abastecimiento. Así, aunque algunos factores como la distancia signifiquen un mayor costo, existen otros elementos que permiten su compensación, tales como confiabilidad, tiempo de respuesta, oportunidad y regularidad de servicio<sup>61</sup>.

Dado que más del 95% de las exportaciones chilenas utiliza el transporte marítimo para llegar a sus clientes, resultan especialmente relevantes para el análisis de la cadena logística, las actividades relacionadas con el transporte terrestre hacia los terminales portuarios, la operación en los mismos y el correspondiente transporte marítimo asociado.

Para todas estas operaciones y actividades, existen factores que determinan la estructura y características de la cadena logística, tales como los siguientes:

- ✓ **Producto.** Se refiere a las características principales del producto como por ejemplo si es un producto seco, fresco o refrigerado o si éste es envasado o a granel, o si requiere almacenamiento a la intemperie o en

---

60 Fuente: Connecting to Compete. Trade Logistics in the Global Economy. The Logistics Performance Index and Its Indicators. 2007. The World Bank.

61 Efectivamente Chile es un país extraordinariamente distante, pero que se encuentra bien conectado para la cadena de alimentos. Un ejemplo de ello, lo constituye el transporte en avión de salmón fresco a EEUU; si bien es un costo alto, los compradores están dispuestos a incurrir en él por las características del producto, la confiabilidad y seguridad periódica del abastecimiento, tanto en oportunidad como tiempo. (el tiempo desde la cosecha al restaurante, puede ser de 2 a 3 días). En el caso de la exportación de fruta, un servicio regular en contenedores le permite acceder a todos los mercados mundiales, con la certeza de estos servicios, independiente que la distancia signifique un mayor costo de transporte. En temporada alta, un servicio complementario a contenedores, con naves frigoríficas permite también acceder oportunamente a los mercados mundiales con esta mayor disponibilidad de fruta y demanda mundial. Lo mismo sucede en la exportación a Oriente de carne de salmón y cerdo, utilizando naves de contenedores de servicio regular con contenedores reefer.

bodega. También incluye características o restricciones de manipulación como por ejemplo si el mismo es frágil.

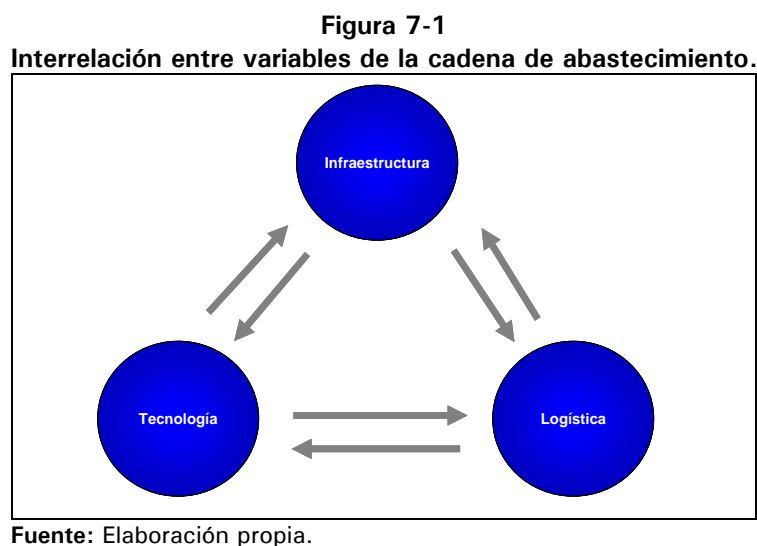
- ✓ **Manipulación.** Se refiere al modo como se manipula el producto incluyendo si es en cajas o suelto, paletizado o unitizado, acopiado o almacenado, con la correspondiente carga y descarga asociada a los medios de transporte.
- ✓ **Transporte.** Las características del producto y de la manipulación definen el tipo de transporte requerido; por ejemplo, el granel líquido requiere estanques, el granel sólido requiere tolvas y la carga refrigerada requiere furgones climatizados. El transporte puede ser de materias primas, desde varios orígenes a una planta industrial, o de productos terminados, desde una planta industrial hasta el consumidor final. El transporte puede ser marítimo, aéreo, terrestre o fluvial.
- ✓ **Distancia.** La distancia del transporte es uno de los factores principales de la cadena logística, determinante en los tiempos de entrega y reparto de los productos, como el costo del mismo; al mismo medio de transporte, a mayor distancia mayor tiempo de viaje y costo asociado.
- ✓ **Conectividad.** Son las opciones alternativas de llegar a un mercado con un determinado producto. Por ejemplo, a Japón se puede llegar en transporte marítimo o en transporte aéreo. A Brasil se puede llegar en transporte marítimo, aéreo y terrestre.

Se estima que la combinación de todos los factores anteriormente descritos es la que determina la estructura de la cadena logística, tanto en el mercado doméstico como en el mundo globalizado. Adicionalmente, ésta requiere de infraestructura de apoyo y de tecnología asociada a cada una de las operaciones; la suma o interrelación permanente de estas tres variables, son las que permiten llegar con el producto al mercado en la oportunidad y costos adecuados.

- ✓ **Infraestructura.** Entendemos por infraestructura a todas aquellas obras relacionadas con la vialidad, tales como carreteras y ferrocarriles, y terminales de transferencia que permiten el intercambio modal tales como aeropuertos, puertos, terminales de buses, terminales de ferrocarril, en los cuales pueden existir obras de almacenaje como patios y bodegas.
- ✓ **Tecnología.** Entendemos por tecnología a todos aquellos elementos relacionados con la modernización de los medios de transporte y transferencia asociados, tales como naves, camiones, ferrocarriles, grúas y cintas transportadoras; así también la unitización, palletización y contenerización de las cargas y productos. Adicionalmente se incluye el respaldo de software, hardware, y otras tecnologías de información necesarias para la adecuada coordinación de las operaciones.

- ✓ **Logística.** Entendemos por operaciones logísticas, en el ámbito de esta variable, a todas aquellas relacionadas con el intercambio modal de las cargas, con los consiguientes medios de transferencia compatibles entre los distintos operadores tanto en origen como en destino respectivamente.

En la figura siguiente se muestra esquemáticamente la interrelación de cada una de estas variables en la cual necesariamente, si se varía una de ellas, será necesario revisar y ajustar las otras.



Por ejemplo, el proceso mundial de contenerización del transporte marítimo significó:

- un cambio en la unitización y estandarización (tamaño cajas y pallets) de las cargas de tal modo que éstas pudieran ingresar al interior de los contenedores, maximizando la utilización del espacio de éste,
- un cambio en la estructura y diseño de las naves, creando nuevas generaciones especializadas en transporte de contenedores, y
- un cambio en los terminales portuarios, tanto de transferencia de contenedores a las naves (gantry crane), como de recepción y despacho de los medios de transporte terrestre (reach stacker - RTG).

Por otra parte, el desarrollo exportador chileno se ha basado en la exportación de productos denominados "commodities", como por ejemplo, concentrados de minerales, cobre metálico, harina de pescado, fruta o celulosa. En general, se trata de productos provenientes de recursos naturales y recursos renovables, en los cuales Chile tiene innegables ventajas comparativas tales como abundante disponibilidad, clima y estacionalidad con los mercados.



En todos estos productos, el costo logístico es una proporción importante de su precio, principalmente en aquellos de menor valor agregado, donde uno de los factores más importante lo constituye la distancia a los principales mercados, aspecto doblemente significativo si se considera adicionalmente la menor distancia a que se encuentran los competidores de los productores nacionales.

Así, por ejemplo, Chile se encuentra a 25 días de navegación del puerto de Hamburgo mientras que Canadá se encuentra a 12 días y Escandinavia a sólo dos días desde el puerto alemán, teniendo presente que ambos países son competidores de Chile en varios mercados. Por otra parte, desde la costa oeste de Estados Unidos a China y Japón hay entre 12 y 14 días de navegación, mientras que desde Chile hay aproximadamente 30 días.

Todo ello configura un cuadro en que la preocupación por reducir los tiempos y costos de las operaciones logísticas tiene un impacto significativo en intentar “acercar” nuestro país a los principales mercados. Sin embargo, Chile ha sido capaz de adecuar su oferta de productos a lo que el mercado global requiere en oportunidad y precios, con todas sus correspondientes complejidades logísticas.

Es preciso notar que, considerando las características de los principales productos exportados y la mayor distancia al mercado, entre otros factores, las comparaciones de las proporciones de costos logísticos respecto al valor del producto entre Chile y países desarrollados resultan distorsionadas, por cuanto los tipos de productos y su estructura de valor en esos países son diferentes. Así por ejemplo, se habla de que Chile presenta un costo logístico en promedio de 18%,<sup>62</sup> mientras que en los países de la OCDE éste alcanza a 9%, pero sin considerar que, por una parte, en estos países la estructura de comercio de productos es totalmente diferente y por otra, que se encuentran a distancias mucho más cercanas a los centros de consumo que Chile.

En el desarrollo de este modelo exportador, el Estado Chileno ha tenido una activa y relevante participación. Tal participación ha permitido la adecuada transformación tecnológica, de infraestructura y logística, incluyendo adicionalmente procedimientos y legislación asociada con el aumento de productividad que ello significa.

A continuación se presentan algunos cambios tecnológicos, de infraestructura o de logística que se han implantado a lo largo de los años, los que han tenido

---

62 Fuente: ALOG-Chile. Infraestructura, Transporte y Logística. Forum Empresarial Brasil – Chile. FIESP, 11. julio 2007.

impactos significativos en la competitividad de la estrategia exportadora de Chile:

- ✓ 1981. Cambio de legislación laboral e incorporación de servicios de terceros en la Empresa Portuaria de Chile, con el consiguiente aumento del funcionamiento de los puertos a 24 horas, como incorporación de nuevos equipos y tecnología, proceso que, por ejemplo, permitió aumentar el rendimiento medio de embarque de 2000 m<sup>3</sup>/día a 5500 m<sup>3</sup>/día y por otra parte bajar el costo de estiba de rollizos de exportación de 9,0 US\$/ton a 2,0 US\$/ton.
- ✓ 1995. Incorporación del sector privado al transporte de carga en ferrocarriles. Este proceso significó la inversión, por parte del sector privado, en nuevos equipos de carros y locomotoras, así como en el mantenimiento de la vía y tecnología de movilización de trenes, maximizando el uso de la infraestructura.
- ✓ 1997 en adelante.<sup>63</sup> Proceso de concesión de las principales carreteras del país; actualmente existe doble vía a estándar de autopista entre La Serena y Puerto Montt, Santiago a Valparaíso, Santiago a San Antonio, Autopista del Itata (Chillán-Concepción), Coronel a Concepción que conectan las principales ciudades del país y a su vez éstas con los principales complejos portuarios de la V y VIII regiones.
- ✓ 1999. Proceso de concesión de los frentes de atraque de los principales puertos del país, Valparaíso, San Antonio y San Vicente. El año 2000 habían solo 2 grúas gantry crane en San Antonio, hoy existen 4 en cada uno de los puertos de Valparaíso y San Antonio respectivamente; esto permite un considerable aumento de rendimiento, de 18 box por mano a 35 box por mano, aspecto que significa una menor estadía de la nave, aumento de productividad y mayor disponibilidad de sitios de atraque.
- ✓ Liberación de bandera en el transporte marítimo, permitiendo el libre acceso al comercio internacional, a compañías navieras de cualquier bandera y país del mundo. En el caso de cabotaje, este quedó reservado a la marina mercante nacional hasta un flete de un tonelaje inferior a las 5.000 ton.
- ✓ Liberación de cielos abiertos, permite el ingreso de distintas compañías aéreas al transporte de carga y pasajeros en competencia con las compañías nacionales.

---

<sup>63</sup> El escenario descrito tiene su principal fundamento en la Ley de Concesiones (Decreto MOP N° 900), promulgada en 1996, que permite al Ministerio de Obras Públicas otorgar en concesión toda obra pública. Asimismo, los contratos de concesión se rigen por las normas establecidas en el Reglamento de Concesiones (D.S MOP N° 956 de 1997). Dicho marco jurídico entrega un marco para la relación entre el sector público y privado, en cuanto a los derechos y obligaciones de las partes, incorporando mecanismos de resolución de controversias, de mediación, arbitraje y herramientas que facilitan el financiamiento de los proyectos de infraestructura.

Adicionalmente a estos cambios indicados anteriormente, es posible señalar otros cambios estructurales en los principales clústeres nacionales, los que les han permitido mantenerse en el comercio internacional, acceder a nuevos mercados, o mejorar los márgenes de contribución, al modificar la cadena logística, introducir cambios tecnológicos y aprovechar los mejoramientos y cambios de infraestructura del país. En Informes anteriores se abordaron las variaciones de los procesos logísticos, en su relación con la infraestructura pública disponible, profundizándose en los siguientes sectores: forestal, minero, frutícola, pesquero, doméstico y construcción.

A modo de resumen, se menciona que en general para el adecuado diagnóstico de la cadena de abastecimiento, se deben revisar continuamente y en forma iterativa las tres variables mencionadas: la infraestructura, la tecnología y la logística asociada.

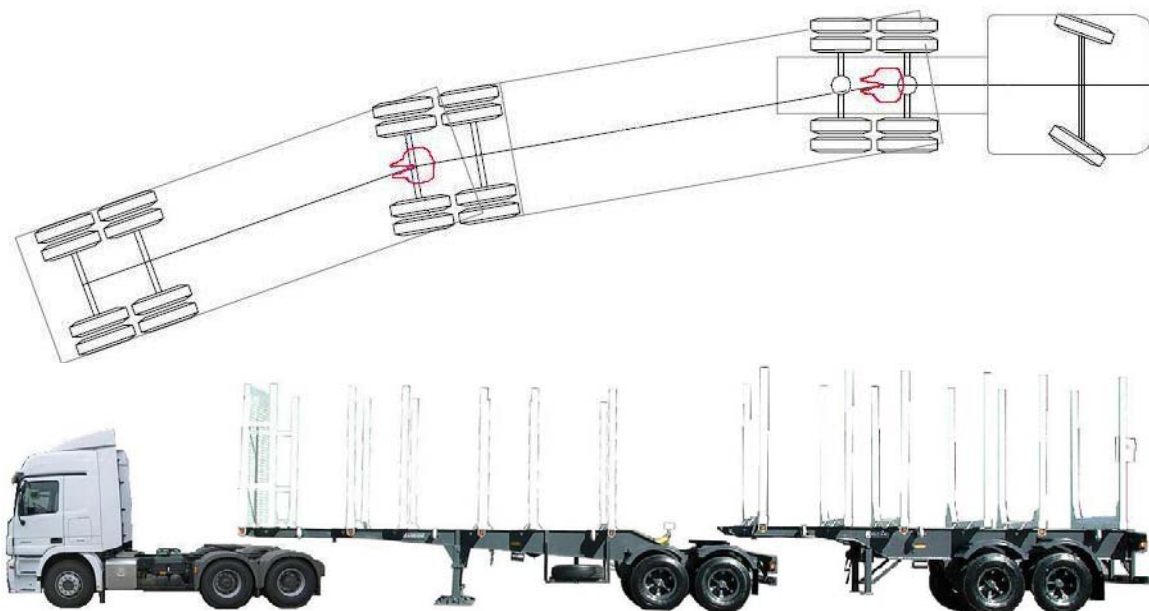
El Estado ha realizado un aporte extraordinario y oportuno al funcionamiento de cadena, en su condición de generar las condiciones para el desarrollo necesario de la infraestructura. Pero éste necesariamente debe estar enfocado a la visión integral del problema, de tal modo de requerir inversión y desarrollo de infraestructura cuando realmente ésta sea necesaria, considerando siempre las otras dos variables involucradas como tecnología y logística, de tal modo que sea coherente con las demandas y cambios que las mismas requieren.

Entre los temas pendientes de resolver por parte de la infraestructura, en opinión de este consultor se pueden indicar los siguientes:

- ✓ Adecuada conexión de la infraestructura vial con los puertos, principalmente los de la regiones de Valparaíso y Biobío, de tal manera que el acceso a los mismos sea lo más expedito, como también mitigue y reduzca al mínimo el impacto vial sobre la ciudad; de este modo el puerto se transforma en un polo de desarrollo constante, pero sin afectar la vida normal de la ciudad. En capítulos anteriores de este Informe se trata este tema en mayor detalle.
- ✓ Persistir en la rehabilitación de las vías ferroviarias, de tal modo de permitir a este medio de transporte constituirse en una alternativa real y concreta de transporte, particularmente en el caso de grandes volúmenes de carga con origen destino común, tales como contenedores, graneles sólidos y líquidos (granos, concentrado de minerales, ácido sulfúrico), cobre metálico, celulosa, madera aserrada y tableros.

- ✓ Mantener la política de entregar en concesión al sector privado los frentes de atraque disponibles en los principales puertos del país, en la oportunidad y tiempos adecuados, a fin de maximizar el aprovechamiento de la infraestructura actual existente, incentivando el crecimiento a través de inversión de los privados tanto en infraestructura como en el desarrollo tecnológico, de tal modo que mantengan un excelente servicio, de los mejores requerimientos mundiales de la industria, en costos permanentemente competitivos, que incentiven la competitividad del sector importador y exportador respectivamente.
- ✓ Estudio detallado y determinación final respecto al uso de camiones bitrén, que son vehículos de una unidad de tres cuerpos, conformado por una unidad tractora y dos unidades semirremolques -cuya longitud total alcanza a los 19,46 m, biarticulados mediante quinta rueda y perno rey.

**Figura 7-2**  
Esquema de articulación de un camión bitrén.



**Fuente:** Acciona Consultores; Estudio de efectos en la infraestructura vial del camión articulado tipo bitrén, Julio 2009.

- ✓ Se debe señalar que este vehículo no cumple la actual normativa de carreteras, motivo por el cual requiere una legislación especial.

Cuadro 7-1

Características de los bitrenes en comparación con las normas vigentes.

Descripción	Normas de Carretera	Bi-tren
Ancho	2,60 m	2,60 m
Altura	4,12 m	4,25 m
Largo	20,50 m	22,90 m
Peso total	45,0 ton	61,0 ton
Radio de giro		13,28 m

Fuente: Corporación de la Madera (CORMA), 2008

**Notas:**

(a) Requiere un radio de giro amplio, las ruedas de los carros corren por distinto lugar que las del camión con bastante diferencia con respecto a un trailer normal.

(b) Importante diferencia de peso en riesgos de accidentes y compartir ruta con otros camiones, buses y vehículos livianos.

La legislación de carreteras en el país es de larga data, de comprobada eficiencia en su financiamiento y operación, única para todo Chile sin diferencias de tipo de vehículos, buses y camiones que circulen por ellas, sino con especificaciones generales y comunes a todas ellas. Particularmente en el caso del sector forestal, hay un sin número de zonas en las regiones de Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, en que sería conveniente quizás desde el punto de vista del costo de transporte, modificar las características máximas autorizadas para los camiones en carretera. Un juicio preliminar distingue que parece más conveniente mantener legislaciones globales totales y generales en el país, sin variaciones en algunas carreteras. Considerar o propender que una única carretera (o sólo algunas de ellas) tengan condiciones para circular con bitrenes, se podría interpretar como una entrega de subsidios de una zona contra otra, en la que eventualmente los transportistas e industriales como un todo, reclamen diferencias de productividad que el gobierno debiera compensar.

De igual forma se debe entender y postular que no es apropiado propender a discriminar entre las facilidades otorgadas entre (o para) sectores económicos.

A modo de resumen preliminar, se estima que este tipo de camiones debieran circular por carreteras exclusivas, construidas y mantenidas con estos propósitos, cuyas ventajas permiten su financiamiento.

Finalmente, un aspecto que no es infraestructura, pero que está íntimamente relacionado con ella, se refiere a la coordinación de horarios de funcionamiento entre los distintos servicios del Estado que participan en las transferencias del comercio exterior, como Servicio Nacional de Aduanas, Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Salud y Policía, de tal modo de minimizar los tiempos

relacionados con estas inspecciones, permitiendo un flujo de las mercaderías lo más expedito posible, utilizando al máximo las instalaciones, trabajando en un horario amplio, de 24 horas diarias de lunes a domingo, tal como lo realizan todos los puertos del país.

## **8. CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA Y SERVICIO EN EL ÁMBITO DE LAS OBRAS PÚBLICAS**

Actualmente existe una ciudadanía más informada y consciente de sus derechos, que exige mejores proyectos, con participación y respeto al medio ambiente. Las empresas y dependencias públicas están siendo evaluadas cada vez más en función de su habilidad en mostrar que son responsables con el público que sirven, junto con ser capaces de lograr una gestión exitosa. Por ello, las estrategias han ido considerando crecientemente la calidad de los servicios y de su gestión.

Uno de los principios rectores que se evidencian al analizar en cualquier contexto la relación de una empresa y sus clientes o usuarios, lo constituye el hecho de que quien determina la calidad de la atención y del servicio es exclusivamente el cliente o usuario.

Existe también consenso en considerar que la calificación del servicio se efectúa normalmente sobre la base de que los clientes o usuarios analizan el servicio brindado por las empresas y lo comparan implícitamente con sus deseos y expectativas. En este contexto, el factor psicológico constituye de por sí un elemento fundamental en la calificación brindada.

No obstante, tales expectativas necesariamente han de estar fundadas en factores de calidad que son mensurables tales como factores de desempeños, atención prestada y costos.

De acuerdo a la experiencia del Consultor y a los antecedentes disponibles, en las instituciones y empresas públicas – en particular el MOP- históricamente la preocupación central, en la calidad de servicio, la constituía el desempeño, precisando que este concepto considera la ejecución de obras de infraestructura de buena calidad, larga duración y menor costo. En definitiva se trata de contar con productos u obras en la oportunidad requerida y de la mejor calidad. Este énfasis en el producto a obtener ciertamente determina una política que permea en todos los niveles de la organización, enfoque que también determina el camino crítico (prioridad) de las diferentes funciones de la organización.

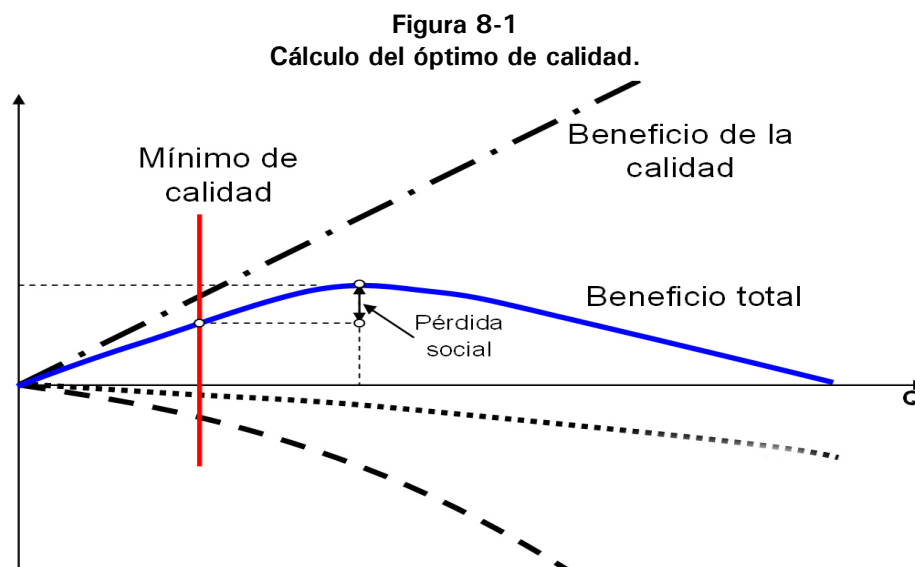
Conforme a nuevos lineamientos, basados en el interés de las autoridades por ampliar la participación ciudadana, con el fortalecimiento del dialogo público-privado y la auspiciosa idea de avanzar sostenidamente en la descentralización territorial de las decisiones, se ha iniciado un profundo cambio en la manera

como se definen, priorizan, planifican y gestionan los proyectos de infraestructura, presentándose características de una nueva cultura de gestión.

En la búsqueda de excelencia en el servicio no basta con la calidad técnica. Es clave también desarrollar la confianza, la atención eficiente de las consultas y la resolución oportuna de las reclamaciones operacionales y comerciales, donde el componente más crítico es asegurar que las acciones de la empresa de servicio soporten la meta de la excelencia en la calidad de atención.

Sin embargo, es preciso anotar que la calidad está íntimamente ligada al bienestar social, dado que un incremento de la calidad de los servicios implica un incremento del bienestar social de los usuarios, con independencia de que ellos lo perciban o no.

No obstante se debe tener cautela, considerando que una mayor calidad implica siempre un mayor costo para el MOP y por tanto para la sociedad. De igual forma, olvidar que el control de la calidad implica a su vez un costo adicional de regulación, por lo que el óptimo social viene dado por el nivel de calidad que da lugar a un máximo bienestar social, sin excederse en los criterios y atributos a establecer como socialmente aceptables, aspectos que se visualizan en la siguiente figura.



**Fuente:** José Luis Vasallo; La experiencia española en indicadores de calidad en proyectos de PPPs; 2005.

Se debe tener en cuenta, sin embargo, que los contratos de provisión de infraestructura deben ser diseñados para proveer servicios al más bajo costo social posible, pero teniendo presente en un equilibrio de gastos a largo plazo.



Una infraestructura de la más alta calidad es comúnmente más costosa de construir y mantener que la infraestructura de un nivel inferior, pero existe certeza que se reducirán los costos en las etapas posteriores. En efecto, los costos de un mantenimiento deficiente, para los usuarios son potencialmente muy grandes. Sobre este tema se ha reportado que los costos para los usuarios/Estado en autopistas de alto tráfico llegan a ser entre 10 y 100 veces mayores que los costos incurridos en el mantenimiento de una ruta normal y de tráfico medio (Newbery, 1988, citado en Kopp, 2006).<sup>64</sup>

Así debe cautelarse –por el Estado- que los costos adicionales de infraestructura de una mejor calidad se traduzcan en beneficios proporcionales para los usuarios.

Por otra parte se debe considerar que con la incorporación de Chile a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en enero de 2010, el país deberá coordinar políticas económicas y sociales en sintonía con los actuales 30 miembros de esta organización que agrupa a los países más desarrollados que armonizan políticas con el objetivo de maximizar su crecimiento económico y coadyuvar al desarrollo de países no miembros.

En este contexto, la OCDE, en su área de transporte y en International Transport Forum (ITF), han desarrollado análisis de eficiencia en transporte y servicios de infraestructura asociados.

Para la OCDE los siguientes aspectos de la calidad han de ser considerados para la prestación y provisión eficiente de servicios de infraestructura y transporte<sup>65</sup>:

- a. Disponibilidad de la infraestructura.
- b. Calidad física en la construcción de las obras.
- c. Seguridad en las rutas.
- d. Consideraciones ambientales.
- e. Renovación equilibrada de contratos a su término, para evitar deterioros o mantenciones muy menores antes de concluir una concesión.

El interés del MOP por perfeccionar el modelo de concesiones, llevó a considerar una tarea preliminar y muy valiosa, conducente a proponer índices de calidad para evaluar cada uno de los proyectos, considerando 3 aspectos fundamentales, a saber:

---

64 Kopp, A. (2006), "Transport Infrastructure Charges as a Basis for a Quasi-Market for Road Infrastructure Services", in *Routes/Roads*, No. 332.

65 Ver Transport Infrastructure Investment; Options For Efficiency, OCDE 2008. [www.ocde.org](http://www.ocde.org)

- Índice de Compromiso Patrimonial: Mide el nivel de inversiones llevado a cabo por el concesionario.
- Índice de Seguridad Vial: Contrasta la seguridad vial en función de la intensidad / capacidad.
- Índice de Calidad de Servicio: Valora a través de un conjunto de indicadores el nivel de servicio que se presta al usuario. Se divide en un índice de calidad de servicio técnico y un índice de calidad percibida por los usuarios.

La metodología fue aplicada como experiencia piloto a cinco concesiones en Chile. Los resultados demuestran que es posible comparar a un costo razonable la calidad prestada en diferentes proyectos<sup>66</sup>.

Es dable destacar los lineamientos que la Dirección de Vialidad considera en los contratos de concesiones. En efecto, y a modo de ejemplo, el Programa de Concesión de Mejoramiento, Rehabilitación y Conservación de Redes Viales en Regiones, constituye una potente muestra de la decisión de fortalecer la idea de lograr una infraestructura de calidad, teniendo presente que los contratos incorporan estándares de servicio que los concesionarios deben asegurar para los elementos de la vialidad y para los servicios a los usuarios y se asociarán a indicadores, con mínimos y máximos, límites de tolerancia y mecanismos de control y evaluación así como sistemas de autocontrol<sup>67</sup>.

En el caso de las autopistas concesionadas existe un consenso para considerar que es posible mejorar algunos aspectos de sus características físicas o geométricas, tales como curvas pronunciadas, pasos a desnivel que dificultan la visual, señalizaciones de diferentes colores y tamaños, estructuras de hormigón sin barrera de protección, presencia de soleras y veredas contiguas a la calzada derecha, ausencia de bermas o insuficiente tamaño de algunas de estas, conexiones a la izquierda de la ruta, puentes angostos no señalizados, falta de pistas de emergencias, constituyen algunos de los problemas de diseño vial que son susceptibles de mejorar.

Por otra parte, se destaca que en la mayoría de las autopistas no se cuenta con tramos extensos de velocidad máxima continua. En efecto, salidas o ingresos por la pista izquierda, peralte, conexiones abruptas -sin señalización y visibilidad- y otros elementos en la pista obligan a reducir la velocidad y a realizar maniobras por la pista de mayor velocidad.

---

66 José Luis Vasallo; La experiencia española en indicadores de calidad en proyectos de PPPs; 2005.

67 Presentación del Programa de Concesión de Mejoramiento, Rehabilitación y Conservación de Redes Viales en Regiones, Dirección de Vialidad, MOP.

A manera de instalar la idea, se opina que el MOP debe contar con modelos y herramientas metodológicas que permitan controlar no sólo las características de la infraestructura desde el punto de vista constructivo, sino que además, desde la perspectiva de la calidad del servicio que presta su infraestructura, considerando la óptica de los operadores, administradores y de los clientes y usuarios.



**INECON, Ingenieros y Economistas Consultores S.A.**