



Ministerio de
Obras Públicas

Gobierno de Chile

PLAN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA PARA LA MOVILIDAD
2020-2050.

INFORME FINAL

DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO

NOVIEMBRE 2020



Colaboradores:

Dirección de Planeamiento

Pablo Álvarez, Director Nacional de Planeamiento
María Pía Rossetti, Jefa División de Planificación Estratégica y Presupuesto
Vianel González, Jefe Dpto. de Estudios y Políticas
Roberto Riveros (QEPD), Asesor Dpto. de Estudios y Políticas
Felipe Livert, Secretario Ejecutivo del Plan
Mauricio Carrasco, Profesional Dpto. de Estudios y Políticas
Christian López, Profesional Dpto. de Estudios y Políticas
Rodolfo Kremer, Profesional Dpto. de Estudios y Políticas
Mariela Farías, Profesional Dpto. de Estudios y Políticas
Loreto Gallardo, Profesional Dpto. de Estudios y Políticas
Eduardo Melo, Jefe Dpto. Territorio
Yoselyn Muñoz, Profesional Dpto. Territorio
Mónica Baeza, Profesional Dpto. Planificación de Inversiones
Fabiola Zamora, Profesional Dpto. Planificación de Inversiones
Directores Regionales de Planeamiento

Gabinete Ministerio de Obras Públicas (MOP)

Enrique Bone

Profesionales de Servicios MOP, colaboradores en la elaboración del PNIM

Rodrigo Aranda, Walter Kaempfe, Karen Manríquez, Paola Pérez | Dirección de Aeropuertos
Ariel Grandón, Eduardo Mesina, Ruth Pérez | Dirección de Obras Portuarias
Ximena Krause, Christian Vigouroux, Juan Pool, Andrea Grossi | Dirección de Vialidad
Luis Elton, Juan Chackiel, Javier Velásquez, Rodrigo Garín | Dirección General de Concesiones
Y a todos los profesionales del MOP que contribuyeron a la elaboración de este documento

Asesoría

Marcial Echenique asesor principal
CIPRES Ltda. Consultor módulo transporte

Agradecimientos:

A Roberto Riveros (QEPD) por su dedicación y precisión en la elaboración del Modelo Económico Regional.

Al equipo BID encabezado por María Cecilia Ramírez, a los consultores del BID María Ignacia Arrasate y Mauricio Osses, por sus interesantes aportes orientados a incorporar la perspectiva de sostenibilidad en el Plan.

A los profesionales del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, del Ministerio de Energía, de la Empresa de Ferrocarriles del Estado, y de otras instituciones, quienes gentilmente nos prestaron su desinteresada colaboración.



Alfredo Moreno

Ministro de Obras Públicas

Para construir el Chile del futuro es necesario tener la mirada no en los próximos 4 años, sino en los próximos 30 años. En consecuencia y como parte de sus líneas de acción, el Ministerio decidió establecer una carta de navegación al año 2050, que se plasma en la elaboración del Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad, con la finalidad de orientar nuestras inversiones públicas, no sólo en beneficio directo del desarrollo social y económico, sino también desde una perspectiva integral de sostenibilidad.

Este Plan está enmarcado en un proceso de planificación de largo plazo con una mirada estratégica, integrada y participativa para que sirva de apoyo al proceso de toma de decisiones de inversión, por lo mismo ha tenido una estrecha coordinación con los principales actores vinculados a la movilidad, tanto de pasajeros como de carga en todo el país.

El Plan propone una serie de iniciativas de infraestructura pública que permitan contribuir al aumento del crecimiento económico y de la infraestructura de conectividad del país, mejorando la calidad de vida de las chilenas y chilenos en los territorios urbanos y rurales, impulsando las grandes obras que requiere el país en materia de movilidad y de esta forma aportar a un desarrollo más equilibrado del territorio nacional.

La etapa siguiente requiere de los mayores esfuerzos de trabajo conjunto y coordinado, tras una visión compartida de país y de desarrollo futuro, para materializar durante las próximas décadas la importante cartera de proyectos de infraestructura que se detallan en el presente documento.



Cristóbal Leturia

Subsecretario de Obras Públicas

Hemos emprendido una mirada de largo plazo en movilidad. Como estamos decididos a dar el salto en competitividad y crecimiento que nuestro país requiere, para ser a la vez desarrollado y equitativo, hemos otorgado un rol relevante a estas inversiones, porque éstas no sólo significan mejorar la productividad, el tránsito de las personas, la calidad de vida o la movilidad de bienes y servicios, sino que además se trata de integrar plenamente a las regiones para garantizar que las diferencias territoriales vayan disminuyendo y seamos un país más integrado.

En concordancia con ello, tener más infraestructura es sinónimo de estar mejor preparados para nuestros desafíos del presente y del mañana. Y es también nuestra respuesta para que, en cada lugar de Chile, la gente pueda sentir estas transformaciones como mejoras concretas en su vida y en su entorno.

Hemos pensado estratégicamente los desafíos de movilidad que enfrenta el país y hemos convocado a los principales actores a esta construcción de una mirada de largo plazo más allá de lo que es un período presidencial, considerando las obras que cuentan con financiamiento público y aquellas que son realizadas vía concesiones, expresadas en nuevos proyectos y mejoramientos de las carreteras con un criterio de resiliencia y sostenibilidad

Contenido

Resumen Ejecutivo	7
1 Antecedentes	10
1.1 Objetivos.....	10
1.2 Movilidad e ingreso	11
1.3 Ámbito territorial y modal del Plan Nacional	11
1.4 Instrumentos del Plan.....	11
1.5 Método de elaboración del Plan	12
2 Escenario Base 2020 – 2050.....	13
2.1 Proyecciones y simulación Base	13
2.2 Evolución y comparación con otros países.....	15
2.3 Repartición modal de pasajeros	16
2.4 Repartición modal de la carga	17
2.5 Cambios tecnológicos	18
3 Plan de Infraestructura para la Movilidad 2020-2050	19
3.1 Red multimodal: Imagen objetivo	19
3.2 Red multimodal: Adaptación al territorio y a la realidad temporal	23
4 Evaluación	29
4.1 Introducción.....	29
4.2 Eficiencia económica	30
4.3 Equidad territorial.....	32
4.4 Impacto ambiental.....	35
4.5 Resiliencia de la red	42
5 Programa de Inversiones del Plan y Resultados por macrozona	44
5.1 Macrozona Norte.....	44
5.1.1 Programa de Inversiones Macrozona Norte	46
5.2 Macrozona Centro	49
5.2.1. Programa de Inversiones Macrozona Centro	50
5.3 Macrozona Sur.....	60
5.3.1. Programa de Inversiones Macrozona Sur	61
5.4 Macrozona Austral.....	66

5.4.1.	Programa de Inversiones Macrozona Austral.....	68
6	Implementación	74
6.1	Agentes públicos y privados	74
6.2	Financiamiento de las inversiones.....	74
6.3	Regulaciones y política de precios.....	78
7	Conclusiones	80
8	Apéndices.....	82

Resumen Ejecutivo

El Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad (PNIM) 2020-2050 es un plan de carácter nacional y estratégico, se concentra en la conectividad y movilidad interurbana y tiene por objetivo contribuir al desarrollo del país mediante una infraestructura sostenible, que genere las condiciones necesarias para un aumento del bienestar y calidad de vida de todos los chilenos y con ello aportar a que el país pueda al año 2050 doblar el Producto Interno Bruto de Chile en la forma más económicamente eficiente, territorialmente equitativa y con el mínimo impacto ambiental.

El Plan reconoce la evolución de los modelos de negocios y gestión de la infraestructura, el aumento de dimensión y capacidad de las flotas de transporte y los cambios tecnológicos que impactan en la movilidad. Desde la perspectiva territorial, el Plan se focaliza en las relaciones entre regiones y el exterior del país a través de los distintos modos de transporte - *terrestre, marítimo y aéreo* - tanto de carga como de pasajeros.

Plantea una estrategia de acción que apunta a resolver los desafíos de futuro, concentrándose principalmente en aquella infraestructura de competencia del Ministerio de Obras Públicas, esto es, vialidad interurbana, aeródromos y aeropuertos y obras portuarias que mejoran la conectividad marítima, fluvial y lacustre, integrando también las iniciativas que están desarrollando otros ministerios o empresas del Estado, con tuición sobre ferrocarriles y administración de puertos. Este enfoque integral ha requerido la construcción de una red multimodal y un proceso de formulación que contó con la coordinación con dichos ministerios y empresas del Estado, junto a organismos de la sociedad civil, entre otras instituciones (ver apéndice F). Adicionalmente, junto al desarrollo de iniciativas de inversión que buscan mejorar la conectividad entre las regiones y aumentar la capacidad de la infraestructura disponible, el Plan propone recomendaciones generales en materia de regulación y precios, en primer lugar con el objeto de establecer reglas, lineamientos y garantías en la provisión de la infraestructura y en segundo lugar, para mejorar la eficiencia y equidad en la operación de los transportes reduciendo las externalidades negativas.

El método utilizado en la elaboración del Plan tiene tres etapas; en la primera se construye una imagen objetivo, la cual consiste en una cartera de iniciativas que busca completar y aumentar la capacidad de la actual red nacional de infraestructura de transporte para dar cabida a la movilidad estimada a través de modelos de simulación económico-regional hasta el 2050, en la segunda, dicha cartera se simula en forma sistemática a través de modelos de transporte, para analizar su impacto y en la tercera etapa se evalúa, para con ello priorizar y definir la cartera definitiva que incorpora el Plan propuesto.

El Plan propuesto está compuesto por una red multimodal integrada que contiene:

- Red Vial: 3 corredores viales longitudinales de 11.885 km, más un corredor intermedio de 776 km, 45 corredores viales transversales conectando los puertos y los pasos fronterizos con las capitales regionales de 6.479 km y la construcción de orbitales alrededor de las áreas metropolitanas de

Santiago, Valparaíso y Concepción y bypass en las demás capitales regionales, en una longitud de 612 km. El costo de inversión de la red vial se calcula en US\$ 34.212 millones ¹

- La red marítima contempla la expansión de los puertos principales, la mayoría con terminales concesionados o privados, (por ejemplo, el Puerto Exterior de San Antonio), en función de la demanda estimada de toneladas de exportación y de importación. La inversión estimada en puertos administrados por las empresas portuarias estatales es de US\$ 5.132 millones.
- La red aérea contempla la construcción, ampliación y mejoramiento de 19 aeropuertos y aeródromos, incluyendo aeródromos de la red primaria y algunos de la red secundaria que, en su mayoría son concesionados. Las iniciativas consideran ampliaciones de las áreas terminales e instalaciones de apoyo, así como nuevas pistas y el mejoramiento de las capacidades de las pistas en cuanto a longitud y resistencia de las plataformas de estacionamientos de aeronaves, para responder al aumento previsto de pasajeros y operaciones, con un costo de US\$ 3.969 millones, incluido un nuevo aeropuerto para la Macrozona Central, ya que se estima que el actual aeropuerto Arturo Merino Benítez, a pesar de su expansión, llegará a su límite entre los años 2030 - 2040, debido a la limitación en la operación de sus pistas.
- Obras portuarias de conectividad marítima, fluvial y lacustres buscan mejorar la conectividad vial en las macrozonas sur y austral, las inversiones estimadas en este ítem son de US\$ 33 millones
- La inversión en la red de ferrocarriles para transporte de pasajeros se focaliza en la ampliación de 434 km de trenes de cercanías, se estima que la inversión requerida en esta dimensión es de US\$ 4.855 millones², siendo las principales iniciativas la conexión Santiago-Valparaíso y Santiago-Melipilla. Respecto a ferrocarriles de carga la inversión estimada para 520 km de ampliación es de US\$ 1.553 millones y las prioridades son el corredor de San Antonio a Santiago incluyendo el Centro de Intercambio Modal (CIM) en las inmediaciones de Santiago y las conexiones con industrias en el sur. La mayor parte de las inversiones de ferrocarriles se basan en un subconjunto de las iniciativas desarrolladas en el Plan Chile sobre Rieles 2020 – 2027 de la Empresa de Ferrocarriles del Estado y que se complementa con otras iniciativas de tuición de la Dirección General de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas.

¹ Las inversiones del Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020 – 2050 están expresadas en dólares de diciembre de 2015 para compatibilizar la información con la matriz insumo producto del año 2015.

²Las iniciativas de ferrocarriles que promueve el PNIM son un subconjunto del total de iniciativas que está desarrollando EFE en su actual ejercicio de planificación de largo plazo. En efecto, hoy el Grupo EFE está analizando más de 20 iniciativas de inversión de alrededor de US\$14.000 millones. Estas iniciativas se encuentran hoy en análisis y se incorporarán en el mediano plazo en la actualización del PNIM.

- En la red de ductos no se identifican iniciativas específicas y se estima que ésta se ampliará en función de la demanda esperada.

El total de las inversiones del Plan considerando vialidad, aeropuertos, obras portuarias de conectividad, puertos y ferrocarriles es del orden de US\$ 49.755 millones, de este total, el MOP invertiría US\$ 38.214 millones (ver Vialidad más Aeropuertos según Tabla 1), de este monto un 66% puede ser financiado en parte vía concesiones.

El Plan propone recomendaciones en materia de regulaciones y precios. En el primer caso, el Plan sugiere destrabar barreras para el transporte marítimo y de ferrocarriles, además de proponer otras regulaciones que mejoren el uso de la red y disminuyan la presión sobre las redes viales, así como la reducción de las emisiones de gases contaminantes del transporte. En cuanto a las políticas de precio, éstas consideran las externalidades negativas del sistema de transporte, de tal forma que pasajeros y operadores puedan escoger los modos o combinaciones de modos que más les convenga, asumiendo los costos directos e indirectos. Asimismo, se recomienda que en el sector marítimo portuario se avance hacia un único sistema logístico-portuario, que unifique los criterios de otorgamiento de concesiones para el desarrollo de infraestructuras.

El Plan tiene un enfoque sostenible que se manifiesta en un conjunto de indicadores económicos, sociales y ambientales. En el primer caso, con el Plan aumenta la movilidad de la carga, y la relación beneficio-costos es positiva a nivel global y macrozonal. En la dimensión territorial, el Plan genera una distribución equitativa de beneficios y favorece a las macrozonas extremas en inversión. También es progresiva en la distribución de stock de infraestructura entre las regiones del país. En la dimensión ambiental, el Plan contribuye al desacoplamiento entre movilidad y contaminación, y conjuntamente, el Plan identifica las áreas susceptibles de afectación para tenerlas a la vista durante su implementación y disponer las medidas de mitigación o reparación que correspondan. Finalmente, el Plan mejora la resiliencia de la red ya que, frente a un análisis de recurrencia de amenazas, los ejes longitudinales proveen redundancia a la red.

Tabla 1: Resumen de inversión por tipo de proyecto

Tipo de proyectos	Inversión Período 30 años MMUS\$ (*)	Unidad	Cantidad
Vialidad	34.245(**)	Longitud (Km)	19.752
Ferrocarriles del Estado	6.408	Longitud (Km)	954
Aeropuertos	3.969	Superficie (m2)	1.072.483
Puertos administrados por las empresas portuarias estatales	5.132	Capacidad (toneladas)	372 MM
Total	49.755		

Fuente: Elaboración propia. Nota (*) La información relativa a inversión es a nivel estratégico nacional, y podrá tener ajustes a futuro. Estudios específicos generarán nueva información que complemente antecedentes de costos y beneficios a nivel de proyectos. (**) incluye obras portuarias de conectividad fluvial, lacustre y marítima.

1 Antecedentes

1.1 Objetivos

El Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad (PNIM) 2020-2050, tiene tres objetivos principales:

- I. Eficiencia económica: que la movilidad de la carga y de los pasajeros permita aportar al desarrollo económico esperado, contribuyendo al crecimiento sostenido del Producto Interno Bruto (PIB) en los próximos 30 años. Si la producción aumenta al doble, se necesita transportar mayor cantidad de insumos para la producción y productos elaborados y servicios a los centros de consumo. Lo mismo ocurre con los pasajeros que necesitan llegar a sus lugares de trabajo y acceder a las compras y servicios.
- II. Equidad territorial: que los beneficios del aumento de la movilidad sean compartidos por las regiones garantizándoles un mínimo estándar de conectividad. A las regiones extremas que no tienen suficiente actividad como para requerir grandes inversiones en infraestructura, el Estado debiera garantizarles un estándar mínimo de movilidad para acceder a los bienes y servicios necesarios, y así contribuir a su desarrollo y a la soberanía nacional.
- III. Entorno ambiental: un mayor desarrollo de infraestructura también supone un mayor impacto ambiental por uso del territorio. En este sentido, la implementación del Plan busca avanzar hacia una minimización global de los impactos ambientales, lo cual implica por una parte, el uso eficiente de las infraestructuras existentes (viales, ferroviarias, portuarias, aeroportuarias), evitando en lo posible congestionar estas infraestructuras, y por otra parte, un dimensionamiento de las externalidades, para ello el Plan ha estimado el potencial aumento de emisiones por gases de efecto invernadero (GEI) por la operación del transporte según cada modo; y a su vez, ha dimensionado preliminarmente las áreas del registro de protección de recursos naturales y/o patrimoniales que podrían verse afectadas por la implementación del Plan al igual que las superficies boscosas.

Un elemento transversal a los objetivos principales del Plan es que este busca la resiliencia de la red de infraestructura crítica de vialidad, al generar dos alternativas a la vialidad estructurante del territorio nacional (Ruta 5), primero fortaleciendo la ruta costera y en segundo lugar expandiendo la ruta interior. El diseño de una red resiliente contribuye, en el largo plazo: a la eficiencia económica, a la equidad territorial y al resguardo del entorno natural.

El Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad (PNIM) 2020-2050 tiene por objetivo disponer de una infraestructura sostenible, que contribuya a un aumento del bienestar y calidad de vida de todos los chilenos, y con ello aportar a que el país pueda al año 2050 doblar el Producto Interno Bruto de Chile en la forma más económicamente eficiente y territorialmente equitativa con el mínimo impacto ambiental.

1.2 Movilidad e ingreso

La movilidad de carga y pasajeros es una condición necesaria, aunque no suficiente, para el desarrollo económico y social del país. Sin poder transportar los bienes desde sus lugares de producción y/o fabricación a los diferentes mercados, los costos aumentan y las ventas se reducen. También los insumos para la producción ya sean materias primas, componentes o mano de obra necesitan un transporte eficiente para que el proceso productivo sea competitivo. Igualmente, la movilidad de los pasajeros es necesaria para llegar a los lugares de trabajo que ofrecen las mejores condiciones y para acceder a lugares de consumo que ofrecen más variedad y mejores precios, lo que se traduce en un aumento del ingreso y una disminución del costo de vida. También, más opciones para la movilidad de las personas permiten mejorar la calidad de vida ofreciendo más oportunidades de recreación e interacción social. La movilidad de la carga se mide en toneladas-kilómetros (TKM) transportadas y la movilidad de las personas se mide en pasajeros-kilómetros (PKM) transportados.

1.3 Ámbito territorial y modal del Plan Nacional

El ámbito territorial del Plan es nacional, considerando la relación entre las regiones y de éstas con el extranjero. Si bien la responsabilidad de implementar el Plan es del gobierno central, éste ha sido consensuado entre los diferentes ministerios y servicios públicos que tienen injerencias en la materia.

El ámbito modal del Plan incluye todos los modos de transporte: Vial, Ferroviario, Aéreo, Marítimo, Fluvial y Lacustre, además de Ductos. La responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas incluye la vialidad, aeropuertos y conectividad marítima, fluvial y lacustre, pero además estos modos están afectados por otras actuaciones en infraestructura cuya responsabilidad recae en otros ministerios, en empresas públicas o privadas, tales como el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), Ministerio de Defensa y el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo (MINVU), el Sistema de Empresas Públicas (SEP) que actúa como órgano asesor del MTT en materia de gestión de las Empresas Portuarias estatales y Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE), entre otras instituciones.

Finalmente cabe señalar que, debido al largo tiempo de maduración y ciclo de vida de estas iniciativas estratégicas, se requiere destinar un importante esfuerzo de coordinación multisectorial entre los distintos responsables de las infraestructuras, aspecto determinante para la sostenibilidad de esta iniciativa de planificación en el largo plazo.

El Plan Nacional considera las relaciones entre regiones y el exterior del País por todos los modos de transporte tanto de carga como de pasajeros: terrestre, marítimo, fluvial, lacustre y aéreo.

1.4 Instrumentos del Plan

El Plan cuenta con tres instrumentos que se agrupan en:

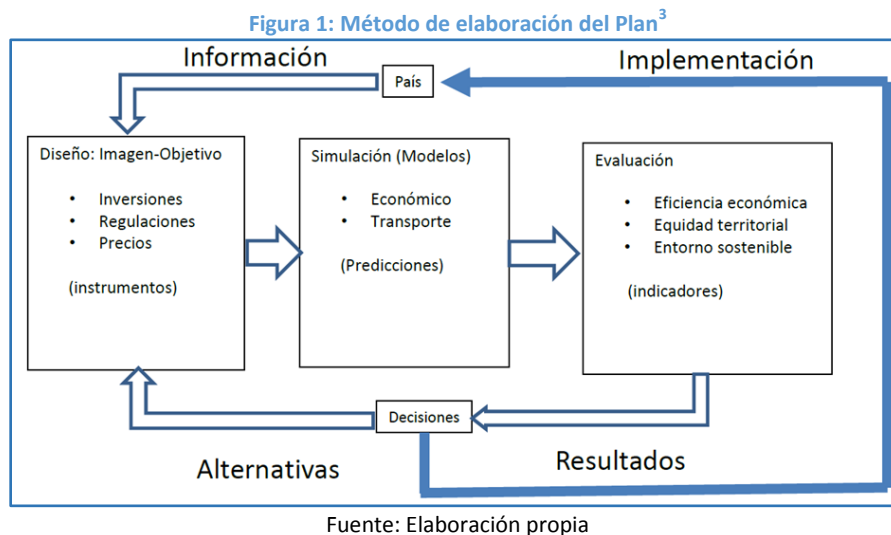
- **Inversiones**, el Plan cuenta con una cartera priorizada de proyectos que mejoran la conectividad, integración territorial, capacidad y nivel de servicios para la movilidad de los pasajeros y de la carga. Incluye vialidad, infraestructura de conectividad marítima, fluvial y lacustre, puertos, aeropuertos, ferrocarriles, ductos y estaciones intermodales. Estas inversiones han sido evaluadas y priorizadas.

- **Regulaciones**, el Plan propone una serie de recomendaciones generales que afectan el uso y operación de las infraestructuras. Estas recomendaciones buscan reducir las incertidumbres de las iniciativas público-privadas, asignando el riesgo de los proyectos a la entidad que mejor lo gestione, proporcionando a los usuarios las garantías necesarias para la existencia de servicios adecuados para la movilidad, siendo un elemento esencial para el funcionamiento seguro de los vehículos y para reducir los impactos en el entorno natural y construido. Las regulaciones también son necesarias para mejorar la eficiencia de las infraestructuras, tal como la gestión de tráfico y regular los monopolios. Asimismo, las regulaciones buscan garantizar los servicios de carácter público, con tarifas no discriminatorias y definiciones de servicio adecuado, con estándares mínimos de calidad.
- **Precios**, que afectan el uso y operación de las infraestructuras. Los precios son decisivos para el correcto uso de las infraestructuras. Una política de precios debe internalizar los costos del uso de las redes (por ejemplo, amortizar el costo de construcción y operación a través de tarifas o impuestos) y de los vehículos (reposición, combustible, conductor en el caso de los operadores de transporte público). Adicionalmente los precios deben internalizar los impactos externos que se producen al utilizar un medio de transporte en un momento determinado, tal como la contaminación y congestión.

El Plan cuenta con tres instrumentos que se han considerado en su elaboración: inversiones en conectividad y capacidad de las redes, regulaciones para el manejo eficiente de las redes y una política de precios adecuada para internalizar los impactos producidos por la elección de la forma de transportar la carga y los pasajeros.

1.5 Método de elaboración del Plan

El Plan ha sido desarrollado en tres etapas (Ver Figura 1):



³ Echenique, M. (1983) "The Sao Paulo Metropolitan Study" en *System Analysis in Urban Policy-Making and Planning*, Eds. M. Batty y B. Hutchinson, Plenum Press.

- **Diseño (imagen-objetivo):** Etapa en la cual se confeccionó la propuesta inicial de iniciativas de inversión en infraestructura. Estas iniciativas buscaban mejorar la conectividad y ampliar las capacidades de la red integrada que permite la movilidad de la carga y de los pasajeros.⁴
- **Simulación:** En esta etapa se emplearon modelos económico-regionales y de transporte para estimar el uso de la infraestructura dispuesta en la imagen-objetivo. A partir de los modelos se determinaron escenarios de crecimiento, tránsito de carga y pasajeros entre las regiones y al extranjero, además en esta etapa se calcula cuáles modos o combinaciones de modos de transporte se utilizarán y sus rutas correspondientes.⁵
- **Evaluación:** Etapa en la cual se estimó el impacto del Plan propuesto (ex ante), como resultado de la simulación; en esta etapa se utilizan indicadores de eficiencia económica (rentabilidad social, aumento movilidad de carga), equidad territorial (distribución de los beneficios e infraestructura), además del impacto ambiental (emisiones de GEI y áreas de protección susceptibles de afectación).

2 Escenario Base 2020 – 2050⁶

2.1 Proyecciones y simulación Base

La demanda de movilidad futura se estableció a partir de la producción y consumo nacional futuro, incluidas las exportaciones e importaciones, las cuales se estimaron en base al crecimiento del Producto Interno Bruto y de la proyección del PIB mundial. El Banco Central ha proyectado las tasas anuales de crecimiento del PIB para los periodos 2017- 2026 (3,2%), 2017-2036 (3%) y 2017-2050 (2,7%)⁷. Interpolando estas tasas se obtuvieron los crecimientos esperados del PIB para el año base 2020 y para los años futuros de 2030, 2040 y 2050⁸. Las tasas de crecimiento del Banco Central se aplican a los valores del modelo insumo producto, que son a precios básicos, es decir, sin incluir el impuesto al valor agregado (IVA) ni los derechos de importación (Apéndice B).

En la Tabla 2 se muestran los datos para las 3 décadas pasadas y las proyecciones para las 3 futuras. Se puede observar que el PIB aumenta en el periodo 2020-2050 en 2,22 veces, es decir 122%, mientras que la población crece en 1,16 veces es decir 16% lo que significa que el PIB per cápita crece 1,91, es decir 91%. Por su parte, las proyecciones de población son del Instituto Nacional de Estadística (INE) y del Banco Central, este último proporcionó estimaciones de migración. Los valores indicados por decenio en la tabla corresponden al del último año del decenio correspondiente.

⁴ La imagen objetivo contempla una red nacional multimodal con proyectos que están en operación y proyectos nuevos que buscan completar la red.

⁵ Aunque el modelo genera y distribuye la totalidad de la movilidad de pasajeros y de la carga - desde donde se originan hasta donde se destinan - por su carácter interurbano, solo estima en detalle el 72% de la movilidad modal de los pasajeros y 98% de la movilidad de la carga ya que el resto se queda dentro de las zonas del modelo que cubren el territorio nacional (intrazonales).

⁶ Las proyecciones económicas fueron realizadas durante el primer semestre del 2019, por lo cual no está considerada la situación del último trimestre de 2019 ni el efecto en la economía global del COVID-19

⁷ Ver https://www.bcentral.cl/documents/20143/920074/crecimiento_tendencial_sep2017.pdf.

⁸ Como parte del proceso de formulación se han incorporado escenarios menos optimistas con respecto a las proyecciones de largo plazo, considerando lo señalado por el Banco Central en el IPoM de diciembre 2019.

Tabla 2: Proyección del PIB a precios básicos (MMUS\$) y Población (x1000)

	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040	2040-2050
PIB MMUS\$ (2015)	73.051	108.360	189.196	250.672	343.727	446.681	556.343
% anual en decenio		4,02%	5,73%	2,85%	3,21%	2,65%	2,22%
Índice	0,29	0,43	0,75	1	1,37	1,78	2,22
Población x 1000	13.179	15.398	17.066	20.972	22.593	23.580	24.329
Índice	0,63	0,73	0,81	1	1,08	1,12	1,16
PIB/Cápita US\$	5.543	7.037	11.086	11.953	15.214	18.943	22.867
Índice	0,46	0,59	0,93	1	1,27	1,58	1,91
PIB/Cápita US\$ PPP	4.511	9.553	16.159	24.829	34.047	44.344	55.107

Fuentes: Banco Central (2017) "Crecimiento tendencial de mediano plazo y análisis de sus determinantes", INE (2017) "Estimaciones y proyecciones de la población de Chile 1992-2050 total país" y elaboración propia.

Las exportaciones se estimaron como un porcentaje del crecimiento del PIB Mundial del 0,1%, por lo tanto, en la medida que el mundo crece, las exportaciones crecen en similar magnitud (ver Tabla 3). Para identificar el porcentaje de participación de las exportaciones de Chile en la economía mundial, se emplearon series de tiempo y las proyecciones de crecimiento de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) al año 2050. En cuanto a las importaciones, el supuesto es que en el largo plazo las importaciones son iguales a las exportaciones para mantener el balance comercial (Apéndice B).

Tabla 3: Proyección de exportación a precios básicos (MMUS\$)

	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Exportaciones	22.500	68.333	74.229	99.021	126.606	157.149

Fuente: Elaboración propia a partir de Banco Central y OCDE

Basado en el crecimiento del PIB y de las exportaciones e importaciones, se puede estimar a través del Modelo Económico Regional (MER) y del Modelo de Transporte (Apéndice B), el escenario BASE (sin el Plan) del crecimiento de la movilidad de la carga y de los pasajeros, como también el uso de los modos de transportes. La Tabla 4 muestra el crecimiento esperado en el territorio nacional de los pasajeros – medidos en millones de pasajeros-km (PKM) – y de la carga – medida en millones de toneladas km (TKM) –durante el periodo considerado, en valores absolutos y en índices en relación con el año 2017. El Gráfico 1 muestra el índice del crecimiento con respecto al año base 2017. Como se puede observar la movilidad de los pasajeros aumenta en forma similar al crecimiento del PIB per cápita y la carga aumenta algo más que el PIB durante el periodo 2017-2050.

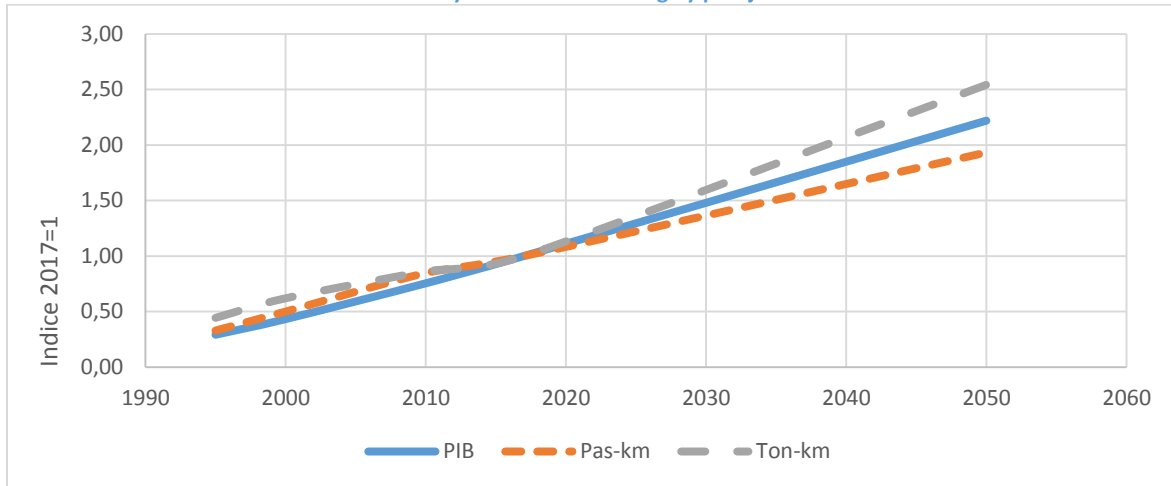
Tabla 4: Crecimiento PIB y movilidad pasajeros y carga

	1995	2000	2010	2017	2050
PIB US\$MM	73.051	108.360	189.196	250.672	556.343
PIB índices	0,3	0,4	0,8	1,0	2,2
PKM MM	81.041	123.037	208.604	246.152	475.732
PKM índice	0,3	0,5	0,8	1,0	1,9
TKM MM	31.291	43.724	60.834	70.555	179.364
TKM índice	0,4	0,6	0,9	1,0	2,5

Fuente: PIB1995-2050 BCCh (2017); Movilidad 1995-2010: Modelo Nacional -(1997); 2017-2050 Elaboración propia

La simulación del crecimiento de la movilidad de la carga y de los pasajeros se asigna a diversos modos de transporte en los cortes temporales futuros. La capacidad de la red para absorber estos flujos estimados es limitada a la capacidad existente en el 2020, lo que significa que habrá mucha congestión en el futuro. La única excepción son los puertos, ya que para poder exportar e importar los bienes se necesita más capacidad, si no el crecimiento esperado no se produciría. Para eso se supuso que la capacidad existente en los puertos privados se expandiría en función de la demanda esperada para ellos y para los puertos administrados por las empresas portuarias estatales se aumentaron las capacidades de acuerdo con los planes existentes, para ser evaluados con los resultados del modelo.

Gráfico 1: Crecimiento del PIB y movilidad de la carga y pasajeros en el territorio nacional

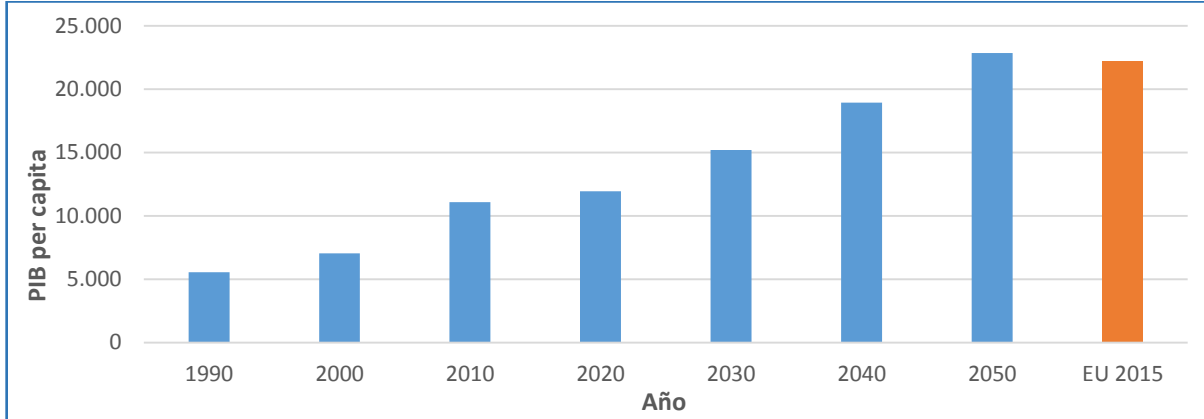


Fuente: Banco Central (2017) y Elaboración propia

2.2 Evolución y comparación con otros países

La evolución del crecimiento del PIB per cápita a precios básicos, es decir sin incluir el IVA ni los derechos de importación, y su comparación con la Unión Europea (28 países) en el año 2015, se muestra en el Gráfico 2. Se ha escogido a la Unión Europea (EU) como referencia entre los países desarrollados. El modelo estima que el PIB per cápita de Chile en los próximos 30 años será similar al PIB per cápita de la Unión Europea de 2015. El indicador PIB per cápita es útil ya que implícitamente considera el efecto ingreso en el comportamiento de los pasajeros y de la carga.

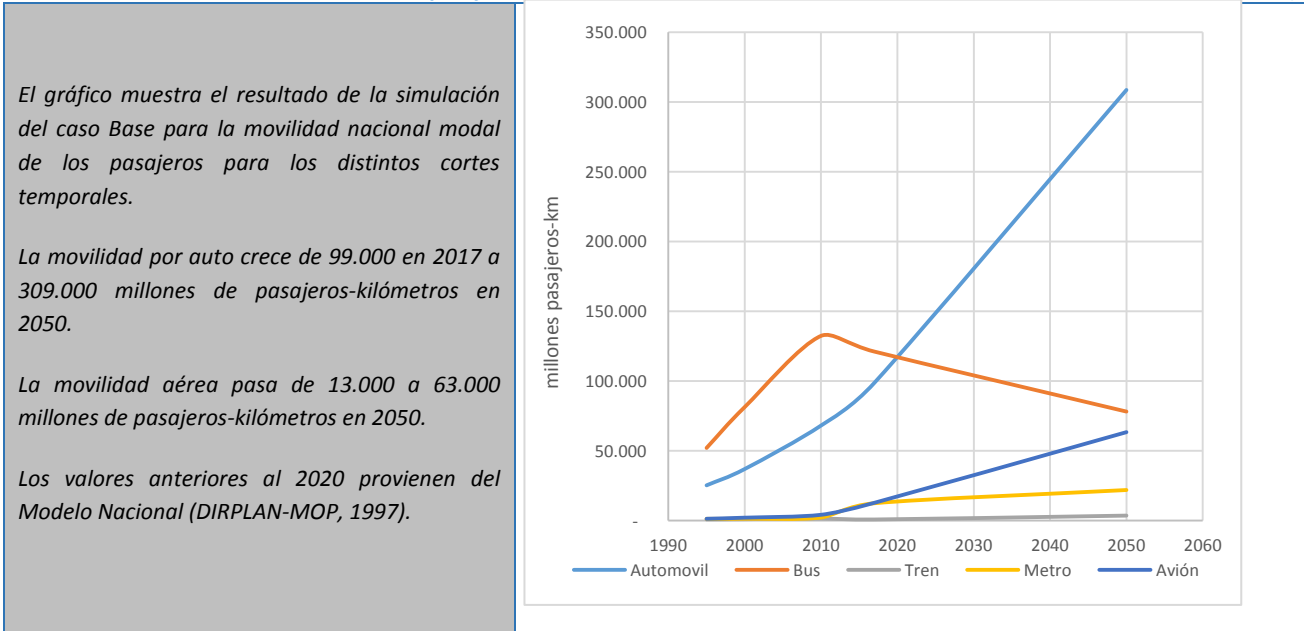
Gráfico 2: Estimación del PIB per cápita Unión Europea 2015 y proyecciones del PIB per cápita 2050 en Chile (precios básicos)



2.3 Repartición modal de pasajeros

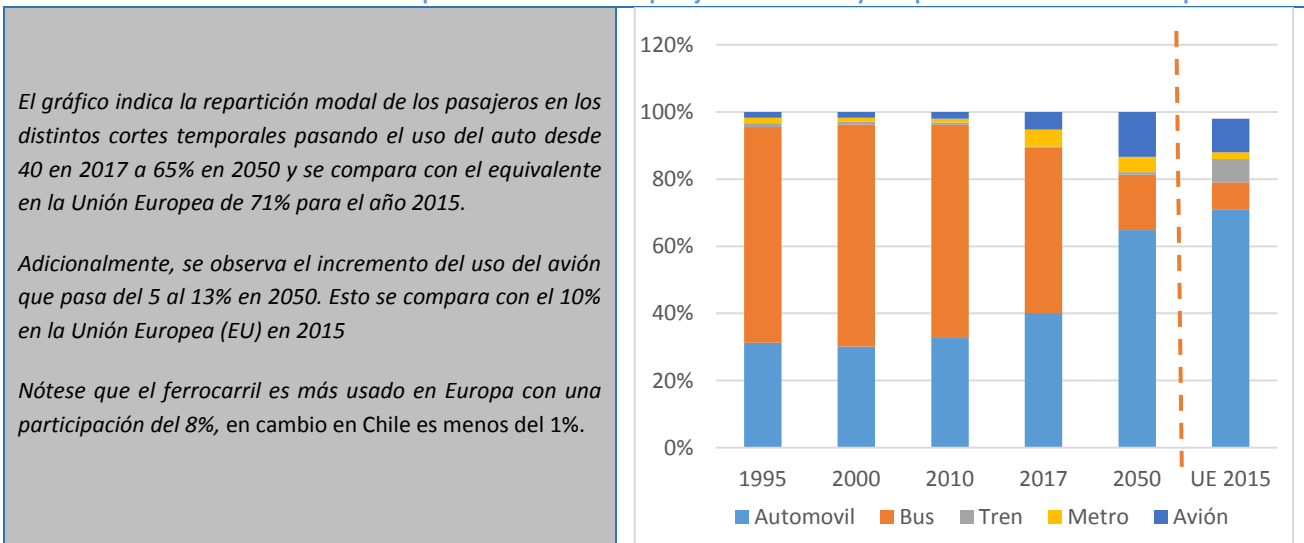
El Gráfico 3 muestra la simulación, a través del modelo de transporte (Apéndice B), para las décadas futuras en pasajeros-km. En el Gráfico 3, no se han incluido los viajes no motorizados, los cuales representan menos del 5% de la movilidad medida en pasajeros-kilómetros. Por su parte, en el Gráfico 4 se puede observar el considerable aumento de los pasajeros en auto (40% en 2017 a 65% en 2050), en avión (del 5% al 13%) también la disminución del transporte en bus (49% en 2020 al 16% en 2050), mientras tren y metro se mantienen (1% y 5% respectivamente).

Gráfico 3: Movilidad nacional de los pasajeros por modo de transportes modelada para el caso Base (pasajeros-km anuales)



Fuente: 1995-2010 Modelo Nacional (DIRPLAN-MOP, 1997) y 2020-2050 elaboración propia

Gráfico 4: Evolución de la repartición modal de los pasajeros modelada y comparación con la Unión Europea



Fuente: 1995-2010 Modelo Nacional (DIRPLAN-MOP, 1997); 2017-2050 Elaboración propia; EU Transport in figures, Statistical pocket book, 2017.

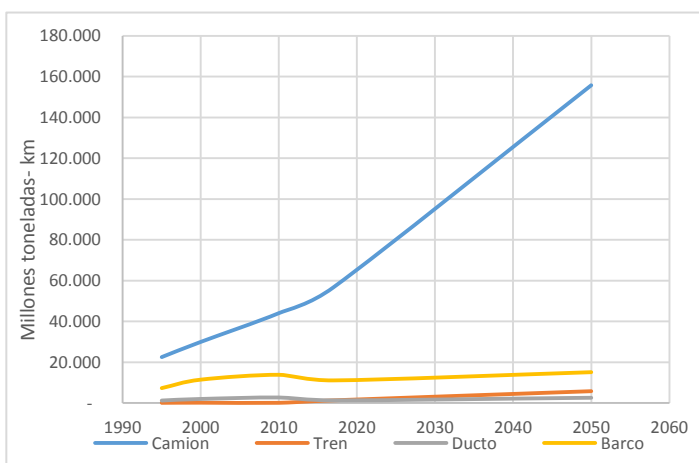
2.4 Repartición modal de la carga

El Gráfico 5 muestra la simulación de la repartición modal de la carga en toneladas-km para las décadas futuras, mientras que el Gráfico 6 muestra que los camiones pasan del 80% en 2017 al 87% del total transportado en el 2050.

Gráfico 5: Movilidad nacional de la carga por modo de transportes modelada para el caso Base (toneladas-km anuales)

El gráfico presenta la movilidad de la carga nacional medida en toneladas-kilómetros. Se puede observar que predomina el uso del camión pasando de 56.000 millones en 2017 a 156.000 millones de toneladas-kilómetros en el 2050.

El cabotaje marítimo alcanza 15.000 millones de toneladas-kilómetros en el año 2050.

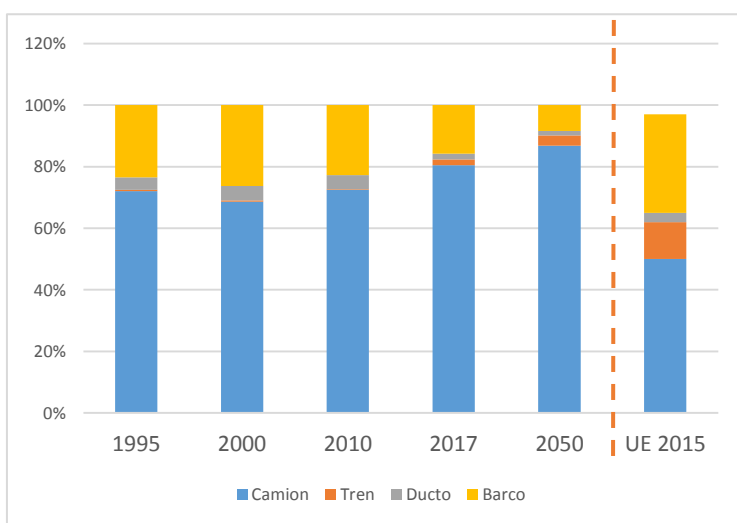


Fuente: 1995-2010 Modelo Nacional (DIRPLAN_MOP, 1997) y 2020-2050 elaboración propia

Gráfico 6: Evolución de la repartición modal de la carga modelada y comparación con la Unión Europea

El gráfico muestra la repartición modal de la carga que llega al 87 por camión en el año 2050 comparado con la Unión Europea con 50% en 2015. La diferencia estriba en que la carga por cabotaje en Chile solo alcanza al 16% en 2017 cuando en Europa llega al 32% en 2015.

La contribución del ferrocarril en Europa alcanza al 12% en 2015, mientras que en Chile alcanza el 3%. Los valores anteriores provienen del Modelo Nacional (Dirplan-Mop, 1997)



Fuente: 1995-2010 Modelo Nacional (DIRPLAN-MOP, 1997); 2017-2050 elaboración propia; EU Transport in figures, Statistical pocket

2.5 Cambios tecnológicos

Se espera que la tecnología evolucione en el período considerado, modificando el comportamiento de los usuarios del sistema de transporte. Aunque es difícil predecir cambios disruptivos en los patrones de movilidad en un horizonte de planificación de largo plazo, hay ciertas prácticas que ya se pueden considerar, por ejemplo, la introducción de sistemas electrónicos de comunicación, que tiene un impacto en el trabajo y en las modalidades de compraventa de bienes y servicios.

- **Teletrabajo:** Se considera que los sistemas de comunicación electrónica permitirán a más personas con empleo no fabril trabajar en su casa o a distancia, parte de la semana, lo que se traduce en menos viajes diarios a los centros de empleos. En este contexto, la movilidad medida en pasajeros-kilómetros puede aumentar ya que potenciales beneficiarios de este sistema podrían vivir en lugares más apartados (con mejor calidad de vida o más económicos) y viajar con menos frecuencia a sus oficinas⁹.
- **Tele-comercio:** La compra a través de la comunicación electrónica está aumentando progresivamente, en detrimento de las compras presenciales en los centros comerciales. En este contexto, es posible que los lugares de despacho de la mercadería puedan estar bastante alejados de las áreas residenciales y de los centros comerciales, con lo cual, los productos podrían llegar de lugares más apartados, aumentando la movilidad medida en kilómetros recorridos.
- **Comunicación electrónica:** Haciendo un paralelo con la introducción del teléfono durante el siglo pasado, la movilidad de la carga y de los pasajeros no se redujo, por el contrario, hubo un efecto de sustitución de viajes personales por el uso del teléfono, pero al mismo tiempo se indujeron nuevos y más largos viajes al aumentar el área de interacción – mayores mercados para la compra o venta de productos y servicios-. El resultado final es que la movilidad aumentó y el ingreso también. Es probable que ocurra algo similar con la comunicación electrónica¹⁰.

El cambio en la tecnología del transporte con relación a la fuente de propulsión y la automatización tiene efectos muy positivos.

- **Propulsión:** Se espera que la electromovilidad sea introducida progresivamente hasta constituir el 100% de los transportes públicos y el 40% del transporte particular terrestre en 2050 (MINENERGIA, 2017)¹¹. Esto tiene gran significancia en la reducción de emisiones de contaminantes, tanto de los gases de efecto invernadero, sobre todo el CO₂, como en la producción de material particulado fino (PM 2.5), muy dañino para la salud. Los motores de combustión interna ya han evolucionado muchísimo en la

⁹ Ver Mokhtarian, PL (1991) An Empirical Analysis of the Transportation Impacts of Telecommuting, University of California, Davis.

¹⁰ Ver "The impact of e-commerce on transport in Europe and possible actions to be taken to meet increased demand", *Transport Series* TRAN 111 EN, 2002, European Parliament, Luxembourg.

¹¹ Ministerio de Energía (2016) Estrategia Nacional de Electromovilidad. Ministerio de Energía de Chile (https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf).

reducción de contaminantes y eficiencia energética y con el correcto uso de regulaciones mejorará el parque vehicular del país. Chile, además cuenta con un gran potencial de energía renovable lo que permite esperar que la reducción de la contaminación por transporte será posible y así se ha considerado en este Plan. La tecnología de navegación y de aviación es más incierta, aunque también se espera una mayor eficiencia en el uso de combustibles no renovables.

- **Automatización:** La automatización ya es una realidad, pero su adopción en el sistema de transportes es difícil de prever en el tiempo. Lo que sí se puede esperar es que la automatización aumente la capacidad vial ya que permite la conducción de los vehículos en forma más segura.
- **Gestión operativa:** Paulatinamente ha estado mejorando la gestión operativa del transporte, tanto por el aumento del tamaño como por la gestión de las flotas de aviones y de barcos con la consiguiente mejoría de la eficiencia de los sistemas de propulsión y control.
- **Disminución del parque vehicular:** Es probable que la adquisición de vehículos privados sea menor en el futuro, asimismo, es de suponer que la propiedad de los automóviles esté concentrada en determinadas empresas, mientras que los usuarios privilegiarán el arriendo de vehículos por un periodo limitado de tiempo por sobre la compra de estos. En este escenario, la movilidad podría ser igual o incluso mayor a la situación actual, porque los vehículos autónomos deben pasar a buscar a los pasajeros y posteriormente estos automóviles retornarán vacíos a buscar a otros pasajeros o a zonas de estacionamientos. Esta situación no ocurre actualmente, ya que los vehículos se quedan estacionados en los lugares de trabajo o compras.

En definitiva, el impacto de nuevas tecnologías de comunicación en el comportamiento de la gente tanto en teletrabajo como en tele-compras, sustituirá ciertos viajes, pero no reducirán la movilidad total. La introducción de la electromovilidad será muy positiva en la reducción de la contaminación y la automatización probablemente aumentará la capacidad de la red y reducirá los costos de transporte.

Como conclusión se puede apreciar el gran incremento esperado de la movilidad por autos y por avión en los próximos 30 años para los pasajeros y del camión para la carga. Asimismo, se estima que la movilidad medida en kilómetros recorridos no se reduzca debido al tele-trabajo y tele-comercio. La introducción de nuevas tecnologías en la propulsión de los motores como en la gestión de las flotas tendrá un efecto positivo tanto en la reducción de contaminantes como en la eficiencia del sistema.

3 Plan de Infraestructura para la Movilidad 2020-2050

3.1 Red multimodal: Imagen objetivo

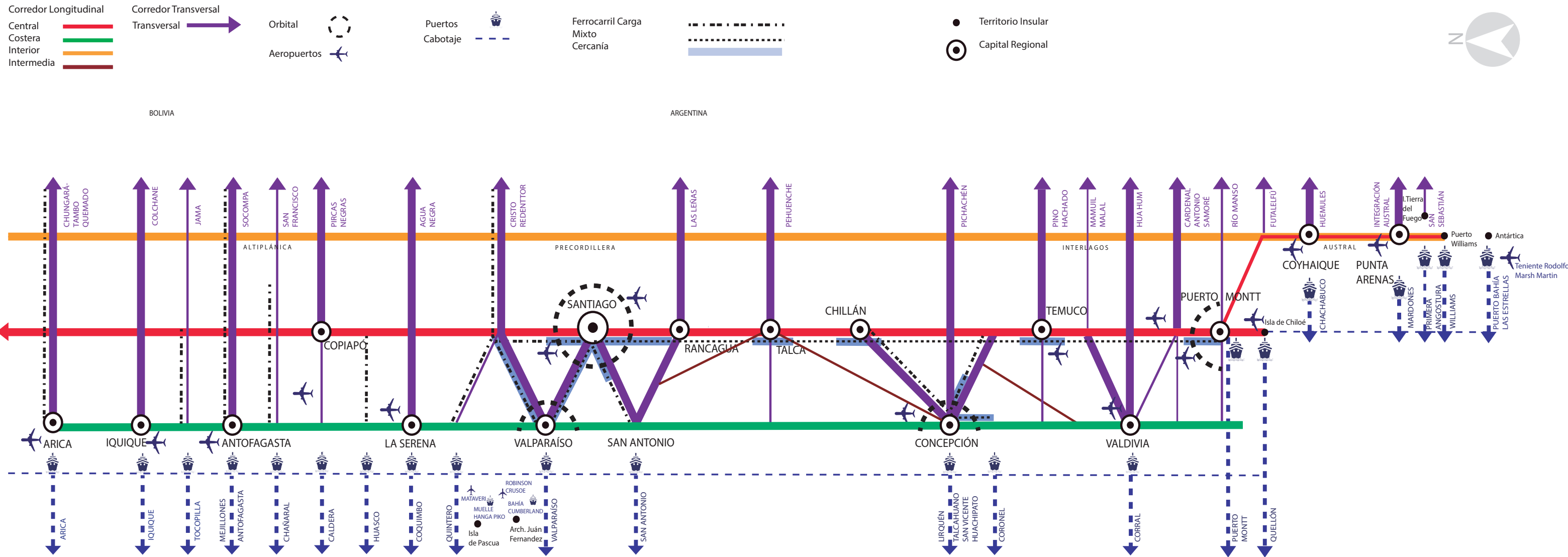
A partir de las estimaciones de demanda de movilidad de la carga y de pasajeros a través de los modelos desarrollados (Apéndice B), se torna necesario generar un Plan que contemple una oferta de red multimodal, acompañada de políticas regulatorias y de precios con el objetivo de incentivar la movilidad sostenible. Específicamente, el Plan busca completar y mejorar la capacidad de la red actual, a objeto que esta pueda estar completamente integrada y con ello explotar todo su potencial. En términos generales, la red multimodal

integrada se muestra en forma diagramática en la siguiente Figura 2, donde las capitales regionales están conectadas por la red multimodal y tienen acceso a los puertos, infraestructura de conectividad, aeropuertos y pasos fronterizos.

- I. Vialidad longitudinal: Une a las capitales regionales, compuesta por 3 corredores: Central (Ruta 5) desde la frontera con Perú hasta Quellón en Chiloé; Costero (Ruta 1, etc.) que conecta los puertos del norte, centro y sur del país desde Arica a Valdivia y más allá; Interior (Ruta Altiplánica, Precordillerana, Interlagos, Ruta 7, y a través de infraestructura de conectividad con embarcaciones, con Ruta 9 hasta Puerto Williams), que comienza en la frontera con Bolivia y concluye en la zona Austral, conectando las rutas de los pasos fronterizos y algunos puertos de la zona Austral.
- II. Vialidad transversal: Está compuesta de 45 corredores perpendiculares y diagonales a las longitudinales, conecta a los puertos y los pasos fronterizos con las capitales regionales. Son fundamentalmente corredores de cordillera a mar que satisfacen las cargas de exportación e importación además de los viajes al litoral y a Bolivia y Argentina.
- III. Orbitales y bypass: Permiten la continuidad de la vialidad estructurante compuesta por los corredores longitudinales y transversales. Las orbitales están localizadas alrededor de las 3 áreas metropolitanas de Santiago, Valparaíso y Concepción, y permiten el tráfico de paso y la distribución del tráfico desde y hacia los distintos suburbios sin necesidad de pasar por los centros congestionados. En tanto, las otras capitales regionales tienen bypass o circunvalaciones para permitir la continuidad de las rutas nacionales.
- IV. Rutas intermedias: Vialidad que conecta el corredor central con el corredor costero en la macrozona centro y sur. Se proyectan estas rutas cuando los corredores costero y central se distancian mucho uno del otro, con lo cual surge la necesidad de nuevas longitudinales (o diagonales).
- V. Ferrocarril de cercanías y regionales: Satisfacen principalmente el acceso al trabajo y servicios en las áreas metropolitanas. Permiten a la población acceder a los congestionados centros de trabajo.
- VI. Ferrocarril de carga: Tiene el objetivo de llevar los productos hacia y desde los puertos, generadores de carga e incluso, entre bodegas e industrias. Especialmente productos de importación, exportación, insumos y productos terminados sean estos derivados de la madera (celulosa), combustibles, químicos, concentrado de cobre, hierro, cobre metálico, productos industriales, contenedores, entre otros.
- VII. Vía marítima: La expansión de los puertos considerados están en función de la demanda estimada de toneladas de exportación y de importación. La infraestructura portuaria de conectividad con rampas para los transbordadores es esencial para dar continuidad a la vialidad longitudinal, especialmente en la zona Austral.
- VIII. Aeropuertos: Los aeropuertos y aeródromos existentes consideran ampliaciones de las áreas terminales e instalaciones de apoyo, así como nuevas pistas y el mejoramiento de las capacidades de las pistas en cuanto a longitud y resistencia y de las plataformas de estacionamiento de aeronaves, para responder al considerable aumento previsto de pasajeros y operaciones. Debido a la alta demanda de viajes aéreos en la Macrozona Centro se estima que será necesaria la construcción de un

nuevo aeropuerto, ya que el actual Arturo Merino Benítez llegará a su máxima capacidad operacional aproximadamente entre los años 2030-2040.

Figura 2: Imagen Objetivo – Red Nacional Esquemática



3.2 Red multimodal: Adaptación al territorio y a la realidad temporal

La Imagen Objetivo anterior se ha adaptado a la realidad territorial de Chile, lo cual implica considerar la situación actual de la red de infraestructura y la topografía (VerMapa 1). La definición del Plan en el territorio fue un proceso iterativo, donde se consultó a los diversos servicios a nivel nacional y regional, con la finalidad de identificar la factibilidad técnica y económica de determinados trazados.

En el territorio, los corredores longitudinales se traslapan en algunos tramos. Así, por ejemplo, el corredor central en la Macrozona Norte se acerca al litoral, cubriendo total o parcialmente el corredor costero. En la Macrozona Centro, el corredor central se acerca hacia la cordillera traslapando al corredor interior. Los corredores transversales en pocos casos se superponen al corredor longitudinal interior. Debido a que el corredor central se acerca mucho a la cordillera en la Macrozona Central y Sur, deja un amplio territorio sin buena conectividad nacional. De allí surge la necesidad de un corredor intermedio.

El Plan incluye los bypass en las capitales regionales y las orbitales para las metrópolis de Santiago, Valparaíso y Concepción.

Los aeropuertos consideran los planes de ampliación existentes más la incorporación de un nuevo aeropuerto en la Macrozona Central.

Los ferrocarriles de pasajeros y de carga consideran parte de las propuestas de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado con énfasis en los trenes de cercanías y la prioridad de mejorar el tren de carga entre San Antonio y Santiago.

Los puertos contemplan los planes del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y los Planes Maestros de aquellos administrados por las empresas portuarias estatales.

El Plan contempla no sólo atender las demandas de movilidad de carga y pasajeros para los próximos 30 años sino, también, la introducción de regulaciones y políticas de precios para mejorar la eficiencia y reducir el impacto ambiental de la movilidad. Adicionalmente, se introduce una política de incentivo a la electromovilidad, la cual permite una reducción de contaminantes y también una disminución de la importación de combustibles fósiles para el transporte en el futuro¹². Finalmente, se incorpora una reducción de los costos de transporte por cabotaje producto de la eliminación de la restricción impuesta a barcos no nacionales para hacer cabotaje dentro del país¹³.

¹²La Estrategia Nacional de Electromovilidad del Ministerio de Energía (https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf) busca disminuir la dependencia de combustibles importados y la vulnerabilidad que ello tiene aparejado. En este contexto, en el escenario al año 2050 se consideró una baja de 12,5% de la importación de combustibles en 2050. Esta disminución de las importaciones se consideró estimando una reducción del 50% de la recaudación por impuestos a la bencina con la introducción de la electromovilidad. Como solo el 25% de los combustibles que se importan se usan en transporte (el resto es para producir energía eléctrica, calefacción, procesos industriales, etc.), se dedujo que el resultado sería el 12,5% estimado.

¹³ Se supone que, por efecto de competencia, las tarifas se aproximarán a las tarifas internacionales.

La Tabla 5 resume la propuesta del Plan Multimodal Integrado y su comparación a la situación base. El costo de inversión para los próximos 30 años es de US\$ 49.755 millones. En las secciones siguientes se explican en más detalle la propuesta del Plan para las infraestructuras de cada modo de transporte.

Tabla 5: Resumen de inversión y estimación de flujo de pasajeros y carga en la Base y en el Plan

Nombre Proyecto	Km	Inversión Período 30 años MMUS\$	Unidad Flujos	2017	Base 2050	Plan 2050
Longitudinal Central	3.260	10.820	MM VE-km	16.966	49.739	46.088
Longitudinal Costero	2.105	2.974	MM VE-km	2.026	7.284	5.738
Longitudinal Interior	6.520	4.269	MM VE-km	1.420	5.050	9.249
Transversales	6.479	11.082	MM VE-km	6.394	16.888	13.867
Longitudinal Intermedio	776	1.535	MM VE-km	878	3.749	1.913
Orbitales	612	3.531	MM VE-km	203	650	4.130
Total Vialidad	19.752	34.212	MM VE-km	27.887	83.361	80.985
Conectividad marítima, fluvial y lacustre	-	33	-	-	-	-
Ferrocarriles Pasajeros	434	4.855	MM Pasajeros	48	96	197
Ferrocarriles Carga	520	1.553	MM Toneladas	3	19	37
Total Ferrocarriles	954	6.408	-	-	-	-
Aeropuertos	-	3.969	MM Pasajeros	32	130	109
Puertos	-	5.132	MM Toneladas	148	332	372
Ductos	-	-	MM Toneladas	9	19	24
Total	20.706	49.755				

Fuente: Elaboración Propia.

a. Vialidad

La red vial se compone, como se ha dicho anteriormente, de los 3 corredores longitudinales, además de un corredor intermedio, las transversales y orbitales que, en su conjunto, permiten el aumento en 3 veces el tráfico vehicular entre 2017 y 2050. La Tabla 5 muestra las variaciones del tráfico, medidos en millones de vehículos equivalentes-kilómetros (VE-km) por año (suma de autos, buses y camiones). Se puede observar que el total del flujo vehicular con el Plan disminuye algo debido al aumento de los pasajeros y de la carga en los ferrocarriles y en el cabotaje.

El Mapa 2 presenta un esquema construido a través del modelo de transporte (Apéndice B) de los flujos interurbanos para la Base y para el Plan al año 2050. Se puede observar el aumento de los flujos viales y el grado de saturación que se estima para el 2050 y cómo disminuye la saturación con el Plan.

b. Ferrocarril

La red de ferrocarriles que se analiza, considera tanto el tránsito para pasajeros como para carga. Los ferrocarriles de pasajeros se concentran en la ampliación del servicio de cercanías los cuales han tenido gran éxito en los casos de Santiago (tramo a Nos) y de Valparaíso (tramo a Limache). La extensión de las líneas existentes y nuevas líneas potenciará el uso del ferrocarril y permitirá aportar al desarrollo de nuevas zonas urbanas. Se consideran los principales ferrocarriles de cercanía existentes en la Región de Valparaíso (Metro Valparaíso) que se expande con nuevas extensiones hasta La Calera, en Concepción (BIOTREN) con nuevas

extensiones hasta Lirquén y Lota y en Santiago (METROTREN) hasta Rancagua. Siguiendo los planes de EFE, se propone expandir las cercanías de Santiago con el Tren a Melipilla, el tren a Batuco y Tiltil y otros servicios alrededor de capitales regionales; por parte de la Dirección General de Concesiones del MOP, se analiza la conexión de tren rápido entre Valparaíso y Santiago. Se puede observar en la Tabla 5 que el número de pasajeros en tren en 2050 aumenta 4 veces con respecto al valor de 2017. La carga aumenta en más de 12 veces. Se supone que la red de ferrocarriles privados se expandirá en función de la demanda y aunque el modelo asigna carga a estos ferrocarriles, no se incorporan en la programación del Plan.

c. Puertos

Para el sector portuario se estima un crecimiento de más del doble de las toneladas actuales para las transferencias portuarias al 2050, como se reseña en la Tabla 5. Los puertos administrados por empresas portuarias estatales transfieren hoy aproximadamente sobre el 30% del total. Los planes de expansión de estos puertos permitirían transferir 174 millones de toneladas en el futuro. En el caso de los puertos privados se asumió que se expandirían en función del crecimiento de la demanda de carga, por lo tanto, al 2050 se presume que no hay restricción de capacidad en ningún puerto privado. El modelo asigna la carga a los puertos más convenientes dependiendo de su especialización y la gran mayoría de los puertos privados están especializados en carga de granel. Es importante notar que el modelo estima que el cabotaje aumenta de 14 a 55 millones de toneladas en 2050 como resultado del aumento de carga y de los efectos del cambio de regulación.

d. Aeropuertos

La estimación de los pasajeros aéreos (llegadas y salidas) se presenta en la Tabla 5. El número total de viajes-año por persona del país pasa de alrededor de menos de 1,1 viaje en 2017 a 2,6 en 2050. El total de entradas y salidas proyectado en los aeropuertos alcanza a los 109 millones en 2050. Hay que destacar que el número de los pasajeros aéreos aumenta 3,4 veces entre el 2017 al 2050, pasando del 5,2% al 14,8% de la movilidad nacional medida en pax-km, en buena parte explicado por la disminución del número de pasajeros en buses. No obstante, si se compara con la situación base en 2050, habría un 16% menos del número de pasajeros, debido al mejoramiento en la vialidad y aumento de servicios de trenes de cercanía.

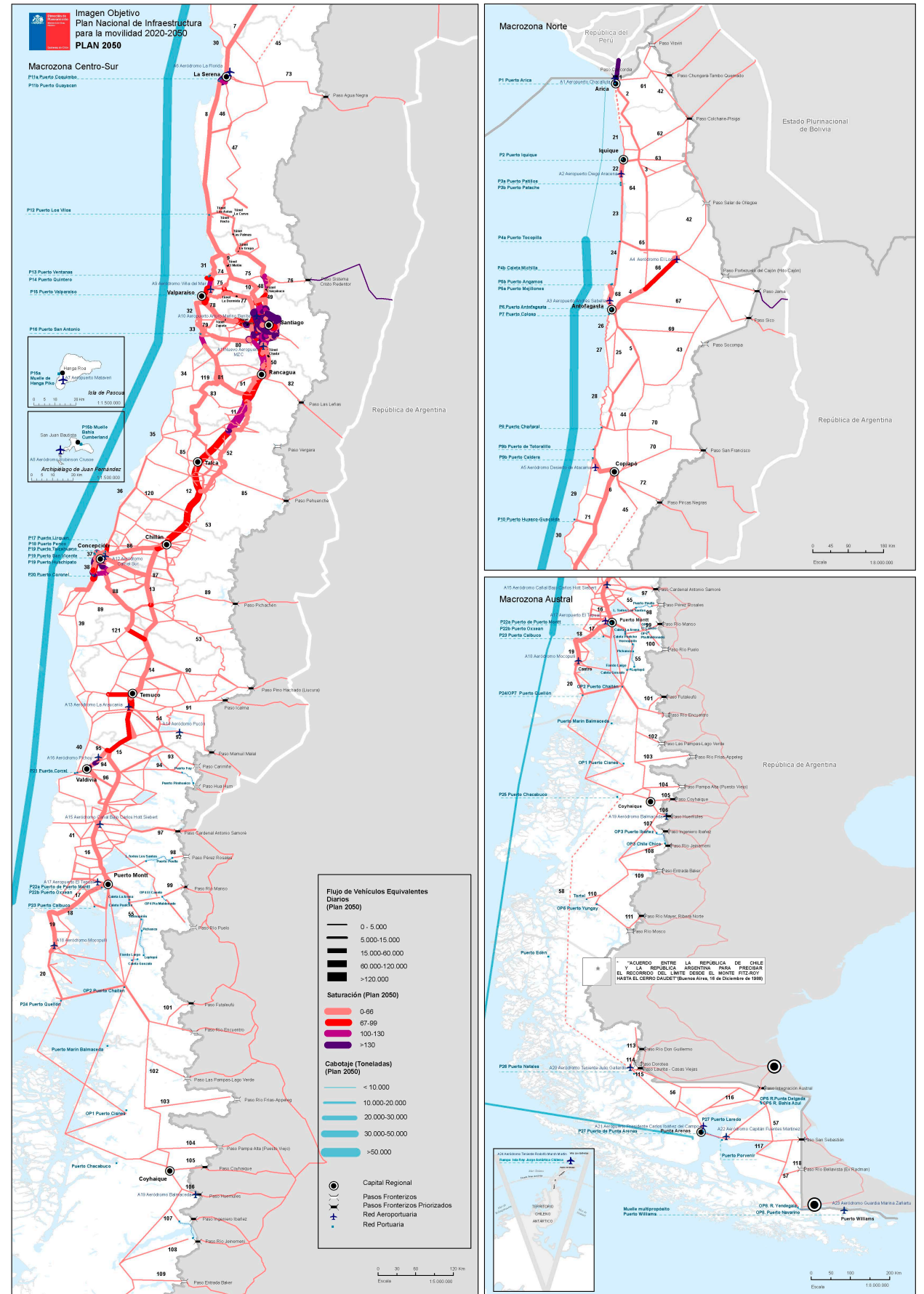
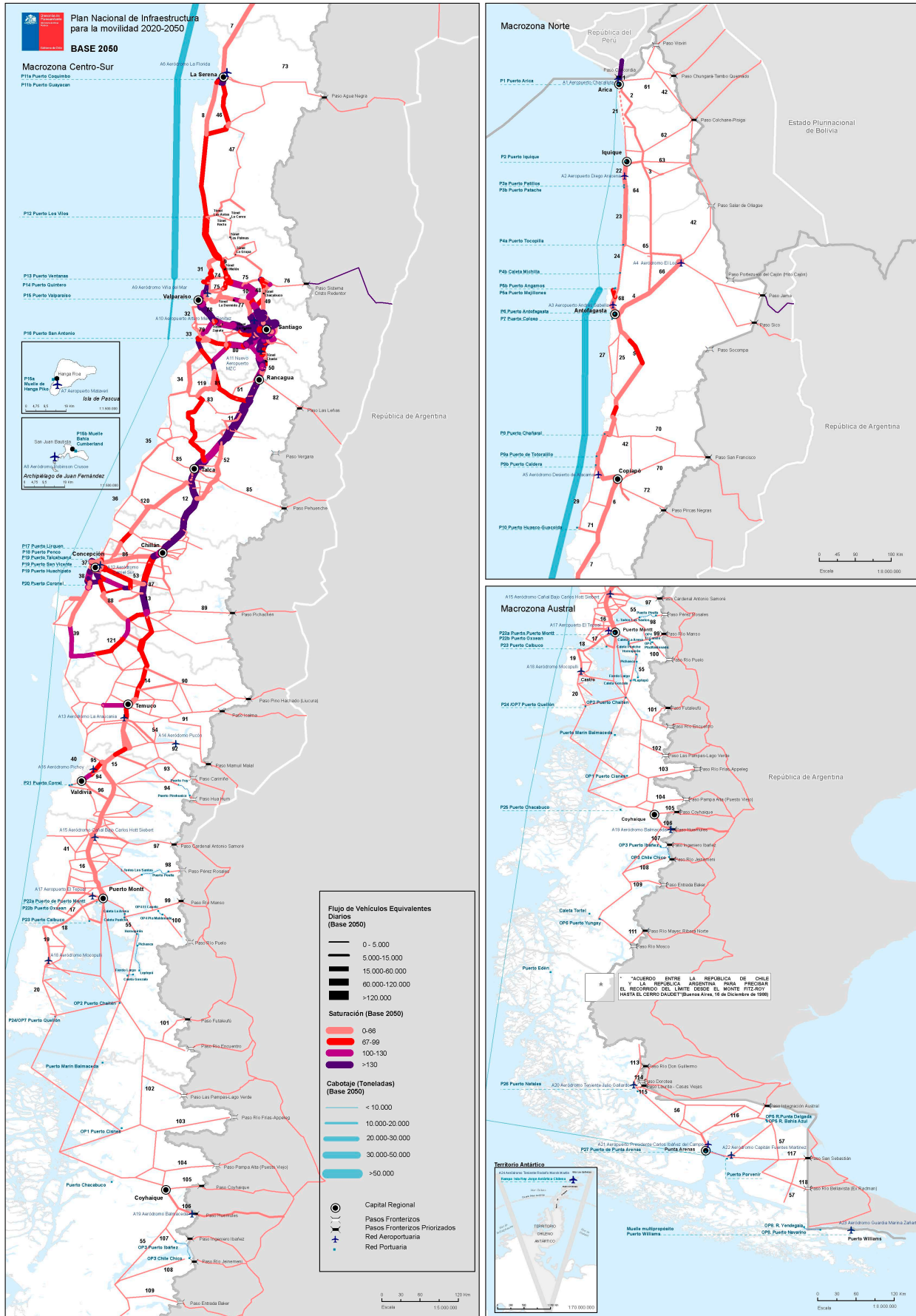
e. Ductos

El Plan considera los ductos existentes y su potencial aumento de capacidad para satisfacer la demanda futura, y no se han considerado nuevos trazados.

Mapa 2: Comparación de flujo y saturación de la red vial para el año 2050, sin Plan y con Plan

BASE 2050

PLAN 2050



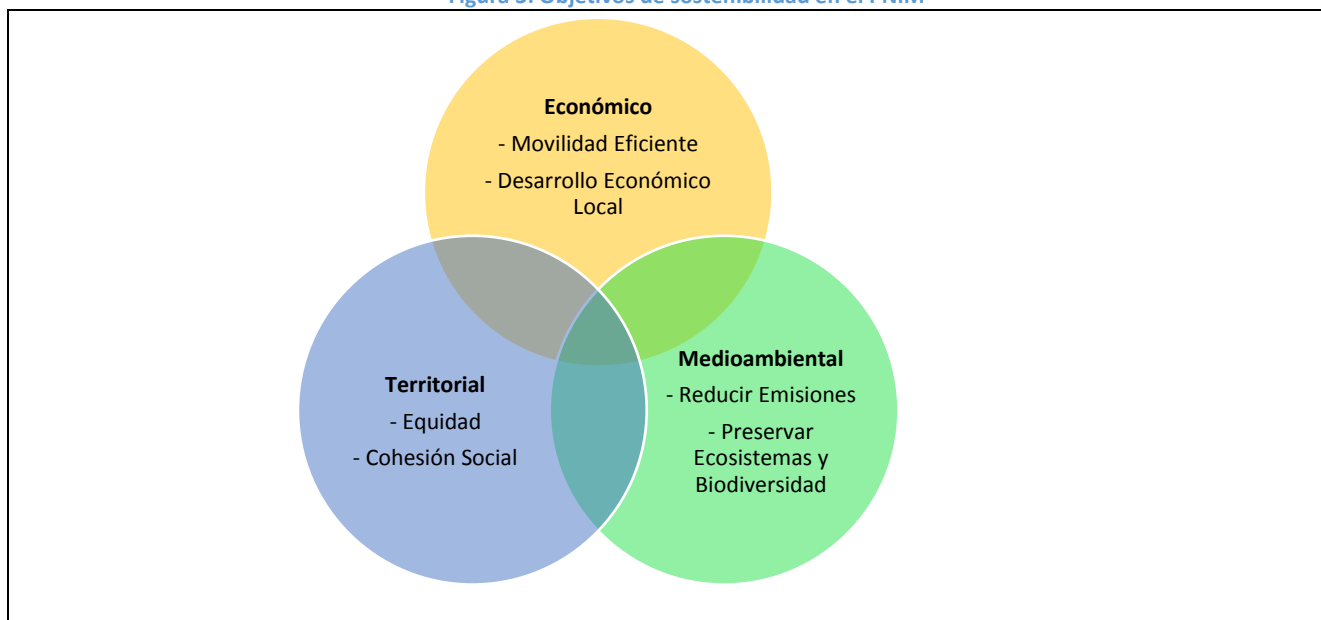
4 Evaluación

4.1 Introducción

El Plan reconoce en su formulación que la movilidad es una condición determinante para el desarrollo económico. Sin embargo, el largo tiempo de vida y las amplias consecuencias espaciales de la infraestructura motivan que los proyectos que componen y determinan las inversiones contempladas generen externalidades tanto positivas como negativas que son difíciles de capturar y manejar. En este contexto, se propone la necesidad de un enfoque sostenible de manera de evaluar los efectos multidimensionales del Plan en su fase de planificación estratégica.

En el informe “Apoyo a la incorporación de criterios de sostenibilidad en documentos estratégicos en materia de sostenibilidad del Ministerio de Obras Públicas” (2020) realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se identifican un conjunto de criterios de sostenibilidad para ser considerados en la fase de planificación estratégica del Plan. Esto se hace a través de una aproximación jerárquica, a partir de la comprensión de los principios generales de sostenibilidad, para luego avanzar hacia objetivos de sostenibilidad específicos de transporte y para finalmente sugerir un conjunto de medidas de desempeño específicas que se podrían utilizar para comparar alternativas y medir avances. Ver Apéndice D.

Figura 3: Objetivos de sostenibilidad en el PNIM



Fuente: BID (2019) Apoyo a la incorporación de criterios de sostenibilidad en documentos estratégicos en materia de sostenibilidad del Ministerio de Obras Públicas

La Organización de las Naciones Unidas define al transporte sostenible como *“la prestación de servicios e infraestructura para la movilidad de personas y bienes – avanzando en el desarrollo económico y social para beneficiar a las generaciones actuales y futuras – de manera segura, asequible, accesible, eficiente y resiliente,*

al mismo tiempo que minimiza el carbono emitido y otras emisiones e impactos ambientales” (UN, 2016¹⁴). En esta definición se reconocen tres dimensiones del desarrollo sostenible: la economía, el medio ambiente y la sociedad (Brundtland 1987). Todos los pilares tienen la misma importancia, están vinculados entre sí y son interdependientes. Por lo tanto, la infraestructura para la movilidad sostenible debe equilibrar objetivos económicos, sociales y ambientales.

Para cada una de estas tres dimensiones se definieron objetivos y medidas de desempeño que fueron recomendadas en el trabajo de consultoría con el BID. En la Figura 3 se observa el esquema que resume los objetivos de la sostenibilidad aplicadas al transporte.

4.2 Eficiencia económica

En esta dimensión el objetivo es asegurar que el sistema de movilidad sea eficiente, promueva el desarrollo económico, mediante la implementación de servicios de infraestructura que lo faciliten. Para medir la eficiencia económica se utilizó la relación costo-beneficio, medido como la rentabilidad social del Plan, y también el aumento de la carga y los pasajeros transportados, medido como las toneladas kilómetros y los pasajeros kilómetros bajo la situación con y sin Plan.

- Rentabilidad Social

Para evaluar la eficiencia del plan de movilidad se utilizó el análisis de costo-beneficio, en este análisis se emplearon precios sociales en la valoración de beneficios y costos según las instrucciones del Ministerio de Desarrollo Social y Familia¹⁵. Los precios sociales permiten disponer de valores que reflejan el verdadero beneficio o costo para la sociedad de utilizar unidades adicionales de recursos durante la ejecución y operación de un proyecto de inversión. Para realizar el análisis costo-beneficio, se consideró que el costo es equivalente a la inversión en el periodo 2020-2050 y los beneficios son el ahorro de tiempo¹⁶. La suma de los beneficios se compara con el costo de inversión, lo que determina la rentabilidad social. Este análisis se utilizó para evaluar proyectos de competencia del MOP- vialidad y aeropuertos (Apéndice C).

La Tabla 6 y Tabla 7 resumen la evaluación social de la vialidad y de los aeropuertos, respectivamente. Se observa que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es alta debido al estado de la base comparativa, la cual se encuentra para el año 2050 muy congestionada¹⁷. En vialidad los costos unitarios varían por tipo de infraestructura vial siendo las orbitales las más caras, con un costo de US\$ 5,8 millones por km, pero generando

¹⁴ United Nations (2016) Mobilizing Sustainable Transport for Development. Analysis and Policy Recommendation from the United Nations Secretary-General’s High-Level Advisory Group on Sustainable Transport

¹⁵ Ver “Precios Sociales Vigentes Año 2020”, Ministerio de Desarrollo Social, 2020

¹⁶ No se incluyó el ahorro en el costo monetario de transporte, porque no varía mayormente y es difícil separar de la constante modal que incorpora la comodidad y seguridad del modo en cuestión.

¹⁷ Además, el método utilizado en la evaluación del Plan considera el efecto de red y no es solo por proyecto, contabilizando también la demanda inducida en cada tramo. La principal diferencia del método empleado con la evaluación tradicional es que en la evaluación tradicional la demanda es fija (misma cantidad de viajes) y experimenta ahorro de recursos. Mientras que en el método utilizado se considera que, frente a una mayor oferta de la red global, la cantidad demandada de viajes es mayor

una alta rentabilidad social. En contraste los longitudinales costeros e interior cuestan de US\$ 1,4 a 0,65 millones por km con una rentabilidad social entre el 12,8 y el 41,6%.

Tabla 6: Resumen de evaluación económica por tipo de Infraestructura vial (MMUS\$)

Tipo de Vialidad	Inversión Precios de Mercado MMUS\$	Inversión Precios Sociales MMUS\$	Beneficios netos actualizados MMUS\$	Tasa Interna de retorno TIR	Longitud km	Costo MM US\$/km
Longitudinal Central	10.820	8.440	61.972	45,7%	3.260	3,32
Longitudinal Costero	2.974	2.320	3.550	12,8%	2.105	1,41
Longitudinal Interior	4.269	3.330	22.039	41,6%	6.520	0,65
Transversales	11.082	8.644	25.174	21,1%	6.479	1,71
Longitudinal intermedio	1.535	1.197	4.463	27,1%	776	1,98
Orbitales	3.531	2.755	15.113	60,1%	612	5,77
Total Vialidad	34.212	26.686	132.311	35,0%	19.752	1,73

Fuente: Elaboración propia. Nota: la TIR está calculada con la inversión y los beneficios a precios sociales

Los resultados de la evaluación de aeropuertos incluyen una primera aproximación de implementación de un segundo aeropuerto internacional en la Macrozona Centro.

Tabla 7: Resumen de evaluación económica de aeropuertos (MMUS\$)

Aeropuertos	Superficie m2	Inversión Precios de Mercado MMUS\$	Inversión Precios Sociales MMUS\$	Beneficios MMUS\$	TIR
País	1.072.483	3.969	3.096	31.556	62%

Fuente: Elaboración propia. Nota: Los costos de inversión son algo diferentes de los estimados por la DAP ya que incluye el nuevo aeropuerto en la Macrozona Central estimado en US\$1.170 millones.

La rentabilidad de las otras infraestructuras – puertos y ferrocarriles – no se incluyen ya que forman parte de las carteras de las empresas públicas en el caso de los puertos y del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y de la Empresa de Ferrocarriles del Estado, en el caso de los ferrocarriles.

- Aumento de la carga transportada y de la movilidad de pasajeros

Otro objetivo vinculado a la planificación estratégica desde la dimensión de eficiencia económica es el desarrollo de la economía local. En este contexto y a partir de la relación entre aumento de la movilidad y crecimiento económico, se ha seleccionado el indicador aumento de la carga y de pasajeros transportados, comparando las toneladas kilómetros y los pasajeros kilómetros bajo la situación base (sin Plan) y la situación con Plan. En la Tabla 8 se muestran las toneladas kilómetro y pasajeros kilómetros para las dos situaciones y en los distintos cortes de tiempo. Según las estimaciones, para el año 2050, la red estratégica llegaría a transportar cerca de 197.000 millones de ton-km y 476.000 millones de pax-km con la implementación del Plan.

Tabla 8: Indicadores de movilidad de la carga y pasajeros transportados 2017-2050

Unidad	2017 Base	2050 Plan
MM (ton-km)	70.000	197.000
MM (pax-km)	246.000	476.000

Fuente: Elaboración propia

4.3 Equidad territorial

En la dimensión territorial, el objetivo del Plan es aumentar las oportunidades a través de la movilidad mediante la provisión de una infraestructura equitativa, que mejore la cohesión social entre los territorios. Para medir mejoras en la equidad territorial se analizó la distribución territorial de inversiones y beneficios con la implementación del Plan. La distribución de los beneficios corresponde a la valoración económica por el ahorro del tiempo en cada macrozona. Adicionalmente, para medir la incidencia del Plan respecto a la equidad en el acceso a la infraestructura, se analizó la distribución geográfica de ésta con el Plan, por lo que se emplearon índices de concentración (Gini y Theil) para medir cambios en la distribución del stock de infraestructura.

- Distribución de inversiones y beneficios

Se identifican los beneficios y las inversiones por macrozona, y se verifica la distribución de ambos. El indicador a utilizar es el beneficio neto actualizado (BNA), el cual se presenta en la Tabla 9 y las inversiones en la Tabla 10: Inversión por macrozona y tipo de Infraestructura vial (MMUS\$) de acuerdo al territorio y tipo de infraestructura vial. Se observa que la mayor parte de los beneficios y las inversiones viales se concentran en la Macrozona Centro, sin embargo, es la que presenta la mayor población. Cuando se analiza a nivel per cápita, se identifica que los mayores beneficios se encuentran en las Macrozonas Centro y Austral y las mayores inversiones en las Macrozonas Norte y Austral (ver Gráfico 7).

Es interesante notar que los beneficios netos de la Macrozona Norte son relativamente bajos debido a que la capacidad de la red actual tiene suficiente holgura como para acomodar el tráfico futuro sin llegar a los niveles de congestión de las macrozonas Centro y Sur. Aunque los beneficios netos en las macrozonas Norte y Austral son relativamente bajos, sus inversiones se justifican por el aumento de resiliencia y conectividad a las áreas extremas, que no solo ayudan a la cohesión social sino también promueven el turismo.

Tabla 9: Beneficio Neto Actualizado (BNA) por macrozona y tipo de Infraestructura vial (MMUS\$)

Corredores	Norte	Centro	Sur	Austral	Total País
Central	1.785	45.800	14.387	0	61.972
Costero	49	1.214	2.287	0	3.550
Interior	419	18.998	795	1.827	22.039
Transversal	803	19.105	5.109	62	25.078
Intermedio	0	1.667	2.795	0	4.463
Orbitales/Bypass	0	14.811	302	0	15.113
Total BNA	3.056	101.595	25.674	1.890	132.215
% del beneficio	2,3%	76,8%	19,4%	1,4%	100,0%
Inversión Precios Mercado	5.819	15.470	11.065	1.859	34.212
% de la Inversión	17%	45%	32%	5%	100%
Población 2050	2.011.000	16.209.000	5.750.000	363.000	24.333.000
% de población	8%	67%	24%	1%	100%

Fuente: Elaboración propia (1) solo los orbitales se evalúan ya que los bypass están incorporados en los corredores correspondientes

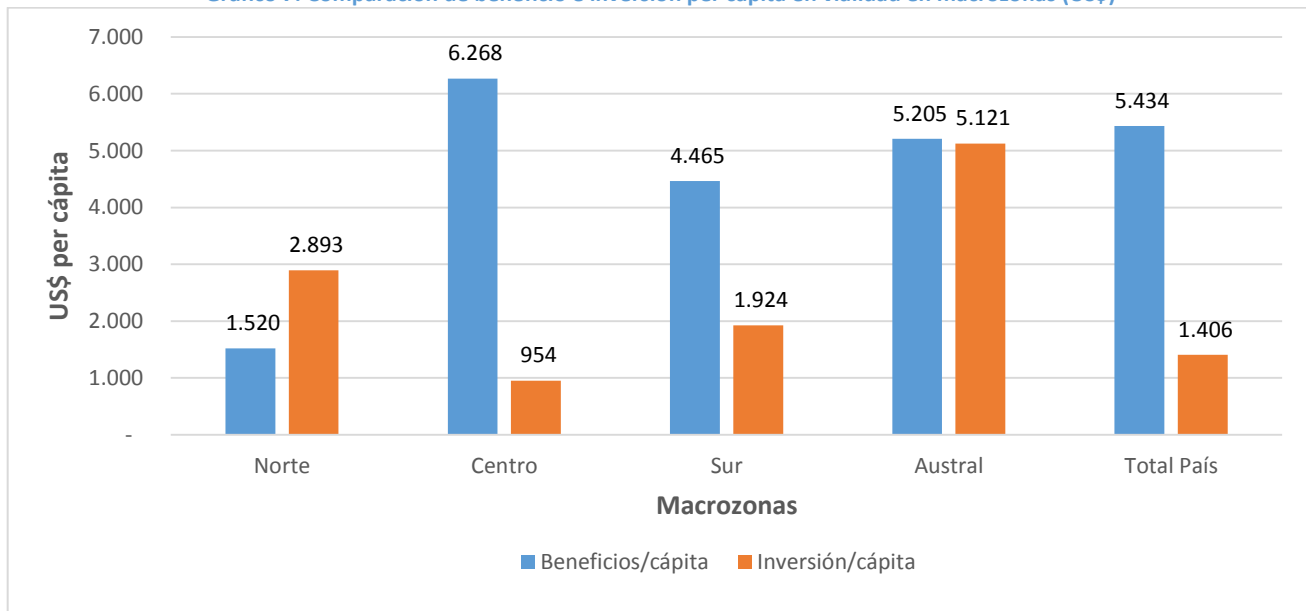
Tabla 10: Inversión por macrozona y tipo de Infraestructura vial (MMUS\$)

Corredores	Norte	Centro	Sur	Austral	Total
Central	2.817	2.623	5.380	-	10.820
Costero	1.060	772	1.142	-	2.974
Interior	753	1.812	799	905	4.269
Intermedio	-	1.209	326	-	1.535
Transversal	873	6.901	2.414	894	11.082
Orbitales	315	2.152	1.004	60	3.531
Total	5.819	15.470	11.065	1.859	34.212
% de Inversión	17%	45%	32%	5%	100%
Población 2050	2.011.000	16.209.000	5.750.000	363.000	24.333.000
% de población	8%	67%	24%	1%	100%

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver en el Gráfico 7 que a nivel nacional los beneficios son muy superiores a la inversión cuando se analiza a nivel per cápita. Los mayores beneficios están en las macrozonas Sur, Centro y Austral. En cuanto a la distribución de inversiones per cápita estas se concentran en las macrozonas Austral y Norte.

Gráfico 7: Comparación de beneficio e inversión per cápita en vialidad en macrozonas (US\$)



Fuente: Elaboración propia

En el caso de infraestructura aeroportuaria se analizaron los resultados de la evaluación social por macrozona (Tabla 11). Específicamente se evidencia que los Beneficios Netos Actualizados y las Tasa Internas de Retorno (TIR) son altos ya que la congestión de los aeropuertos es alta en la situación Base sin Plan. La mayor inversión se concentra en la Macrozona Centro, por la construcción del nuevo aeropuerto. Sin embargo, cuando los beneficios e inversiones se analizan a nivel per cápita (Tabla 12 y Gráfico 8) se identifica que las inversiones y beneficios se localizan en las macrozonas Austral y Norte, ya que debido a las largas distancias desde esas áreas los viajes aéreos generan gran beneficio en ahorro de tiempo.

Tabla 11: Resultado de la evaluación social de los aeropuertos en macrozonas (MMUS\$)

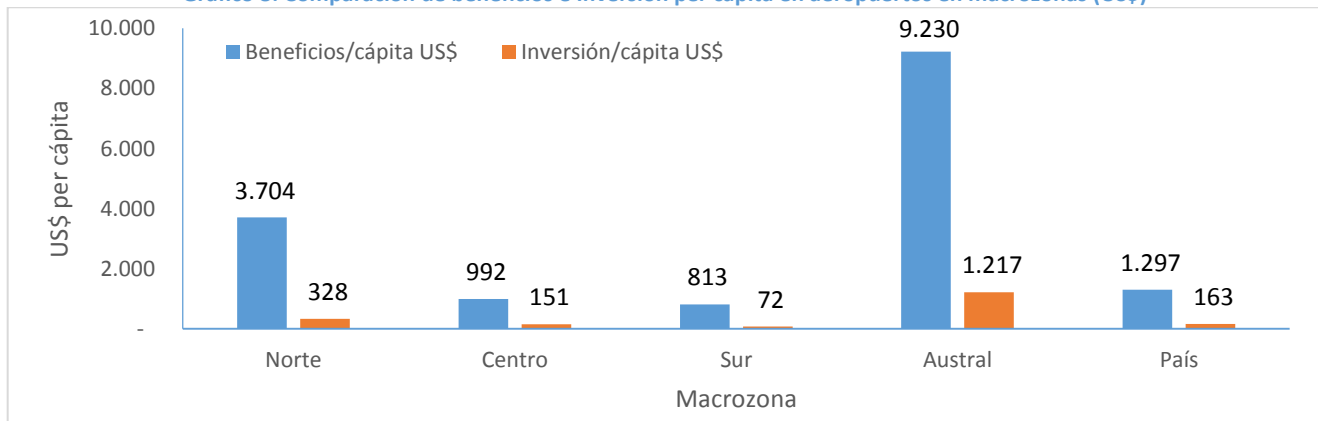
Aeropuertos	Superficie Terminal m2	Inversión Precios de Mercado MMUS\$	Inversión Precios Sociales MMUS\$	Beneficios MMUS\$	TIR
Norte	210.100	660	515	7.450	80%
Centro	671.923	2.455	1.915	16.084	52%
Sur	150.560	412	321	4.672	90%
Austral	62.400	442	345	3.351	63%
País	1.072.483	3.969	3.096	31.556	62%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Inversión y beneficios per cápita en macrozonas (MMUS\$)

Macrozonas	Norte	Centro	Sur	Austral	País
Beneficios/cápita US\$	3.704	992	813	9.230	1.297
Inversión/cápita US\$	328	151	72	1.217	163

Gráfico 8: Comparación de beneficios e Inversión per cápita en aeropuertos en macrozonas (US\$)



Fuente: Elaboración propia

- Distribución de la infraestructura

Existe un amplio consenso sobre el papel de la infraestructura como un medio para comprender las disparidades regionales (Munnell, 1990¹⁸). El principal argumento ha sido que las diferencias en el stock de infraestructura entre regiones es la base para identificar diferencias en la productividad (Biehl, 1991¹⁹). Adicionalmente, se argumenta que la inversión en infraestructura tiene efecto multiplicador que facilita el desarrollo de actividades económicas (Deng, 2013²⁰). Estas ideas son compartidas por el Banco Mundial (2009), quien sostiene que la infraestructura es un elemento clave para cualquier estrategia de desarrollo territorial,

¹⁸ MUNNELL, A. H. How does public infrastructure affect regional economic performance. **New England Economic Review**, v. 6, n. 4, p. 11-32, 1990.

¹⁹ BIEHL, D. The role of infrastructure in regional development. In: VICKERMAN, R. W. (Ed.). **Infrastructure and regional development**. London: Pion, 1991.

²⁰ DENG, T. Impacts of Transport Infrastructure on Productivity and Economic Growth: Recent Advances and Research Challenge. **Transport Review**, v. 33, n. 6, p. 686-699, 2013.

facilitando la integración económica y reduciendo desequilibrios entre los líderes y las regiones rezagadas (World Bank, 2009²¹).

En este contexto, se analiza el stock de infraestructura con y sin el Plan, el indicador utilizado es densidad vial (km/km²), que corresponde al coeficiente entre kilómetros pavimentados y superficie a nivel regional. Para medir la distribución de la densidad vial, se utilizaron dos índices (Gini y Theil²²), el primero varía de 0 (bien distribuida) a 1 (mal distribuida) y el segundo, es un índice de desigualdad donde más cercano a 0 indica que menos concentrada está la distribución. En la Tabla 13 se muestran los coeficientes de densidad vial a nivel regional, considerando los escenarios con y sin Plan. Como se puede ver, ambos índices de equidad en la distribución disminuyen cuando el Plan es implementado, es decir, la distribución de la infraestructura mejora en el escenario con Plan.

Tabla 13: Distribución de infraestructura vial, antes y después de implementar el Plan

Región	Densidad Vial Ex Ante PNIM	Densidad Vial Ex Post PNIM
Arica y Parinacota	0,009	0,051
Tarapacá	0,021	0,032
Antofagasta	0,092	0,133
Atacama	0,013	0,031
Coquimbo	0,704	0,998
Valparaíso	0,055	0,062
Metropolitana de Santiago	0,038	0,04
Del Libertado Bdo. O'Higgins	0,04	0,048
Del Maule	0,006	0,039
Ñuble	0,022	0,032
Del Biobío	0,04	0,051
De La Araucanía	0,04	0,048
De Los Ríos	0,033	0,061
De Los Lagos	0,024	0,037
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	0,004	0,018
Magallanes y de la Antártica Chilena	0,005	0,016
Índice de Gini	0,7	0,6
Índice de Theil	1,2	1

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Impacto ambiental

En la dimensión ambiental, el objetivo es proteger y mejorar ecosistemas y funciones ecológicas en el ciclo de vida del sistema de movilidad, además de reducir la emisión de contaminantes y gases efectos invernadero. La infraestructura de transporte puede contribuir a preservar el entorno, además de avanzar en un desarrollo con bajas emisiones. Sin embargo, también puede interactuar de forma negativa con el medioambiente, contribuyendo a su deterioro, fomentando rápidos cambios en el uso del suelo, contaminación, y pérdida de

²¹ WORLD BANK. **World Development Report 2009**. Reshaping Economic Geography. Washington: World Bank, 2009.

²² Los índices de Gini y Theil en este análisis no se relacionan, de ninguna manera, con la distribución de ingresos. Estos índices permiten analizar la distribución o concentración de una variable, por lo tanto, permite un rápida comparación y fácil interpretación.

recursos naturales. Para medir estos efectos se han seleccionado dos indicadores relevantes: emisiones de dióxido de carbono y áreas protegidas que se ven influenciadas por los nuevos proyectos.

- Emisiones de dióxido de carbono (CO2)

Para estimar las emisiones de CO2, se midieron las emisiones de carbono para el escenario base y con Plan, las estimaciones fueron por corte temporal y modo de transporte²³ (Apéndice D). Para ambas situaciones se generaron dos escenarios de reducción de emisiones contaminantes los cuales incluyen medidas de carácter regulatorio y de penetración de tecnología limpia. En la Tabla 14 se muestra un resumen de éstas.

El escenario Bajo Carbono se encuentra alineado con las políticas de carbono neutralidad de Chile²⁴, las que se especifican en el Proyecto Ley Marco de Cambio Climático. El Artículo 4° del mismo establece como meta que al año 2050 se deberá alcanzar la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero. Por otro lado, el escenario Conservador considera una adopción tardía o con menor penetración de las medidas de reducción de emisiones en el sector transporte, comparada con aquellas adoptadas en el caso más ambicioso de neutralidad al 2050.

Tabla 14: Escenarios analizados: Bajo en Carbono y Conservador

Modos	Escenario Bajo Carbono	Escenario Conservador
Transporte Vial	Implementación norma EURO 6/VI en Chile el 2023 junto con una penetración de electromovilidad designada por un 100% de transporte público eléctrico para el 2040 y un 50% de vehículos privados para el 2050, además de un 50% de camiones pesados a hidrógeno también para el año 2050.	Implementación norma EURO 6/VI en Chile el 2030 junto con una penetración de electromovilidad designada por un 100% de transporte público eléctrico para el 2040 y un 30% de vehículos privados para el 2050, además de un 10% de camiones pesados a hidrógeno también para el año 2050.
Transporte Marítimo	Contenido de azufre de 0,5% para combustible de motores principales al año 2020. Aumento del tamaño de las embarcaciones en 45%	Contenido de azufre de 0,5% para combustible de motores principales al año 2023. Aumento del tamaño de las embarcaciones en 15%
Transporte Aéreo	Recambio acelerado de flota incorporando un mayor número de aviones nuevos a la flota y disminuyendo la participación de aviones más antiguos. Además, se considera un factor de ocupación ²⁵ creciente con una variación de 15 puntos porcentuales en el período 2020-2050.	Recambio paulatino de flota incorporando de forma más conservadora los nuevos modelos de avión y reduciendo la salida de aviones más antiguos. Con respecto al factor de ocupación se mantiene constante durante el periodo 2020-2050.
Ferrocarriles	Crecimiento lineal de la participación de locomotoras eléctricas en el área de transporte de pasajeros hasta el 100% y al 20% de la carga para el año 2050.	Crecimiento nulo de la participación de locomotoras eléctricas en el área de transporte de pasajero y carga hasta el año 2050.

Fuente: Osnes Mauricio (2019) Consultoría para la cuantificación de emisiones del Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020-2050 de Chile. Banco Interamericano de Desarrollo. (BID)

Los distintos escenarios, con sus respectivas medidas, han sido modelados para cuatro cortes temporales (2020, 2030, 2040, 2050), para determinar la composición de las flotas de transporte en cada uno de los modos de análisis estimados por el modelo de transporte:

²³ Maquinaria fuera de ruta y movimientos internacionales no se incluyen en el presente análisis.

²⁴ Neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero: estado de equilibrio entre las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero antropógenas en un periodo específico, considerando que las emisiones son iguales o menores a las absorciones

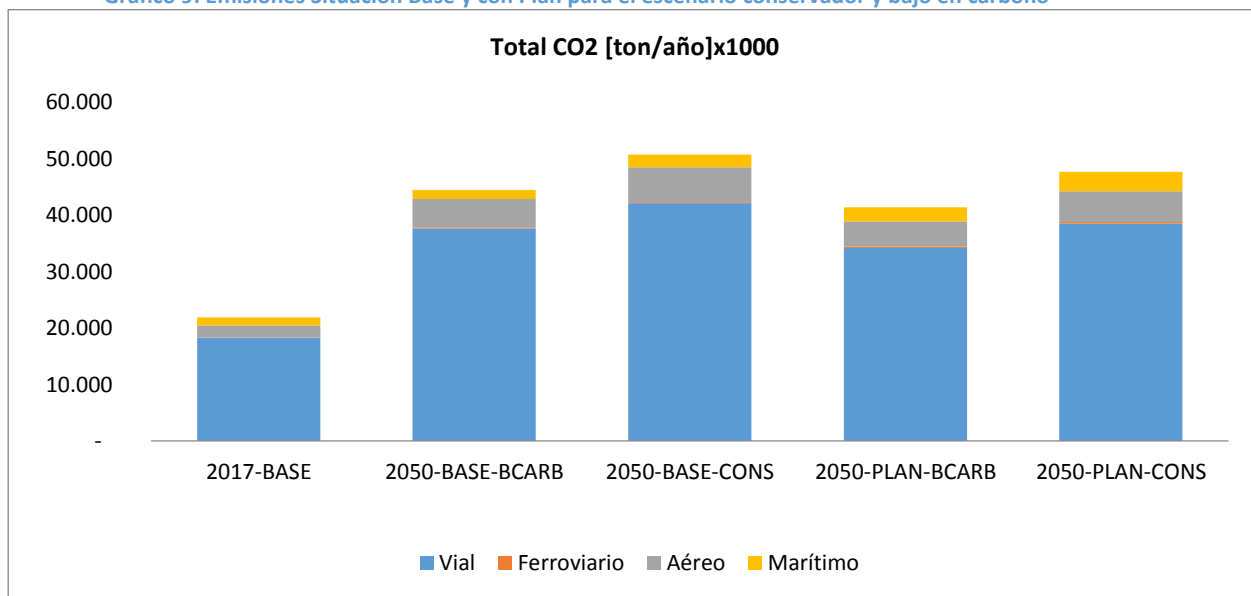
²⁵ Indicador que muestra la proporción de la capacidad total de los aviones que realmente se está utilizando, producto de no vender todos los asientos.

- Transporte vial interzonal e intrazonal: vehículos livianos (VL), buses (BUS), camiones de dos ejes (C2E), camiones de más de dos ejes (CM2).
- Transporte aéreo: desplazamientos sobre 3.000 pies de altura Crucero (Climb, Cruise, Descent, CCD); maniobras bajo 3.000 pies y en tierra Despegue y Aterrizaje (Landing, Take-Off, LTO); ambos para la movilidad de pasajeros.
- Transporte marítimo: desplazamientos en océano, maniobras en puerto, ambas para movilidad de carga.
- Transporte ferroviario: movilidad de pasajeros, movilidad de carga.

Realizando el producto entre los niveles de actividad proporcionados por el modelo de transporte y los factores de emisión de ambos escenarios, se generan los resultados de emisiones por contaminante en toneladas/año para cada caso. La Tabla 15 y el Gráfico 9 muestran los resultados para las emisiones de dióxido de carbono. Considerando que las emisiones del año 2017 son muy similares para los dos escenarios propuestos, se procede a utilizar el promedio entre ambos.

Los resultados demuestran que a nivel país al 2050 la situación con Plan produce cerca de un 7% menos de emisiones de dióxido de carbono en comparación a la situación base en el escenario de Bajo Carbono, y un 6% menos en el escenario Conservador.

Gráfico 9: Emisiones Situación Base y con Plan para el escenario conservador y bajo en carbono



Fuente: Osse Mauricio (2019) Consultoría para la cuantificación de emisiones del Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020-2050 de Chile. Banco Interamericano de Desarrollo. (BID)

Tabla 15: Estimación de emisiones del Plan para el escenario conservador y bajo en carbono

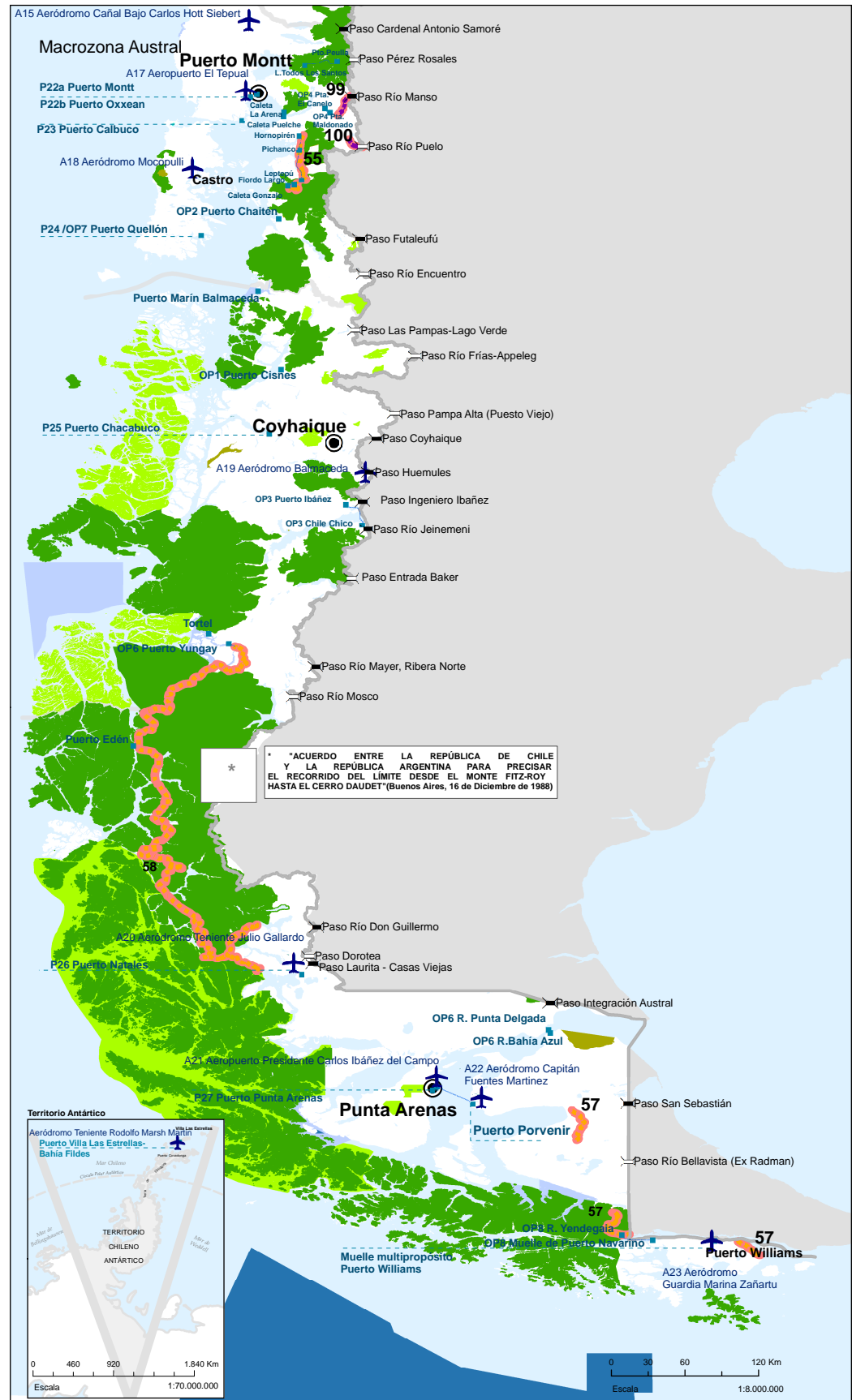
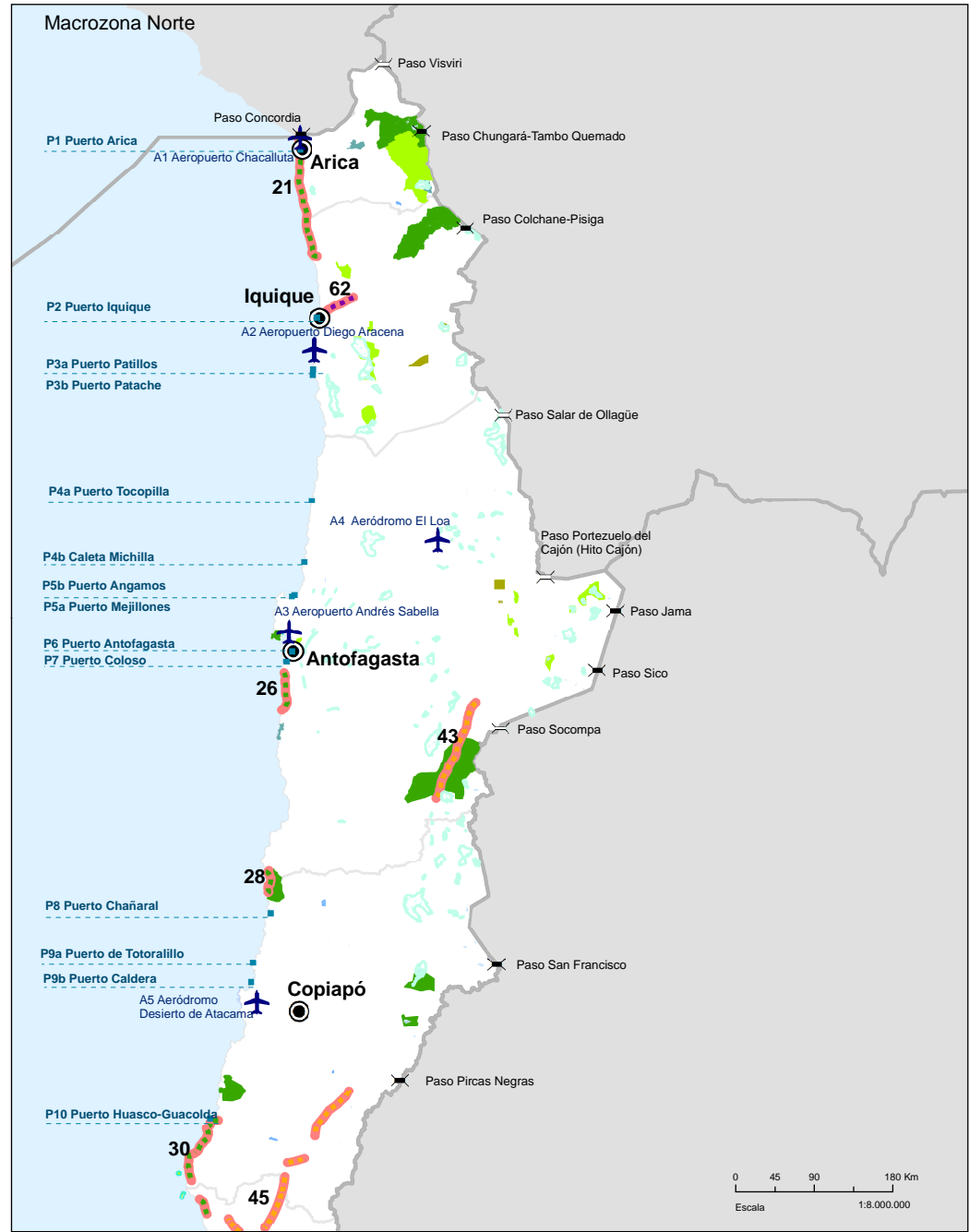
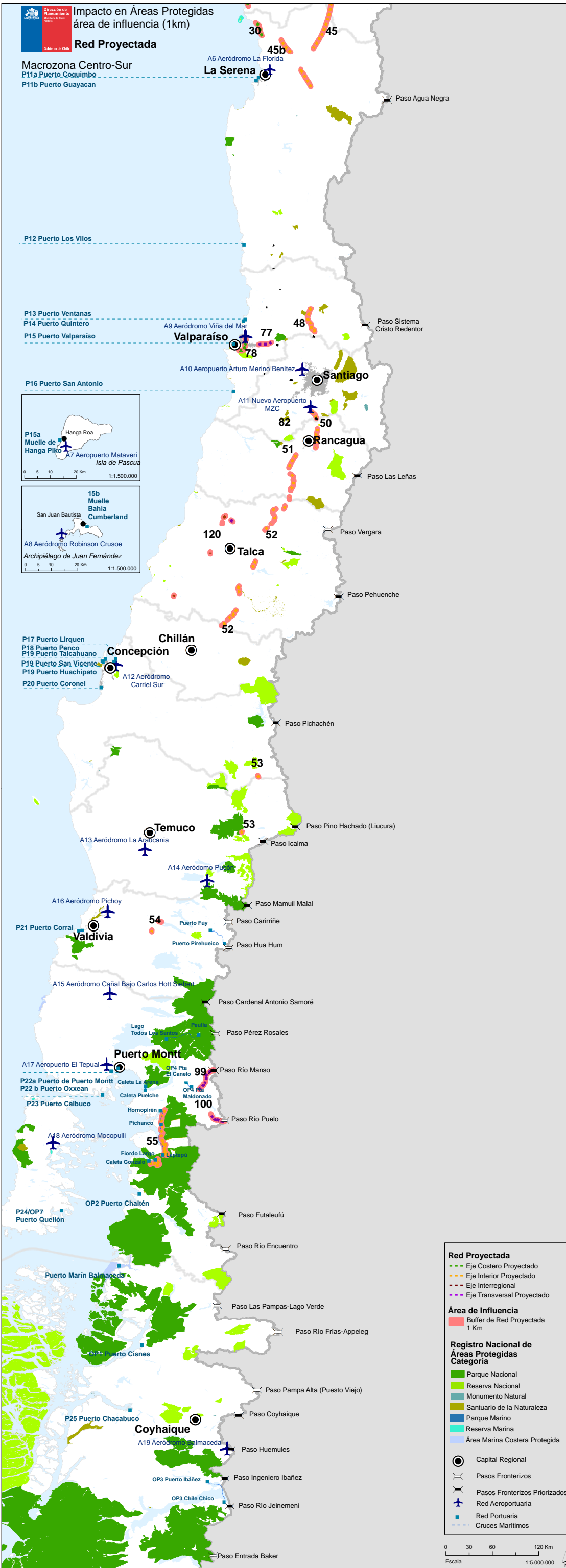
Categoría		2017		2050			
		Base		Base		Plan	
				Bajo Carbono	Conservador	Bajo Carbono	Conservador
Vial	Interzonal	VL	7.150	17.626	20.151	15.889	18.349
		BUS	2.238	991	1.055	724	777
		C2E	939	1.830	1.992	1.894	2.056
		CM2	2.437	5.971	6.534	4.441	4.886
	Intrazonal	VL	4.055	9.140	10.122	9.140	10.122
		BUS	1.078	951	977	951	977
		C2E	373	1.177	1.323	1.177	1.323
		CM2	-	-	-	-	-
	Total Vial		18.269	37.687	42.153	34.217	38.491
	Ferrocarriles	Carga	28	101	114	177	198
Pasajeros		23	17	34	42	85	
Total Ferroviario		50	118	147	219	283	
Aéreo	Crucero (CCD)	1.591	3.608	4.407	3.274	3.999	
	Despegue y Aterrizaje (LTO)	551	1.461	1.762	1.202	1.450	
	Total Aéreo	2.142	5.068	6.169	4.476	5.449	
Marítimo	Océano	1.048	1.279	1.888	1.235	1.824	
	Maniobras + Puerto	369	300	401	1.252	1.672	
	Total Marítimo	1.417	1.579	2.289	2.487	3.496	
Total País		21.878	44.452	50.759	41.399	47.719	

Fuente: Osses Mauricio (2019) Consultoría para la cuantificación de emisiones del Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020-2050 de Chile. Banco Interamericano de Desarrollo. (BID)

- Impacto de nuevos proyectos en áreas protegidas

Un segundo indicador ambiental está relacionado con el objetivo ambiental de preservar ecosistemas y biodiversidad. Específicamente, el indicador estima la superficie que se podría ver afectada debido al desarrollo de nuevos proyectos que están contemplados en el Plan. En este sentido, el desafío es minimizar todos los impactos ambientales en aquellas áreas ricas en biodiversidad, para ello, el Plan sugiere desarrollar diseños viales acordes a las características naturales de los territorios. El Mapa 3 indica la cantidad de superficie protegida que se vería afectada con el desarrollo de nuevos proyectos.

Mapa 3. Impacto de iniciativas viales del Plan en áreas protegidas (Registro Nacional de Áreas Protegidas, RNAP)



Específicamente el área más afectada corresponde al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). A nivel nacional las áreas SNASPE corresponden a 101 unidades distribuidas a lo largo del país, las cuales cubren 14,5 millones de hectáreas (19,2% del territorio continental de Chile). Como se observa en la Tabla 16, todas las iniciativas del Plan afectarían 1.527 km² de SNASPE, lo cual representa el 1,1% de la superficie a nivel nacional. Estas áreas están protegidas por Ley con lo cual se sugiere profundizar en estudios de impacto ambiental con el objetivo de minimizar el impacto del Plan.

Tabla 16: Superficie comprometida por intervenciones viales nuevas del Plan

Tipos de zona/ Área influencia (1 km ²)	PLAN todas las iniciativas (km ²)	PLAN con Conectividad Aysén-Magallanes (km ²)	PLAN sin conectividad Aysén-Magallanes (km ²)
Parque Nacional	1.427,19	1.108,2	318,99
Reserva Nacional	26,37	0,47	25,9
Monumento Natural	0	0	0
Santuario Naturaleza	73,43	0	73,43
Áreas Privadas Protegidas	215,23	0	215,23
Reserva Marina	0	0	0
Parque Marino	0	0	0
Área Marina Costera	11,36	8,27	3,09
Reserva de Regiones Vírgenes	no existen declaradas		
Otras designaciones			
Ramsar ²⁶	0	0	0
Reserva de la Biosfera	526,59	95,2	431,39
Bien Nacional Protegido	0,03	0	0,03
Paisaje de Conservación	27,16	0	27,16
Sitio Prioritario ley 19.300	54,05	0	54,05
Sitio Prioritario Estrategia Regional de Biodiversidad	282,2	0	282,2
Total	2.643,61	1.212,14	1.431,47

Fuente: Registro Nacional de Áreas Protegidas y elaboración propia

Para completar el análisis se ha considerado un escenario en el cual no se ejecute el proyecto de conexión terrestre entre las regiones de Aysén y Magallanes, proyecto denominado Chile por Chile. Si este proyecto no se desarrolla, el área SNASPE que podría ser afectada por el Plan se reduciría en un 78% (Tabla 16), es decir, el área SNASPE afectada sería 418 Km², lo cual equivale al 0,3% del total nacional. Adicionalmente, se consideró la superficie boscosa que se vería afectada, básicamente porque dicha superficie cuenta con gran riqueza desde el punto de vista de la biodiversidad. Los resultados se presentan en la Tabla 17: Superficie de masa boscosa (Km²) comprometida por intervenciones nuevas del Plan e indican que mayores superficies de bosque nativo que podrían verse afectadas se localiza en las regiones de la macrozona Austral, principalmente con el desarrollo de la mejora en conectividades entre las regiones de Aysén y Magallanes.

²⁶ La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar, Irán, 1971), es un tratado intergubernamental cuya misión es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo. Chile suscribió la Convención sobre los Humedales –o Convención de Ramsar- y la promulgó como Ley de la República mediante el Decreto Supremo N° 771 del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el año 1981.

Tabla 17: Superficie de masa boscosa (Km2) comprometida por intervenciones nuevas del Plan

Región	Bosque Nativo	Bosque Mixto	Turbales	Campos de Hielo
Arica y Parinacota	0	0	0	0
Tarapacá	0	0	0	0
Antofagasta	0	0	0	0
Atacama	0	0	0	0
Coquimbo	0	0	0	0
Valparaíso	23,89	0	0	0
Metropolitana de Santiago	16,21	0	0	0
O'Higgins	45,06	0	0	0
Maule	21,03	1,54	0	0
Ñuble	1,47	1,69	0	0
Biobío	5,47	0	0	0
La Araucanía	7,3	0	0	0
Los Ríos	17,55	0,29	0	0
Los Lagos	181,65	8,6	0	0
Aysén	0	0	0	0
Magallanes y de la Antártica Chilena	48,65	0	25,5	0
Ruta Chile X Chile Aysén	100,55	0	27,12	0
Ruta Chile X Chile Magallanes	277,45	0	440,31	0,31
Total	468,83	12,12	52,62	

Fuente: Conaf y elaboración propia

Como ya se ha señalado, el Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020-2050 tiene por objetivo disponer de una infraestructura sostenible, que contribuya a un aumento del bienestar y calidad de vida de todos los chilenos, y con ello aportar a que el país pueda al año 2050 doblar el Producto Interno Bruto de Chile en la forma más económicamente eficiente y territorialmente equitativa con el mínimo impacto ambiental.

Los indicadores de sostenibilidad presentados demuestran que el Plan cumple con el objetivo propuesto, tomando en consideración todas las dimensiones que definen al desarrollo sostenible. En primer lugar, el Plan logra alcanzar altas tasas de rentabilidad social mediante el análisis costo-beneficio, además de aumentar el transporte de la carga y de los pasajeros en un 181% y 93% respectivamente al 2050. Segundo, el Plan distribuye los beneficios per cápita y la infraestructura de manera bastante equitativa entre las regiones, demostrándose que en un futuro con Plan se promueve una mayor equidad territorial. En cuanto a emisiones, el Plan al 2050 reduce las emisiones de dióxido de carbono en un 7% en el escenario bajo en carbono y en un 6% menos en el escenario Conservador. Finalmente, el Plan tendría una influencia reducida en las áreas protegidas del país, sin embargo, ante el desafío de promover infraestructura sostenible y con ello reducir el impacto ambiental en aquellas áreas ricas en biodiversidad es necesario generar estudios para definir nuevos trazados y/o implementar medidas ecoeficientes en los diseños.

El Plan cumple con el objetivo propuesto, tomando en consideración todas las dimensiones que definen al desarrollo sostenible, logrando alcanzar altas tasas de rentabilidad social, además de aumentar el transporte de la carga y de los pasajeros, distribuyendo los beneficios per cápita y la infraestructura de manera bastante equitativa entre las regiones, consiguiendo menos emisiones en comparación a la situación base y con bajo impacto en las áreas protegidas del país

4.5 Resiliencia de la red

Uno de los fundamentos del Plan, consiste en la propuesta de consolidación de tres grandes ejes viales longitudinales que permiten articular el territorio nacional bajo un concepto de resiliencia de la red vial. Esta situación, permite que frente a eventos de desastres sea posible contar con alternativas de rutas que permitan la movilidad de la población y la carga.

Análisis realizados por la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, referidos a la resiliencia de la red, han permitido contar con mediciones que indican la capacidad de respuesta de la red frente a eventos de desastres. De esta manera, es posible incluir dentro de la planificación de las inversiones futuras, los requerimientos para que la red sea más robusta.

Una red vulnerable representaría un costo neto para la sociedad imponiendo al usuario costos en términos de pérdida de tiempo, costos de operación adicionales u otros costos como resultado de demoras y desvíos. Por lo anterior, resulta imprescindible disponer de información sobre las zonas con posibles riesgos y peligros que puedan afectar a la infraestructura vial del país. A continuación, se muestran los resultados para la red vial del Plan.

En el “Estudio básico de catastro georeferenciado de riesgos y peligros naturales en la red vial” del Ministerio de Obras Públicas (2011) se identificaron las áreas de riesgos por fenómenos naturales, que comprometen a la red vial nacional a través de la sistematización y análisis de la información de dichos fenómenos que la han afectado en los últimos años. En este contexto, se ha considerado este estudio con el objetivo de identificar si la red vial propuesta en la imagen-objetivo cumple el objetivo de la resiliencia. (Apéndice E)

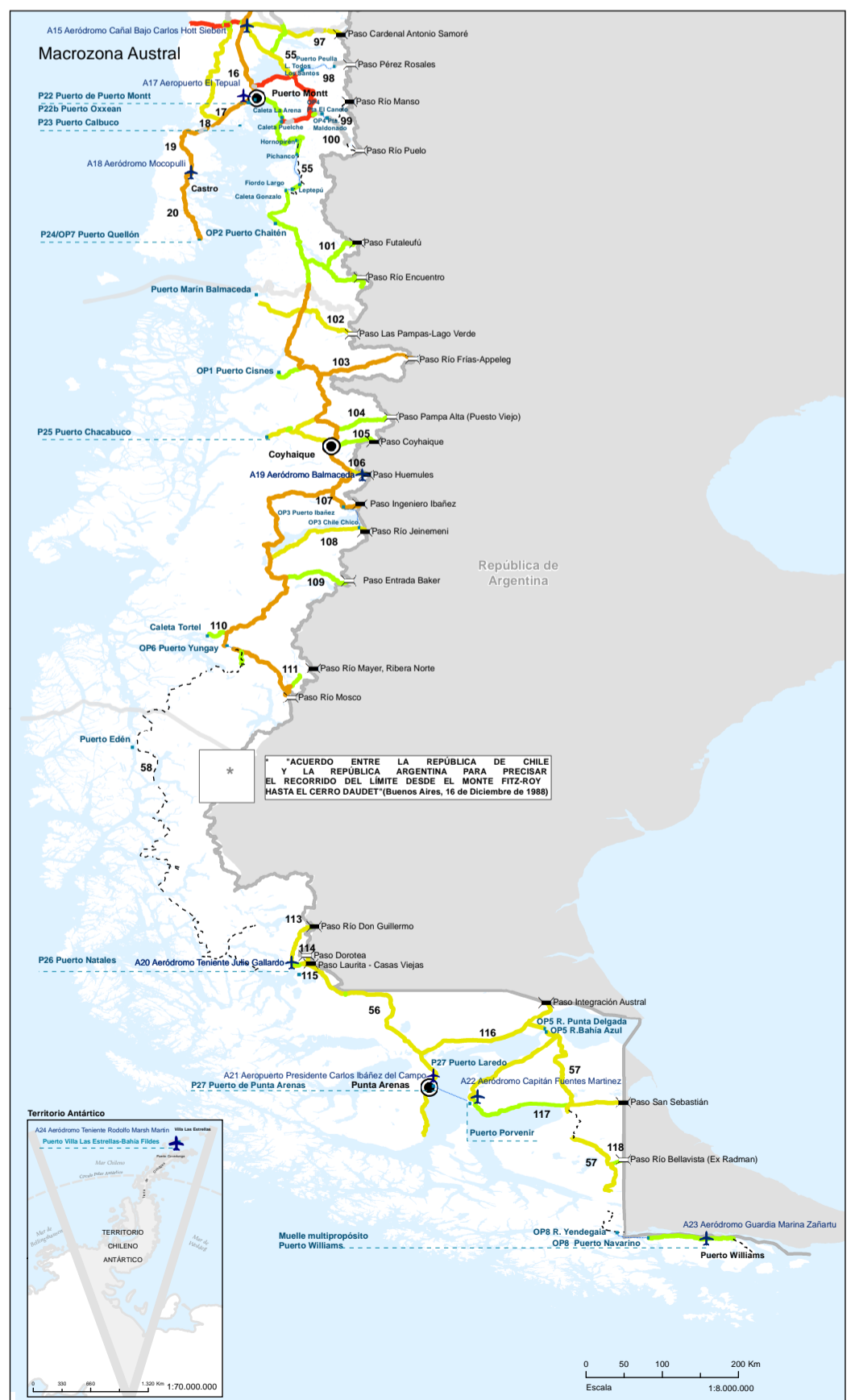
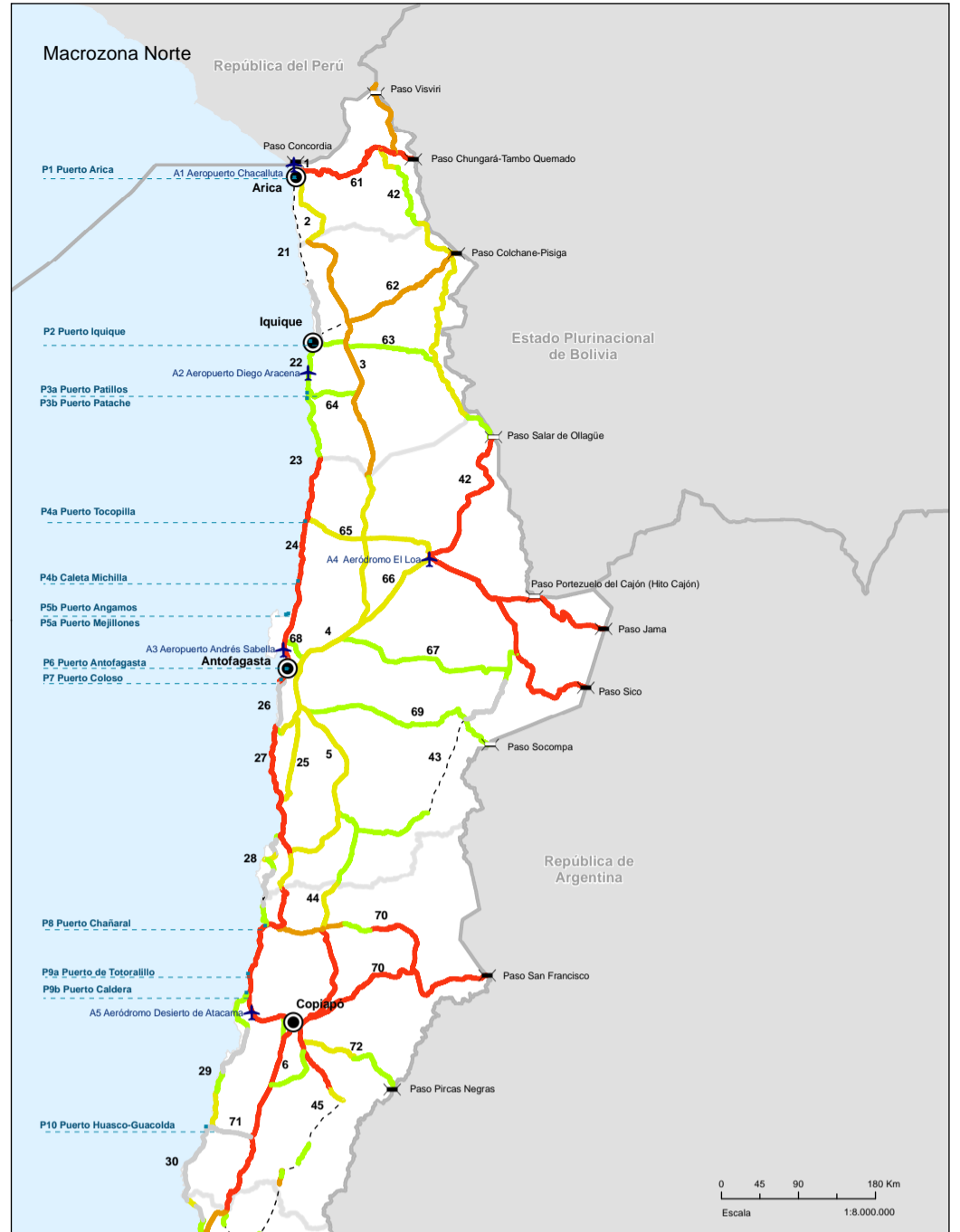
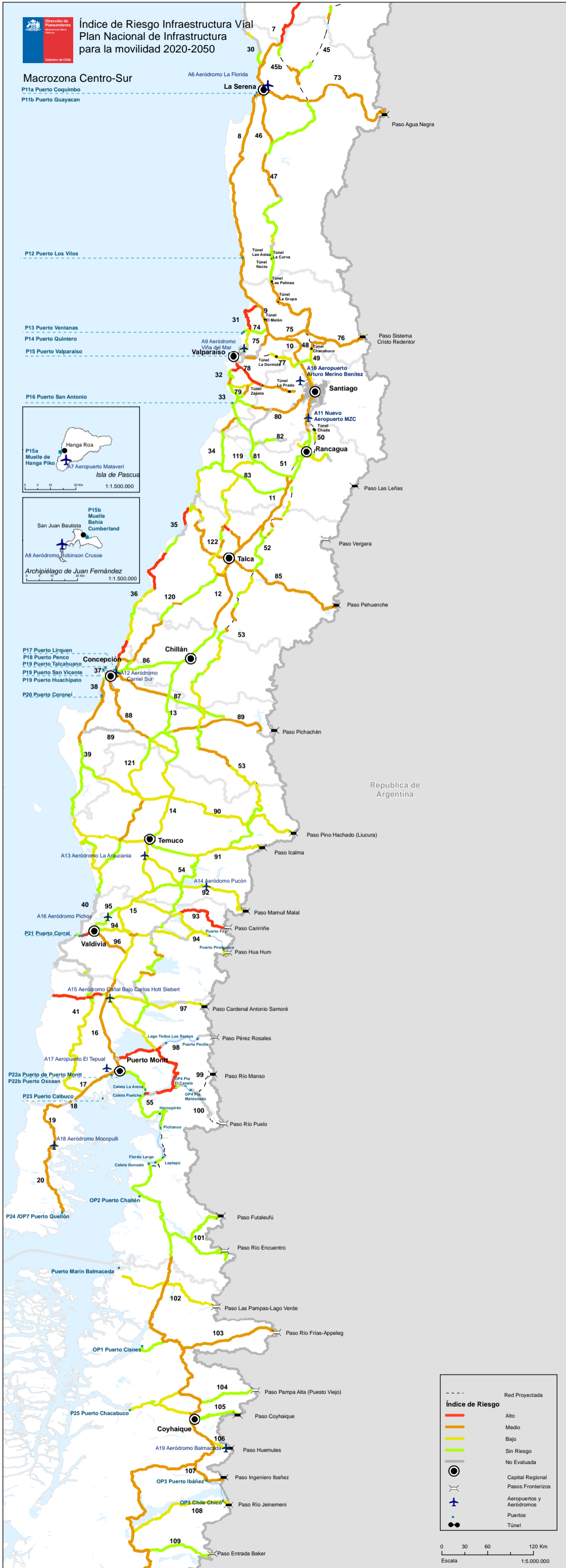
Utilizando los datos de este estudio se pueden identificar las zonas de alto, medio y bajo riesgo que podrían afectar a la red vial estratégica del Plan. En el Mapa 4y la Tabla 18 se muestran los caminos y total de kilómetros afectados. De los 19.752 km que abarca la red vial cerca de 14.600 km están expuestos a algún grado de riesgo. Como antes se señaló, por definición el Plan logra otorgar mayor resiliencia a la red ante situaciones extremas, dado que aumenta la redundancia (opciones de rutas) para los distintos tramos que existen a lo largo del país.

Tabla 18: Índice de riesgo en la red estratégica del Plan

IR	Longitud (km)	Porcentaje
Alto	3.073	21%
Medio	5.571	38%
Bajo	5.973	41%
Total	14.618	100%

Fuente Dirección de Vialidad (2011): Estudio básico de catastro georeferenciado de riesgos y peligros naturales en la red vial

Mapa 4. Índice de Riesgo de la red vial del PNIM 2050



5 Programa de Inversiones del Plan y Resultados por macrozona

A continuación, se presentan los principales resultados por macrozona de los modelos económico-regional y de transporte. Adicionalmente se muestran las inversiones del Plan.

5.1 Macrozona Norte

La Macrozona Norte (MZN) está constituida por 4 regiones: Arica y Parinacota; Tarapacá; Antofagasta; y Atacama, actualmente cuenta con una población de 1,5 millones y se estima que llegará a 2 millones en el año 2050. En la Tabla 19 se muestra el valor agregado²⁷ y el número de ocupados estimados por actividad económica en esta macrozona para los años 2015 y 2050. La Tabla 19 indica que la actividad extractiva es la que concentra la mayor parte del valor agregado, mientras que la actividad de comercio y servicios concentra el empleo.

Tabla 19: Valor Agregado por actividad y ocupados por sector económico Macrozona Norte

Actividad Económica	Valor Agregado 2015		Ocupados 2015		Valor Agregado 2050		Ocupados 2050	
	(MMUS\$)	(%)	(Miles)	(%)	(MMUS\$)	(%)	(Miles)	(%)
Agrícola - Pesca	371	1%	30	5%	811	1%	68	7%
Extractiva	14.017	43%	94	15%	31.790	41%	209	20%
Manufactura	6.356	19%	97	15%	15.681	20%	176	17%
Comercio	3.713	11%	204	32%	9.034	12%	221	22%
Servicios	8.277	25%	207	33%	19.751	26%	348	34%
Total	32.734	100%	632	100%	77.067	100%	1.022	100%

Fuente: elaboración propia con base de datos del Banco Central y ENE 2015

La MZN se caracteriza por una fuerte participación del sector minero, en el año 2015 dicha participación es del 43% y las estimaciones en 2050 indican que será 41%. Los sectores que aumentan en participación en el año 2050 son Comercio, Servicios y Manufactura, todos en 1pp²⁸. Las proyecciones para el sector minero fueron apoyadas por el estudio de la Comisión Chilena del Cobre “Proyección de la producción de cobre en Chile 2018-2029” (COCHILCO, 2018), mientras que el estudio del sector agrícola-pesca, empleó estudios de demanda de agua y proyecciones forestales.

La Tabla 20 resume los flujos esperados en los principales tipos de proyectos, medidos en millones de kilómetros de vehículos equivalentes (MM VE-km) por año para la red vial, en pasajeros (PAX) por año en aeropuertos, y toneladas (TON) por año transferidas en los puertos. Los costos de inversión están a precios de mercado (US\$ 2015). Los ferrocarriles de carga, casi todos privados, con excepción del Ferrocarril de Arica a la Paz y el tren Antofagasta – Mejillones - Calama, transportan carga, pero no se incluyen en la tabla.

²⁷ Para medir el valor agregado por sector a partir de sus producciones totales, se usa la matriz insumo-producto (Ver Apéndice B). Esta matriz indica cuánto de la producción en cada sector se usa como insumo intermedio en los otros sectores y cuánto corresponde a ventas finales. A partir de dicha matriz, se pueden separar las compras intermedias del valor bruto de producción, esto es: Valor Agregado = Valor Bruto de Producción – Compras Intermedias- Importaciones.

²⁸ Puntos porcentuales.

Tabla 20: Flujo por tipo de proyectos, inversión y rentabilidad Macrozona Norte

Programa de Proyectos	Flujos	2017	2020	2050	Inversión MMUS\$(*)	Beneficios MMUS\$	TIR
Central	MM Ve-km	2.462	2.768	6.381	2.817	1.785	5,0%
Costera	MM Ve-km	719	802	1.879	1.060	49	-11,1%
Interior	MM Ve-km	86	93	419	753	419	-1,0%
Transversales	MM Ve-km	873	953	2.467	873	898	10,2%
Intermedia	MM Ve-km	-	-	-	-	-	-
Bypasses	MM Ve-km	-	-	-	315	-	-
Total vial	MM Ve-km	4.139	4.617	11.147	5.819	3.151	3,7%
Ferrocarril pasajeros	PAX/Año	0	0	0	0		
Ferrocarril carga	TON/Año	0	0	0	279		
Aeropuertos	PAX/Año	5.995.263	6.865.552	26.481.230	660	7.450	80%
Puertos y Cabotaje	TON/Año	50.647.005	54.601.602	146.975.267	680		
Total					7.437	10.601	15,3%
(*) Inversión correspondiente al período 2020 - 2050							

Fuente: Elaboración propia

5.1.1 Programa de Inversiones Macrozona Norte

Las Tablas 21, 22, 23 y 24 muestran el nombre del proyecto, operador (DV = Dirección de Vialidad, DGC = Dirección General de Concesiones, DAP = Dirección de Aeropuertos, EP = Empresa Portuaria, EFE = Empresa de los Ferrocarriles del Estado), el estándar propuesto, longitud del proyecto en kilómetros, el costo de inversión en millones de US dólares de 2015 a valor de mercado y la década de la inversión.

Tabla 21: Estándar y programación de inversiones Macrozona Norte (MZN) Vialidad.

N°	Nombre Proyecto	prop	Estado Inicial	Estado Final	Longitud (km)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
1	Paso Concordia-Arica	DV	1PS(PAV)	2PS	24	16	16	0	0	16
2	Arica-Humberstone	Csble	1PS(PAV)	2PS	255	708	0	708	0	708
3	Humberstone-Carmen Alto (Iquique - Antofagasta)	Csble	1PS(PAV)	2PS	354	562	562	0	0	562
5	Nudo Uribe-Caldera (Antofagasta - Caldera)	Csble	1PS(PAV)	2PS	436	695	695	0	0	695
6	Caldera-Vallenar	Mixto	2PS	2PS+	250	542	542	0	0	542
7	Vallenar-La Serena	Csdo	2PS	2PS+	187	294	0	0	294	294
Total Central					1.506	2.817	1.815	708	294	2.817
21	Arica-Pisagua (1)	DV	NE	1PS(PB)	162	167	0	0	42	42
21a	Pisagua-Caleta Buena	DV	NPV	1PS(PB)	45	45	45	0	0	45
22	Iquique-Apto. D. Aracena	Csdo	2PS	2PS+	46	111	0	0	111	111
24	Mejillones-Antofagasta	Csdo	2PS	2PS+	54	165	0	165	0	165
26	Caleta Coloso-Caleta El Cobre	DV	NE	1PS(PB)	66	85	0	85	0	85
27a	Caleta El Cobre-Caleta Paposo	DV	NPV	1PS(PAV)	151	253	0	0	253	253
28	Taltal-Chañaral	DV	NE	1PS(PB)	140	94	47	47	0	94
29	Caldera-Huasco	DV	NPV	1PS(PB)	183	99	74	25	0	99
30	Huasco-La Higuera	DV	NE	1PS(PB)	170	167	62	105	0	167
Total Costera					1.017	1.185	228	426	406	1.060
42	Visviri-Calama	DV	NPV	1PS(PB)	591	159	35	106	18	159
43	Calama- San Pedro- Catalina	DV	NPV	1PS(PB)	495	243	16	162	65	243
44	Catalina-Copiapó	DV	NPV	1PS(PB)	294	186	103	83	0	186
45	Tierra Amarilla-Vicuña (1)	DV	NPV	1PS(PB)	473	488	0	0	150	150
45a	El Cobre-Tierra Amarilla (1)	DV	NPV	1PS(PB)	71	59	0	0	15	15
Total Interior					1.924	1.136	154	351	248	753
62	Puerto Iquique-Huara-Colchane	DV	1PS(PAV)	1PS(PAV)+	209	44	0	44	0	44
65	Tocopilla-Paso Jama/Sico	DV	MX	1PS(PAV)	410	8	0	0	8	8

N°	Nombre Proyecto	prop	Estado Inicial	Estado Final	Longitud (km)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
66	Carmen Alto-Calama (2)	Csdo	1PS(PAV)	2PS-	575	340	340	0	0	340
67	Baquedano-Paso Sico (Cass)	DV	NPV	1PS(PAV)	342	205	103	103	0	205
70	Chañaral-Paso San Francisco-Copiapó-Maricunga	DV	NPV	1PS(PAV)	238	111	111	0	0	111
71	Vallenar - Huasco	DV	1PS(PAV)	2PS	49	94	0	94	0	94
72	Pircas Negras	DV	NPV	1PS(PAV)	156	71	20	51	0	71
Total Transversales					1.979	873	574	292	8	873
a	Circunvalación Arica (3)	DV	2PS	2PS+	14	16	0	16	0	16
b	Circunvalación Iquique	DV	2PS	2PS+	13	44	44	0	0	44
c	Circunvalación Antofagasta	Mixto	1PS(PAV)	2PS	21	196	196	0	0	196
d	Circunvalación Copiapó	Mixto	NE	2PS	14	59	59	0	0	59
Total Orbitales/Bypasses					62	315	299	16	0	315

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) Parte o toda la inversión se culminará después del año 2050. (2) Corresponde al tramo de la concesión Ruta del Loa; (3) Incluye la intervención completa del anillo de Arica, incluyendo su extensión hasta futura prolongación al norte de Ruta Costera que une Arica con el Aeropuerto Chacalluta y a la Costanera Sur de Arica.

Tabla 22: Estándar y programación de inversiones Macrozona Norte (MZN) Ferrocarriles.

N°	Nombre Proyecto	Prop	Estado Inicial	Estado Final	Longitud (km)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
C VII	Ampliación Oferta Ferroviaria Calama-Antofagasta-Mejillones (1)	Csble	EO	EO+	202	274	2	0	0	2
C III	FCALP Arica-La Paz	EFE	NE	EO	206	5	6	0	0	6
Total Trenes de Carga					408	279	8	0	0	8

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) Para el caso del proyecto C VII, el monto del primer decenio corresponde a una estimación del monto global de estudios de prefactibilidad y factibilidad.

Tabla 23: Estándar y programación de inversiones Macrozona Norte (MZN) Aeropuertos.

N°	Nombre Proyecto	Prop (1)	Estado Inicial	Estado Final	Superficie Terminal (m2)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
A1	Chacalluta	Csdo	EO	EO+P	23.300	135	0	66	37	103
A2	Diego Aracena	Csdo	EO	EO+P	52.500	85	7	21	58	85
A3	Andrés Sabella	Csdo	EO	EO+P	53.800	156	52	32	72	156
A4	El Loa	Csdo	EO	EO+	54.600	191	98	92	0	191
A5	Desierto de Atacama	Csdo	EO	EO+	25.900	125	64	61	0	125
Total Aeropuertos y Aeródromos (1)					210.100	691	221	272	167	660

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) (Csdo) Concesionado; (Csble) Concesionable; (Pvdo) Privado.

Tabla 24: Estándar y programación de inversiones Macrozona Norte (MZN) Puertos.

N°	Nombre Proyecto	Prop	Estado Inicial	Estado Final	Capacidad Transferencia (MM Ton) (1)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
P1	Puerto de Arica	Empresa Estatal	EO	EO+	6,9	7	4	4	0	7
P2	Puerto de Iquique	Empresa Estatal	EO	EO+	8,6	175	88	0	88	175
P3a	Puerto Patillos	Pvdo	EO	EO+	5,2	498	100	332	66	498
P3b	Puerto Patache	Pvdo	EO	EO+	9,5					
P4a	Puerto Tocopilla	Pvdo	EO	EO+	11,1					
P4b	Puerto Michilla	Pvdo	EO	EO+	2					
P5a	Puerto Mejillones	Pvdo	EO	EO+	32,4					
P5b	Puerto Angamos	Pvdo	EO	EO+	8,1					
P6	Puerto de Antofagasta	Empresa Estatal	EO	EO+	7,3					
P7	Puerto Coloso (Escondida)	Pvdo	EO	EO+	6,5					
P8	Puerto de Chañaral	Pvdo	EO	EO+	2,2					
P9a	Puerto de Totoralillo	Pvdo	EO	EO+	1					
P9b	Puerto de Caldera	Pvdo	EO	EO+	17,3					
P10	Puerto de Huasco-Guacolda	Pvdo	EO	EO+	23,3					
Total Puertos y Cabotaje					141,4	680	128	486	66	680

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) En el caso de los puertos administrados por empresas portuarias estatales, corresponde a la capacidad informada por el puerto, mientras que, en el caso de los puertos privados se supone que en general se duplica su capacidad, acorde al crecimiento de la demanda.

Tabla 25: Resumen de programación de inversiones Macrozona Norte (MZN)

Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
7.977	3.698	2.551	1.188	7.437

Fuente: Elaboración propia

- Longitudinal Central: El corredor -Ruta 5- se propone a nivel autopista de doble calzada concesionada (proyectos 2, 3 y 5) durante la década 2020-2030. Los proyectos 6 y 7 están concesionados a nivel de autopista y se relicitarían en la década del 2030-2040 y 2040-2050, respectivamente. El proyecto 1 entre Paso Concordia y Arica (Chacalluta-Bifurcación Aeropuerto) tiene suficiente demanda para justificar la construcción de una vía de doble calzada durante la década 2020-30 (está en etapa de diseño).
- Longitudinal Costero: el proyecto 21 Arica a Pisagua es muy difícil de construir por la complejidad de la orografía y, se proyecta una baja demanda, así que no se justificaría implementarlo completamente durante el periodo considerado. También el resto del corredor tiene relativamente poca demanda, excepto el proyecto 22 Iquique-Aeropuerto, actualmente concesionado que debería relicitarse en la década 2040-2050. El proyecto 24 Mejillones a Antofagasta se propone una ampliación a 3 pistas por sentido en la década 2030-2040. Cabe señalar que si se mejora mucho el estándar de los proyectos del corredor costero (Ruta 1), se le quita flujo a la Ruta 5, haciendo inviable la concesión de esta última.
- Longitudinal Interior: el corredor tiene muy poco flujo en el periodo considerado, pero por razones de conectividad de los poblados del altiplano y promoción del turismo en el área, se justifica su implementación en forma paulatina.
- Transversales: En general la demanda es baja.²⁹
- Bypass: en el Plan se propone que cada capital regional deba estudiar la factibilidad de un bypass, tal como se presenta en el Mapa 5. El uso sería predominantemente urbano. Aunque el flujo no se especifica ya que está incluido en los corredores correspondientes, generaría una serie de beneficios asociados al paso interurbano, y por lo tanto su costo se incluye en el Plan.
- Aeropuertos: los pasajeros aéreos en los 5 aeropuertos de la Macrozona Norte crecen en global en 4,4 veces. El Plan contempla la ampliación de superficie de terminales en más de 210.100 m².
- Ferrocarriles: son privados en su gran mayoría, transportando graneles de cordillera a mar e insumos a la producción minera. Se supuso que se ampliarían en función de la demanda futura. Lo mismo ocurre con los ductos. El ferrocarril de EFE –Arica- a La Paz – incluye inversiones previstas y se está evaluando el retomar operaciones de carga.
- Puertos: de los catorce puertos considerados en la Macrozona Norte, tres son administrados por empresas portuarias estatales. Se estima un incremento durante el periodo de casi tres veces las toneladas transferidas, pasando de 51 a 147 millones en los próximos 30 años. Los planes de expansión de la capacidad de estos puertos pasan de 15 a 27 millones de toneladas transferidas y se calcula un crecimiento de la demanda de 8 a 28 millones. Estos puertos se expanden no solo por la exportación de minerales sino también por el tráfico de paso a Bolivia y el incremento del cabotaje anual que se estima en 5 millones adicionales. Los puertos privados son en su gran mayoría puertos graneleros y se

²⁹ El Plan considera los siguientes pasos fronterizos: Chungará, Colchane, Jamas, Sico, San Francisco, Pircas Negras.

supone que se expandirían en función de la demanda pasando de 40 a 120 millones de toneladas transferidas. Algunos de los puertos privados son multipropósito y también se benefician del aumento de cabotaje, especialmente en la bahía de Mejillones.³⁰

El Plan para la Macrozona Norte considera prioritaria la vialidad longitudinal Central. Las transversales a pasos fronterizos son necesarias por conectividad local, equidad y acuerdos internacionales. Los aeropuertos y puertos deben expandirse para absorber un incremento substancial de la demanda. Las inversiones se estiman en US\$ 7.437 millones con una buena rentabilidad social.

5.2 Macrozona Centro

La Macrozona Centro (MZC) está constituida por 5 regiones: Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana de Santiago, O'Higgins y Maule, en la actualidad cuenta con una población de 12,5 millones de habitantes. Las estimaciones indican que la población crecerá por sobre 16 millones de habitantes al año 2050. En la Tabla 26 se muestra el valor agregado y el número de ocupados estimados por actividad económica en esta macrozona para los años 2015 y 2050. Los resultados muestran que los sectores con mayor participación son servicios, comercio y manufactura. Estos sectores también lideran en el número de ocupados de la macrozona para ambos años.

Tabla 26: Valor Agregado por actividad y ocupado por sector económico Macrozona Centro

Actividad Económica	Valor Agregado 2015		Ocupados 2015		Valor Agregado 2050		Ocupados 2050	
	(MMUS\$)	(%)	(Miles)	(%)	(MMUS\$)	(%)	(Miles)	(%)
Agrícola - Pesca	4.987	3%	402	8%	8.036	2%	369	5%
Extractiva	6.821	5%	115	2%	12.020	3%	90	1%
Manufactura	28.877	20%	1.126	21%	69.119	20%	1.783	24%
Comercio	37.512	26%	1.729	32%	91.270	27%	1.819	25%
Servicios	68.664	47%	1.973	37%	163.861	48%	3.345	45%
Total	146.862	100%	5.346	100%	344.306	100%	7.406	100%

Fuente: Elaboración propia con base de datos del Banco Central y ENE 2015

La MZC se caracteriza por una fuerte participación de los sectores servicio y comercio en el Valor Agregado para los años 2015 y 2050, siendo el sector servicios el que más contribuye con una participación de 47% y 48%, respectivamente. Estos sectores se estimaron mediante la población del Modelo Económico Regional (MER) ya que la dinámica del sector comercial y del sector servicio han estado históricamente correlacionadas con el crecimiento de la población. El sector agrícola-pesca y extractiva disminuyen sus participaciones en 1 y 2 pp respectivamente.

La Tabla 27 resume los flujos esperados en los principales proyectos medidos en millones de kilómetros de vehículos equivalentes (MM VE-km) por año para la red vial, en pasajeros (PAX) por año en trenes, aeropuertos y toneladas (TON) por año en trenes de carga y transferida en los puertos. También incluye los costos de inversión a precios de mercado (US\$ 2015), los beneficios y rentabilidad social de la inversión.

³⁰ En Mejillones hay un único terminal de carácter multipropósito con capacidad de atender carga general: Puerto Angamos, del Complejo Portuario Mejillones..

Tabla 27: Flujo por grupo de proyectos, inversión y rentabilidad Macrozona Centro

Programa de Proyectos	Flujos	2017	2020	2050	Inversión MMUS\$ (*)	Beneficios MMUS\$	TIR
Central	MM Ve-km	8.764	9.511	21.139	2.623	45.800	122,5%
Costera	MM Ve-km	521	588	1.604	772	1.214	11,7%
Interior	MM Ve-km	997	1.100	6.712	1.812	18.998	80,5%
Transversales	MM Ve-km	3.156	3.441	6.786	6.901	19.105	24,6%
Intermedia	MM Ve-km	122	152	1.116	1.209	1.667	32,7%
Bypasses (1)	MM Ve-km	203	225	3.975	2.152	14.811	68,7%
Total vial	MM Ve-km	13.764	15.016	41.332	15.470	101.595	56,3%
Ferrocarril pasajeros (2)	PAX/Año	45.913.385	47.809.665	181.918.542	4.157		
Ferrocarril carga	TON/Año	509.277	634.260	22.111.498	1.077		
Aeropuertos	PAX/Año	21.348.192	23.981.004	65.037.637	2.455	16.084	52,4%
Puertos y Cabotaje	TON/Año	54.384.704	58.704.237	130.118.028	4.181		
Total					27.437	117.679	38,7%

Fuente: Elaboración propia. Nota: (1) Incluye solo los beneficios del Orbital de Santiago y Valparaíso, aunque también incluye la inversión en los bypass a las capitales regionales; (2) Se incluye un monto de inversión de la conexión Santiago - Valparaíso representada por el promedio de las dos iniciativas privadas de inversión que se están analizando y otra alternativa experimental caracterizada por un servicio que opere en intermodalidad con trenes de cercanía Merval y Santiago – Tiltit

5.2.1. Programa de Inversiones Macrozona Centro

Las Tablas 28, 29, 30 y 31 muestran el Nombre del proyecto, operador (DV = Dirección de Vialidad, DGC = Dirección General de Concesiones, EFE = Empresa de Ferrocarriles del Estado, DAP = Dirección de Aeropuertos), el estándar propuesto, longitud del proyecto en kilómetros, el costo de inversión en millones de US dólares y la década de la inversión.

Tabla 28: Estándar y programación de inversiones Macrozona Centro (MZC) Vialidad.

N°	Nombre Proyecto	Prop (5)	Estado Inicial	Estado Final	Longitud (km)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
8	La Serena-Los Vilos	Csdo	2PS	2PS+	244	649	649	0	0	649
9	Túnel del Melón (1)	Csdo	1PS(PAV)	2PS+	5	155	77	0	0	77
10	Los Vilos-Santiago	Csdo	2PS	3PS	227	1033	570	0	463	1033
11	Santiago-Talca	Csdo	2PS+	3PS	255	863	421	443	0	863
Total Central					731	2.701	1.718	443	463	2623
31	Pullalli-Concón-Quintay	Csble	1PS(PAV)	2PS	125	491	164	327	0	491
32	Valparaíso-Algarrobo	DV	1PS(PAV)	1PS(PAV)+	29	35	0	35	0	35
33a	Algarrobo-San Antonio	Csdo	1PS(PAV)	2PS	31	119	0	119	0	119
33b	San Antonio-Santo Domingo	Csdo	1PS(PAV)	2PS	5	89	0	89	0	89
34c	Boyeruca-Llico	DV	NPV	1PS(PAV)	11	19	19	0	0	19
35b	Lipimavida-Iloca (1)	DV	1PS(PB)	1PS(PAV)	12	23	18	0	0	18
Total Costera					213	777	201	571	0	772
45b	Almirante Latorre variante (2)	DV	NPV	1PS(PB)	57	53	0	0	18	18
46	La Serena-Ovalle	Csdo	2PS	2PS+	89	177	0	0	177	177
47	Vicuña-San Felipe/Los Andes	DV	NPV	1PS(PAV)	489	245	61	123	61	245
48	Putando - Rinconada	DV	NE	1PS(PAV)+	34	122	0	98	24	122
49	Santiago-Los Andes	Csdo	2PS	3PS	80	622	415	0	207	622
50	Santiago-(Chada)-Machali	Csble	NE	2PS	75	294	0	294	0	294
51	Machalí-San Fernando-Lontué	Csble	NE	2PS	138	323	0	323	0	323
52a	By pass Molina	DV	NE	1PS(PAV)	8	12	476	849	487	1812
Total Interior					970	1847	476	849	487	1812
73	La Serena-Paso Agua Negra	DV	1PS(PAV)	1PS(PAV)+	234	1443	722	722	0	1443
74	Nogales-Puchuncaví-Quintero	Csdo	1PS(PAV)	1PS(PAV)+	30	310	205	0	105	310
75	Valparaíso - Los Andes	Csdo	2PS-	2PS	117	277	0	277	0	277
76	Los Andes - Paso Cristo Redentor	DV	1PS(PAV)	1PS(PAV)+	62	155	13	129	13	155
77	R5-Tiltil-Limache (La Dormida)	Csble	1PS(PAV)	2PS	43	514	103	411	0	514
78	Santiago-Valparaíso (Ruta 68) (3)	Csdo	2PS	3PS	99	1.002	531	0	472	1002
79	Algarrobo/S. Antonio-Casablanca	Csdo	1PS(PAV)	2PS	57	157	0	157	0	157
80	Santiago-San Antonio (Ruta 78)	Csdo	2PS	3PS	99	886	515	0	371	886
81	San Antonio-Pelequén	Csdo	1PS(PAV)	2PS	135	800	523	0	277	800
82	Villa Alhué - Rancagua-Paso Las Leñas	DV	NE	1PS(PAV)	157	1.171	0	703	468	1171
83	San Fernando- Pichilemu	DV	1PS(PAV)	2PS	126	185	93	93	0	185
Total Transversales					1.159	6.901	2.704	2.491	1.706	6901
119	Melipilla-San Rafael	DV	1PS(PAV)	1PS(PAV)+	250	272	0	272	0	272
120	San Javier-Tomé/Acceso Norte a Concepción	Csble	1PS(PAV)	2PS	212	772	97	675	0	772
122	Apertura Pencahue	DV	NE	1PS(PAV)	60	165	0	165	0	165
Total Intermedia					522	1.209	97	1.112	0	1209
e	Circunvalación La Serena-Coquimbo (2)	DV	NE	2PS	36	163	0	0	122	122
f	Circunvalación-Valparaíso	Csble	2PS	2PS+	42	729	0	729	0	729
g1	Santiago Orbital Norte-Poniente	Csble	NE	2PS	49	596	0	527	69	596
g2	Santiago Orbital Oriente	Csble	NE	3PS	69	383	0	383	0	383
g3	Santiago Orbital Sur	Csble	NE	2PS	23	265	232	0	32	265
p	Circunvalación Rancagua	DV	NE	2PS	13	57	0	57	0	57
q	Bypass Talca (4)	Mixto	NE	2PS	52	0	0	0	0	0
Total Orbitales/Bypasses					284	2.193	232	1.697	223	2.152

Fuente: Elaboración propia. Nota: (1) Parte de la inversión se ha realizado en años precedentes. (2) Parte o toda la inversión se culminará después del año 2050. (3) Considera una calzada extra con tercer túnel paralelos en Zapata y Lo Prado, sumando un total de 6 pistas. (4) Inversión se realiza en el marco de relicitación de Ruta Central en tramo Talca – Chillán, descrito en la Macrozona Sur. (5) (Csdo) Concesionado; (Csble) Concesionable.

Tabla 29: Estándar y programación de inversiones Macrozona Centro (MZC) Ferrocarriles.

N°	Nombre Proyecto	Prop (3)	Estado Inicial	Estado Final	Longitud (km) (4)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
----	-----------------	----------	----------------	--------------	-------------------	------------------	-------------	-------------	-------------	----------------------------------

N°	Nombre Proyecto	Prop (3)	Estado Inicial	Estado Final	Longitud (km) (4)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
P iii	Extensión Merval Limache - La Calera	EFE	EO	EO+	25	399	399	0	0	399
P iv	Santiago-Melipilla	EFE	NE	EO	61	1.399	1.399	0	0	1488
P v	Santiago-Batuco-Tilttil	EFE	NE	EO	49	601	601	0	0	601
P vi a	Santiago-Nos (1)	EFE	EO	EO+	0	50	0	0	0	0
P vi b	Santiago-Rancagua	EFE	EO	EO+	0	43	43	0	0	43
P vii	Rancagua-Chimbarongo	EFE	NE	EO	0	13	13	0	0	13
P viii	Ramal Talca-Constitución (Buscarril)	EFE	EO	EO+	89	13	0	13	0	13
P x a	Teno-Linares	EFE	NE	EO	0	27	0	27	0	27
P xi a	Tren Stgo-Valpo TVS (2)	Csble								
P xi b	Tren Stgo-Valpo La Dormida (2)	Csble								
P xi c	Tren Stgo-Valpo La Dormida Vte DP (2)	Csble								
P xi d	Conexión Satgo-Valparaíso	Csble	NE	EO	125	1.662	950	712	0	1.662
Total TRENES DE PASAJEROS (2)					349	4.207	3.405	752	0	4.157
C XVII	Mejoramiento Corredor Ferroviario Intermodal Stgo-San Antonio	EFE	EO	EO+	110	1.077	1.077	0	0	1.077
Total TRENES DE CARGA					110	1.077	1.077	0	0	1.077

Fuente: Elaboración propia. Nota: (1) Parte de la inversión se ha realizado en años precedentes. (2) Se incluye un monto de inversión de la conexión Santiago - Valparaíso representada por el promedio de las dos iniciativas privadas de inversión que se están analizando y otra alternativa experimental caracterizada por un servicio que opere en intermodalidad con trenes de cercanía Merval y Santiago – Tilttil. (3) (Csdo) Concesionado; (Csble) Concesionable. (4) Corresponde a los kilómetros de construcción, conversión de carga a pasajeros o mejoramiento estructural.

Tabla 30: Estándar y programación de inversiones Macrozona Centro (MZC) Aeropuertos

N°	Nombre Proyecto	Prop (1)	Estado Inicial	Estado Final	Superficie Terminales (m2)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
A6	La Florida	Csdo	EO	EO+P	32.600	168	59	109	0	168
A9	Viña del Mar	DAP	EO-	EO	11.200	37	37	0	0	37
A10	AMB	Csdo	EO	EO+	528.123	750	7	743	0	750
A11	Nuevo Aeropuerto MZC	Csdo	NE	EO+	100.000	1.500	750	750	0	1.500
Total AEROPUERTOS Y AERÓDROMOS (1)					671.923	2.455	853	1.602	0	2.455

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) (Csdo) Concesionado.

Tabla 31: Estándar y programación de inversiones Macrozona Centro (MZC) Puertos

N°	Nombre Proyecto	Prop (1)	Estado Inicial	Estado Final	Capacidad Transferencia (MM Ton) (2)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
P11a	Puerto de Coquimbo	Empresa Estatal	EO	EO+	6,9	92	0	92	0	92
P11b	Puerto de Guayacán	Pvdo	EO	EO+	2,3					
P12	Puerto Los Vilos (Pelambres)	Pvdo	EO	EO+	3,2					
P13	Puerto de Ventanas	Pvdo	EO	EO+	15,2					
P14	Puerto de Quintero	Pvdo	EO	EO+	34,3					
P15	Puerto de Valparaíso	Empresa Estatal	EO	EO+	24	573	554	0	0	554
P16	Puerto de San Antonio	Empresa Estatal	EO	EO+	80	3.631	1.210	1.210	1.210	3.631
Total Puertos y Cabotaje					165,9	4.296	1.764	1.302	1.210	4.277

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) (Pvdo) Privado. (2) En el caso de los puertos administrados por empresas portuarias estatales, corresponde a la capacidad informada por el puerto, mientras que, en el caso de los puertos privados se supone que en general se duplica su capacidad, acorde al crecimiento de la demanda.

Tabla 32: Resumen de programación de inversiones Macrozona Centro (MZC)

Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 – 2039	2040 – 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
27.663	12.528	10.819	4.090	27.437

Fuente: Elaboración propia.

- Longitudinal Central: El corredor (Ruta 5) entra en un periodo de relicitación con mejoras de estándar para los siguientes proyectos: 8 La Serena –Los Vilos (incluye una autopista urbana entre Coquimbo y La Serena), 9 (Nuevo túnel del Melón) y 10 Los Vilos –Santiago con terceras pistas.
- Longitudinal Costero: el proyecto 31 Pullalli – Colmo - Quintay puede ser concesionado a nivel de autopista en la década 2030-2040. La relicitación de la autopista de Algarrobo a San Antonio en el periodo 2030-2040 y la extensión a Santo Domingo puede ser licitada en la década de 2030. Para el resto del corredor costero se propone su pavimentación en la década 2020-2030.
- Longitudinal Interior: el proyecto 47 Vicuña-San Felipe tiene un gran atractivo, ya que ofrece una alternativa a la Ruta 5 (la única longitudinal existente en el área) lo que da resiliencia a la red. El proyecto 48 es un bypass a San Felipe y ofrece una conexión directa a la Ruta 57 a Santiago. El 49 –Ruta 57- requiere ampliación a 3 pistas por sentido en la década 2020-2030 (hasta Colina), conectando a la Orbital Nor Oriente de Santiago. El 50 –Santiago Machalí y el proyecto 51 su continuación por San Fernando a Lontué es una alternativa a la Ruta 5 con un túnel en la cuesta de Chada y podría licitarse en conjunto con la relicitación de la Ruta 5 –Santiago-Talca- permitiendo la financiación conjunta además de la operación (podría ser reversible). Más allá de Lontué el 52 es un corredor pavimentado hasta Linares pasando por el puente sobre el Maule a Colbún, necesitándose un bypass a Lontué y Molina 52b. Este corredor Longitudinal Interior no solo descongestiona el Corredor Longitudinal Central –Ruta 5- sino que también le da resiliencia a la red frente a eventos de desastres.
- Longitudinal Intermedio: el 119 –Melipilla-San Rafael- permite también descongestionar el longitudinal Central y podría tener una extensión en el futuro hacia el norte llegando a Curacaví y conectándose por el sur al proyecto 120 San Javier-Concepción.
- Transversales: En general la demanda es alta y por eso el proyecto 77 Tiltill-Limache, permite descongestionar la Ruta 68 Santiago-Viña además del trayecto de la Ruta 5 entre Llay-Llay y La Calera con un túnel en la cuesta de La Dormida. El proyecto 68 Santiago-Valparaíso –Ruta 68- propone una ampliación en la década 2020-2030 a través de una nueva carretera paralela de 2 pistas con nuevos túneles que permiten que las pistas centrales sean reversibles en los periodos punta. La Figura 4 presenta la propuesta³¹.

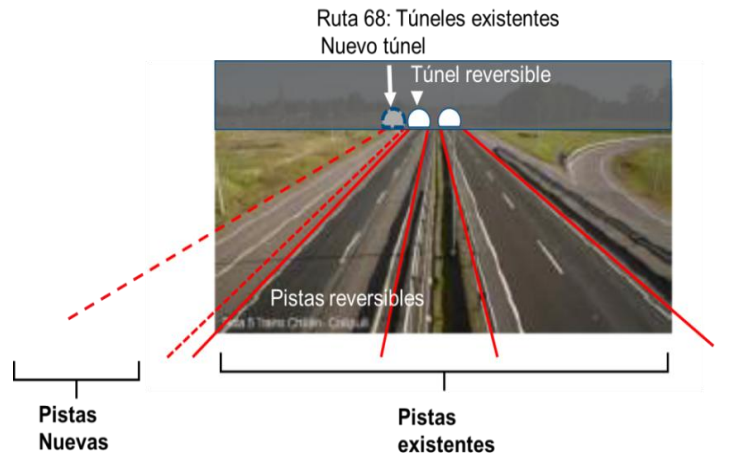
³¹ Los pasos fronterizos que está considerando el Plan son Agua Negra, Los Libertadores y Las Leñas.

Figura4: Ejemplo (Ruta 68) de ampliación de autopista con carretera paralela que permite reversibilidad

La imagen muestra la forma de ampliar autopistas existentes de 2 pistas por sentido con la construcción de una vía paralela de tal modo que las pistas centrales pueden ser reversibles para absorber los tráficos de periodos punta.

Tiene la ventaja que durante su construcción no interfiere con el tráfico existente.

Esta forma de ampliación de capacidad es apropiada para los accesos de las grandes ciudades que tienen flujos pendulares hacia la ciudad en las mañanas y desde las ciudades por la tarde



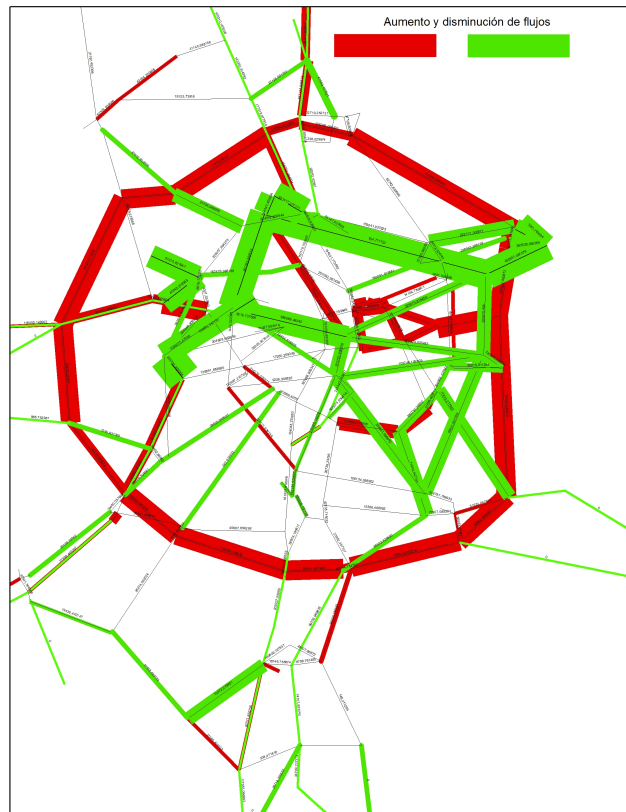
Fuente: Elaboración propia

- El tramo 80 Santiago-San Antonio se amplía a 3 pistas en la década 2020, así como el tramo 81 San Antonio - Pelequén se transforma en autopista. El tramo 83 San Fernando-Pichilemu se construye paulatinamente en una carretera de doble calzada durante los 2 decenios hasta el 2040. Las transversales a pasos fronterizos siguen pavimentándose de acuerdo con los tratados suscritos con Argentina, Incorporando como grandes iniciativas estratégicas los túneles binacionales Agua Negra (Coquimbo) y Las Leñas (O'Higgins) y el reforzamiento del Paso Los Libertadores.
- Orbitales y bypass: Para La Serena-Coquimbo se hace necesario un Bypass porque la Ruta 5 pasa por el centro de la conurbación y sin peaje, lo que producirá una saturación en la vía. El bypass a Rancagua por el norte le da continuidad al proyecto 82 Alhué-Las Leñas. La Orbital de Valparaíso consiste en mejorar el estándar de la ruta actual (Las Palmas) ofreciendo continuidad para entrar al puerto por el actual camino de La Pólvara. La Orbital de Santiago tiene 3 tramos: g1 Norponiente, g2 Oriente y g3 Sur. Esta ruta permite reducir la congestión de la Región Metropolitana de Santiago ya que permite la movilidad interurbana y suburbana sin pasar por los centros congestionados. La Figura 5 muestra la incidencia en los flujos de la ciudad.

Figura 5: Impacto de la Orbital de Santiago en los flujos (Ve-km) internos

Las orbitales reducen el tráfico interno en las grandes ciudades como se presenta para el caso de Santiago. No solo reduce el tráfico de pasada al interior de la ciudad sino el tráfico de acceso y de salida desde las áreas suburbanas al resto del país. Además, la experiencia internacional demuestra que los viajes entre las áreas suburbanas usan las vías orbitales reduciendo la congestión urbana como es el caso de la M25 de Londres en Inglaterra o el cinturón de Washington en los EE UU.

Es importante definir su trazado para proteger el espacio antes de que la ciudad ocupe esas aéreas y, con ello aumente el costo de implementación en el mediano plazo.



- Ferrocarriles: los ferrocarriles considerados para pasajeros son en su mayoría servicios de cercanías, propuestos por EFE, incluyendo la extensión del Metro Valparaíso (Piii) hasta La Calera, el nuevo tren Santiago-Melipilla (Piv), Santiago-Batuco-Tiltil (Pv), Santiago-Nos-Rancagua (Pvi), Rancagua-Chimbarongo (Pvii), Talca-Constitución (Pviii) y Teno-Linares (Px). Estos ferrocarriles multiplican el flujo actual en 4 veces al 2050. Es probable que puedan financiar su operación porque atraen pasajeros en los periodos de punta, al estar la vialidad altamente congestionada en los viajes en dirección a los centros de empleo. Además, tienen un impacto positivo al reducir la contaminación. El tren rápido Santiago-Valparaíso, tiene actualmente 2 propuestas privadas de concesión de alto costo, las cuales se están estudiando. Se puede considerar la posibilidad de combinar los trenes de cercanía con el tren rápido de modo de aumentar los flujos y compartir los costos. La Figura 6 muestra la posibilidad que las estaciones se construyan con múltiples andenes que permitan la combinación entre trenes de cercanías y trenes de mediana/larga distancia. Este sistema es común en redes que cuentan con servicios de pasajeros de distintas prestaciones, por ejemplo, en Inglaterra.

Figura 6: Combinación de trenes de cercanías y rápidos

En la figura se muestra una forma de combinar los trenes interurbanos rápidos como el de Santiago a Viña del Mar con trenes de cercanía como el Merval o el tren de Santiago Batuco/Tiltil.

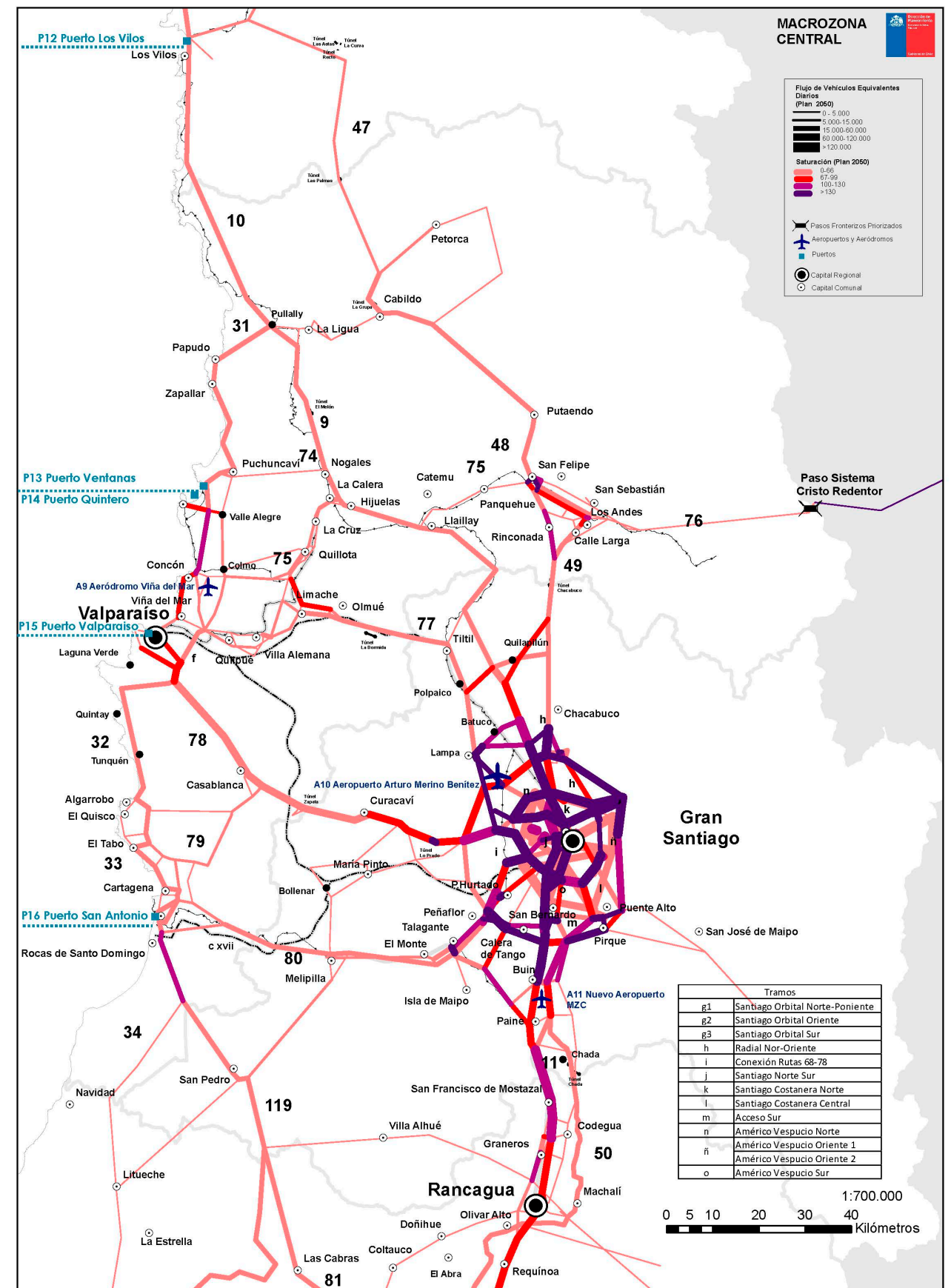
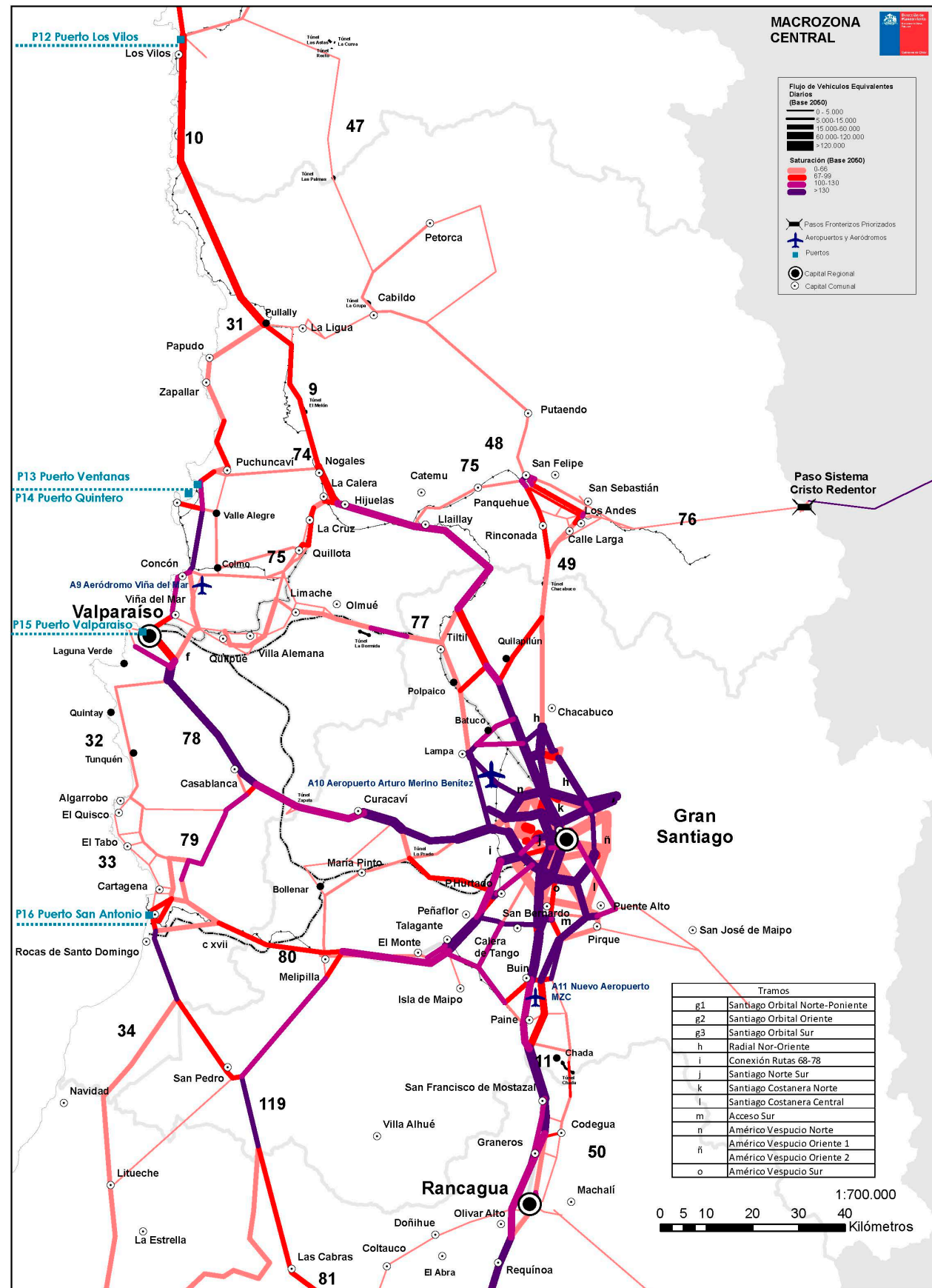
Ambos trenes usan las mismas vías centrales en gran parte del trayecto. En las estaciones suburbanas se construyen ramales que permiten que el tren se detenga para recoger y desembarcar los pasajeros, dejando pasar el tren rápido sin detenerse en la estación. Los pasajeros abordan el tren por andenes conectados a través de una pasarela sobre las vías.

Esta forma de combinación de servicios rápidos y de cercanías es bastante común en Europa y en especial en Inglaterra. Permite un mayor aprovechamiento de la inversión y por lo tanto la hace más rentable.



En el Mapa 7 se presenta la comparación de la situación base con la situación con Plan. Se puede observar la disminución de la congestión, producto del Plan, especialmente en las rutas 5 Norte y Sur, Ruta 68 y 78. También se nota el impacto en la Región de Valparaíso. Es importante notar que la congestión dentro de Santiago sigue siendo importante, a pesar de la Orbital, como se puede ver en la saturación del anillo de circunvalación Américo Vespucio.

Mapa 7: Comparación de flujos estimados y saturación en la Base y en el Plan 2050

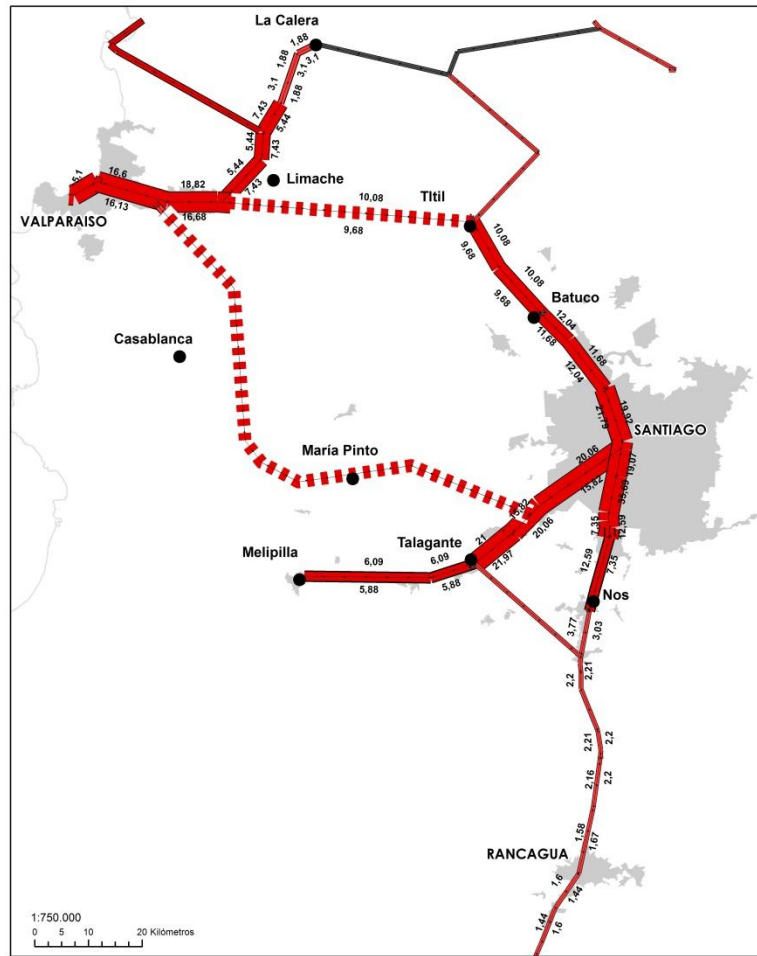


Los pasajeros por tren y por tramo preliminarmente estimados por el modelo se presentan en la Figura 7.

Figura 7: Diagrama de flujos de pasajeros (millones anuales) en la red de ferrocarriles incluyendo tren a Valparaíso

La imagen muestra de manera esquemática la estimación de los flujos de pasajeros anuales en los tramos de los ferrocarriles de cercanías y rápido a Viña del Mar.

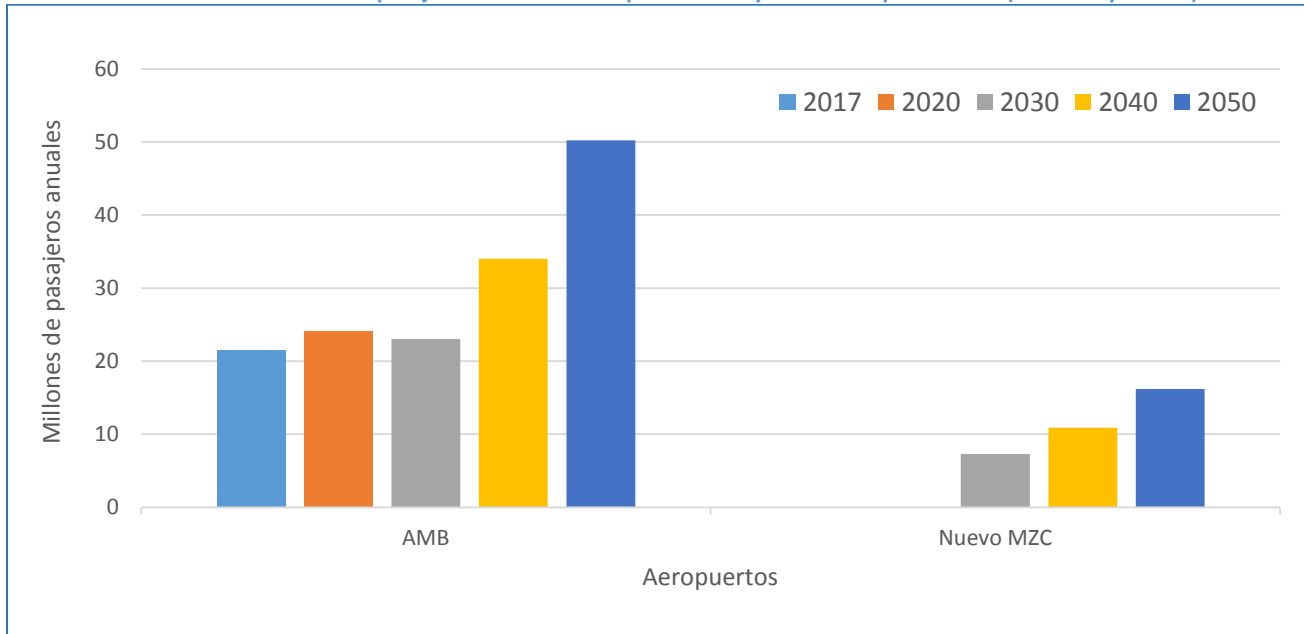
En la figura se puede observar que la extensión del Merval hasta Calera, el tren hasta Tiltil, el tren hasta Melipilla y el tren a Nos captan pasajeros sobre todo en los tramos más urbanos. También se presenta el tráfico captado por el tren rápido a Viña del Mar en el tramo Tiltil-Valparaíso.



Fuente: Elaboración propia (v24b3)

- El proyecto de EFE - Cxvii - corredor ferroviario San Antonio-Santiago - conecta las instalaciones del Puerto de San Antonio con un Centro de Intercambio Modal en la periferia del área urbana de Santiago, permitiendo la repartición de la carga a través de camiones a los lugares de venta en la ciudad, como a otras colindantes. También la estación intermodal permitirá el armado y fragmentación de trenes en distintas composiciones, lo que permitirá el flujo de carga con los distintos terminales de operadores logísticos conectados a la red ferroviaria de EFE en las cercanías de Santiago.
- Los pasajeros aéreos en los 4 aeropuertos de la Macrozona Centro crecen 3,2 veces desde 2017. El Plan contempla la ampliación de terminales a 671.923 m² en el período. También contempla un nuevo aeropuerto en la Macrozona Centro ya que el Aeropuerto Arturo Merino Benítez de Santiago llegaría a su máxima capacidad operacional entre los años de 2030-2040. Su localización es motivo de un estudio específico actualmente en desarrollo por parte de la Dirección de Aeropuertos del MOP. Los pasajeros estimados de los aeropuertos se muestran en el Gráfico 10.

Gráfico 10: Estimación de pasajeros aéreos en aeropuerto AMB y nuevo aeropuerto MZC (entradas y salidas)



Fuente: elaboración propia (v24c)

- Puertos: de los siete puertos considerados en la Macrozona Centro, tres son administrados por empresas portuarias estatales y cuatro privados. Se estima un incremento de sobre dos veces las toneladas transferidas, pasando de 59 a 130 millones en los 30 próximos años. Estos puertos se expanden no solo por la importación y exportación sino por el incremento del cabotaje. Los puertos privados son en su gran mayoría puertos graneleros y se supuso que se expandirían en función de la demanda pasando de 30 a 50 millones de toneladas transferidas.

El Plan para la Macrozona Centro considera prioritaria la expansión de la vialidad para paliar la congestión con la creación de rutas alternativas longitudinales (por Chada) y transversales (por La Dormida) además de las Orbitales. Los ferrocarriles son también prioritarios para reducir la congestión, sobre todo en los accesos a las ciudades. Se estima que será necesaria la construcción de un nuevo aeropuerto en la macrozona y ampliar los puertos para absorber un incremento substancial de la demanda. Las inversiones se estiman en \$27.437 millones de US dólares y tienen gran rentabilidad.

5.3 Macrozona Sur

La Macrozona Sur (MZS) está constituida por cinco regiones: Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. En la actualidad esta macrozona cuenta con una población de 4,5 millones de habitantes, y se estima que dicha población llegará a los 7 millones de habitantes al año 2050. En la Tabla 33 se muestra el valor agregado y el número de ocupados estimados por actividad económica en esta macrozona para los años 2015 y 2050. Los resultados muestran que los sectores con mayor participación en el valor agregado son servicios y manufactura, mientras que los sectores con mayor tasa de ocupación son comercio y servicios en el 2015, y servicios y manufactura en el 2050.

Tabla 33: Valor agregado por actividad y ocupado por sector económico Macrozona Sur

Actividad Económica	Valor Agregado 2015		Ocupados 2015		Valor Agregado 2050		Ocupados 2050	
	(MMUS\$)	(%)	(Miles)	(%)	(MMUS\$)	(%)	(Miles)	(%)
Agrícola - Pesca	3.241	9%	290	15%	10.610	12%	522	18%
Extractiva	2	0%	18	1%	2	0%	1	0%
Manufactura	12.026	33%	422	22%	29.525	33%	719	25%
Comercio	5.747	16%	540	28%	13.984	16%	554	19%
Servicios	15.001	42%	643	34%	35.798	40%	1.120	38%
Total	36.018	100%	1.913	100%	89.918	100%	2.916	100%

Fuente: Elaboración propia con base de datos del Banco Central y ENE 2018

En conjunto, la macrozona aporta cerca del 15% del PIB nacional. En esta macrozona el sector manufacturero contribuye en un 33% en los años 2015 y 2050 respectivamente. El sector que aumenta su participación es agrícola-pesca al 2050, en 3 pp, mientras que el que cae es servicios en 2 pp.

La Tabla 34 resume los flujos esperados en los principales proyectos medidos en millones de kilómetros de vehículos equivalentes (MMVe-km) por año para la red vial, en pasajeros (PAX) por año en trenes, aeropuertos y toneladas (TON) por año en trenes de carga y transferida en los puertos. También incluye los costos de inversión a precios de mercado, los beneficios y rentabilidad social de la inversión.

Tabla 34: Flujo por grupo de proyectos, inversión y rentabilidad Macrozona Sur

Programa de Proyectos	Flujos	2017	2020	2050	Inversión MMUS\$ (*)	Beneficios MMUS\$	TIR
Central	MM Ve-km	5.740	6.385	18.568	5.380	14.387	21,7%
Costera	MM Ve-km	786	868	2.254	1.142	2.287	20,7%
Interior	MM Ve-km	119	132	873	799	795	8,8%
Transversales	MM Ve-km	2.211	2.399	4.192	2.414	5.109	23,0%
Intermedia	MM Ve-km	756	839	725	326	2.795	24,7%
Bypasses (1)	MM Ve-km	-	-	155	1.004	302	7,4%
Total vial	MM Ve-km	9.610	10.622	26.766	11.065	25.674	21,0%
Ferrocarril pasajeros	PAX/Año	2.251.854	2.703.243	14.868.404	698		
Ferrocarril carga	TON/Año	2.321.648	2.654.151	14.429.864	198		
Aeropuertos	PAX/Año	2.498.526	3.007.397	10.970.062	412	4.672	90,0%
Puertos y Cabotaje	TON/Año	40.718.266	43.160.607	87.363.072	99		0
Puntos de Transbordo					13		
Total					12.484	30.346	54,1%

Fuente: Elaboración propia. Nota: (1) Incluye los beneficios del orbital del Gran Concepción y los costos de los bypasses

5.3.1. Programa de Inversiones Macrozona Sur

Las Tablas 35, 36, 37, 38 y 39 muestran el Nombre del proyecto, operador (DV = Dirección de Vialidad, DGC = Dirección General de Concesiones, EFE = Empresa de Ferrocarriles del Estado, DAP = Dirección de Aeropuertos, DOP = Dirección de Obras Portuarias), el estándar propuesto, longitud del proyecto en kilómetros, el costo de inversión en millones de US dólares y la década de la inversión.



PLAN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA PARA LA MOVILIDAD 2020-2050
PROYECTOS MACROZONA SUR

P17 Puerto Lirquen
 P18 Puerto Penco
 P19 Puerto Talcahuano
 P19 Puerto San Vicente
 P19 Puerto Huachipato

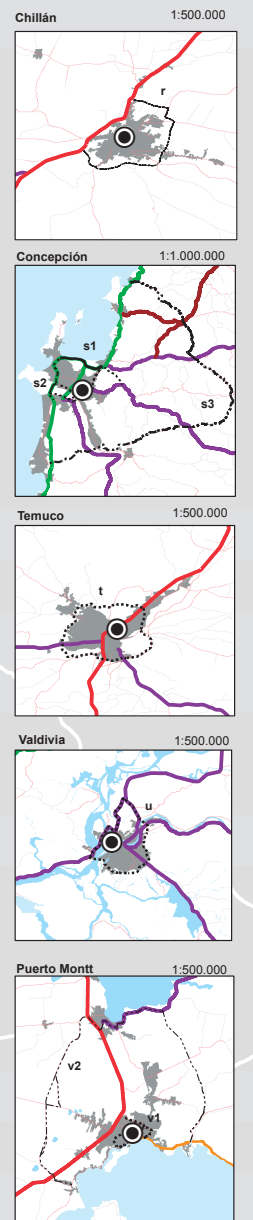
P20 Puerto Coronel

P21 Puerto Corral

P22a Puerto de Puerto Montt
 P22b Puerto Oxean

P23 Puerto Calbuco

P24/OP7 Puerto Quellón



LONGITUDINAL		LEYENDA		FF.CC	
Consolidada	Proyectada	Corredor Central	Corredor Costero	Corredor Interior	Corredor Intermedio
TRANSVERSAL		Corredor Transversal			
RUTAS URBANAS		Circunvalación	Orbitales		
INFRAESTRUCTURA		Pasos Fronterizos	Pasos Fronterizos Priorizados	Red Aeroportuaria	Red Portuaria
SIMBOLOGÍA		Capital Regional	Comunas	Localidades	Áreas Urbanas
		Limite Internacional	Limite Regional	Cruces Marítimos	Rutas Internacionales

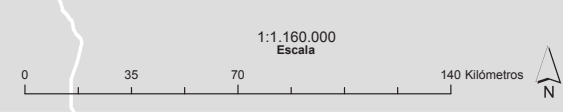


Tabla 35: Estándar y programación de inversiones Macrozona Sur Vialidad

N°	Nombre Proyecto	Prop (6)	Estado Inicial	Estado Final	Longitud (km)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
12	Talca-Chillán	Csdo	2PS	3PS	156	1.615	890	0	725	1615
13	Chillán-Collipulli (1)	Csdo	2PS	3PS	158	983	111	0	680	791
14	Collipulli-Temuco	Csdo	2PS	3PS	146	914	277	0	637	914
15	Temuco-Río Bueno	Csdo	2PS	2PS+	172	517	517	0	0	517
16	Río Bueno-Puerto Montt	Csdo	2PS	2PS+	136	229	229	0	0	229
17	Puerto Montt-Pargua (2)	Csdo	2PS	2PS+	56	124	0	0	0	0
18	Puente Canal de Chacao (1)	DV	NE	2PS	6	896	537	0	0	537
19	Chacao-Chonchi	Csble	1PS(PAV)	2PS	127	557	557	0	0	557
20	Chonchi-Quellón	Csble	1PS(PAV)	2PS	66	220	0	220	0	220
Total Central					1.023	6.054	3118	220	2.042	5.380
36b	Cobquecura-Dichato	DV	NPV	1PS(PAV)	62	216	216	0	0	216
37	Puente Industrial	Csble	NE	2PS	21	273	273	0	0	273
38	Pie de Monte	Csble	NE	2PS	28	277	277	0	0	277
40a	Tres Pinos-Mehuín	DV	1PS(PAV)-	1PS(PAV)	270	71	0	71	0	71
40b	Mehuín-Curiñanco	DV	NPV	1PS(PB)	53	79	59	20	0	79
40c	Curiñanco-Niebla/Valdivia	DV	1PS(PAV)-	1PS(PAV)	22	37	25	12	0	37
41	Valdivia-Maullín	DV	NPV	1PS(PB)	419	190	117	74	0	190
Total Costera					875	1.142	966	177	0	1.142
53	Linares-Melipeuco	DV	NE	1PS(PAV)	621	361	123	168	70	361
54	Melipeuco-Cunco-Puerto Montt ruta interlagos	DV	NPV	1PS(PAV)	577	438	378	60	0	438
Total Interior					1.198	799	501	227	70	799
86	Acceso Norte a Concepción	Csdo	2PS	2PS+	86	464	464	0	0	464
87	Concepción-Cabrero-Antuco	Csdo	2PS	2PS+	155	252	0	0	252	252
88	Acc. Sur Concepción - Mulchén (Ruta 156)	Csdo	1PS(PAV)	2PS	154	293	146	146	0	293
89	Curanilahue-Paso Pichachén	DV	MX	1PS(PAV)	235	111	55	55	0	111
90	Cañete-Curacautín-Paso Pino Hachado	DV	1PS(PAV)-	1PS(PAV)	334	91	46	46	0	91
91	Tranapunte-Temuco-Paso Icalma (1)	DV	1PS(PAV)-	1PS(PAV)	218	65	33	0	0	33
92	Loncoche-Freire-Paso Mamuil Malal	Mixto	1PS(PAV)	1PS(PAV)+	187	402	402	0	0	402
93	Lanco- Paso Carirriñe	DV	1PS(PAV)-	1PS(PAV)	134	97	97	0	0	97
94	Paso Huahum (1)	DV	1PS(PAV)	1PS(PAV)+	223	128	17	103	0	120
95	Acceso Norte Valdivia (3)	Csble	1PS(PAV)	2PS						
96	Acceso Sur Valdivia (4)	Csble	1PS(PAV)	2PS						
97	Osorno-Paso Cardenal Samoré	Mixto	1PS(PAV)	1PS(PAV)+	180	165	110	55	0	165
99	Paso Río Manso	DV	NPV	1PS(PAV)	67	93	93	0	0	93
100	Paso Río Puelo	DV	NPV	1PS(PAV)	70	114	0	114	0	114
101	Santa Lucia-Pasos Futaleufu/Río Encuentro	DV	NPV	1PS(PAV)	133	180	60	120	0	180
Total Transversales					2.176	2.455	1.522	639	252	2.414
121	Los Ángeles - Renaico- Teodoro Schmidt	Mixto	MX	1PS(PAV)+	254	326	326	0	0	326
Total Intermedia					254	326	326	0	0	326
r	Circunvalación Chillán	DV	NE	2PS	23	96	0	96	0	96
s3	Orbital Concepción	Mixto	NE	2PS	101	341	341	0	0	341
t	Circunvalación Temuco	DV	NE	2PS	33	136	0	136	0	136
u	Circunvalación Valdivia	Mixto	NE	2PS	31	145	73	73	0	145
v2	Orbital Puerto Montt	Mixto	NE	2PS	65	286	114	171	0	286
Total Orbitales/Bypasses					253	1.004	528	476	0	1.004

Fuente: Elaboración propia. Nota: (1) Parte de la inversión se ha realizado en años precedentes. (2) Parte o toda la inversión se culminará después del año 2050. (3) Y (4) incluidos en relicitación de Ruta 5 entre Temuco y Río Bueno. (6) (Csdo) Concesionario; (Csble) Concesionable.

Tabla 36: Estándar y programación de inversiones Macrozona Sur Ferrocarriles

N°	Nombre Proyecto	Prop	Estado Inicial	Estado Final	Longitud (km) (1)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
P i x a	Mejoramiento y Ampliación Biotrén	EFE	EO	EO+	24	357	1033	0	0	1033
P i x b	Corto Laja	EFE	EO	EO+	0	26	26	0	0	26
P x b	Parral-Bulnes	EFE	NE	EO	0	16	0	16	0	16
P x c	Extensión Victoria-Temuco a Gorbea	EFE	EO	EO+	43	289	0	231	58	289
P x d	Puerto Varas-Alerce-Puerto Montt	EFE	NE	EO	18	11	0	11	0	11
Total Trenes de Pasajeros					85	698	383	257	58	698
XXI e	Arauco MAPA	EFE	EO	EO+	0	6	6	0	0	6
XXI g	Nuevo Puente sobre el Río Bío Bío	EFE	NE	EO+	2	192	192	0	0	192
Total Trenes de Carga					2	198	198	0	0	198

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) Corresponde a los kilómetros de construcción, conversión de carga a pasajeros o mejoramiento estructural.

Tabla 37: Estándar y programación de inversiones Macrozona Sur Aeropuertos

N°	Nombre Proyecto	Prop (1)	Estado Inicial	Estado Final	Superficie Terminal (m2)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
A12	Carriel Sur	Csdo	EO	EO+	36.300	94	0	45	48	94
A13	La Araucanía	Csdo	EO	EO+	32.600	73	34	39	0	73
A14	Pucón	DAP	EO-	EO	8.300	28	28	0	0	28
A15	Cañal Bajo Carlos Hott Siebert	Csdo	EO	EO+	6.660	21	14	0	7	21
A16	Pichoy	Csdo	EO	EO+	11.500	37	33	4	0	37
A17	El Tepual	Csdo	EO	EO+P	48.400	128	68	32	28	128
A18	Mocopulli	DAP	EO	EO+	6.800	32	19	6	7	32
Total Aeropuertos y aeródromos					150.560	412	196	127	89	412

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) Csdo: Concesionado.

Tabla 38: Estándar y programación de inversiones Macrozona Sur Puertos

N°	Nombre Proyecto	Prop (1)	Estado Inicial	Estado Final	Capacidad Transferencia (MM Ton) (4)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
P18	Puerto de Penco	Pvdo	EO	EO+	0,7	86	11	57	17	86
P17	Puerto de Lirquén	Pvdo	EO	EO+	10,5					
P19	Puerto de San Vicente/Talcahuano/Huachipato (2)	Empresa Estatal y Pvdo.	EO	EO+	22,9					
P20	Puerto de Coronel	Pvdo	EO	EO+	17,6					
P21	Puerto de Corral	Pvdo	EO	EO+	2,6					
P22a	Puerto de Puerto Montt	Empresa Estatal	EO	EO+	5,4					
P22b	Puerto Oxean	Pvdo	EO	EO+	8,8					
P23	Puerto de Calbuco	Pvdo	EO	EO+	11,6					
P24	Puerto de Quellón (3)	Empresa Estatal	EO	EO+	2,5					
Total Puertos y Cabotaje					82,6					

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) Pvdo: Privado. (2) Empresa estatal y terminales privados. (3) Quellón cumple doble función, como punto de transbordo y puerto. El proyecto se refiere a iniciativa de Dirección de Obras Portuarias del MOP. (4) En el caso de los puertos administrados por empresas portuarias estatales, corresponde a la capacidad informada por el puerto, mientras que, en el caso de los puertos privados, se supone que en general se duplica su capacidad, acorde al crecimiento de la demanda.

Tabla 39: Estándar y programación de inversiones Macrozona Sur Obras Portuarias

N°	Nombre Proyecto	prop	Estado Inicial	Estado Final	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
OP2	Chaitén	DOP	R	TP	8	8	0	0	8
OP4	Lago Tagua Tagua	DOP	1T	2T	5	5	0	0	5
OP7	Quellón (1)	DOP	R	TP	0	0	0	0	0
Total Puertos, rampas, transbordadores y terminales portuarios DOP					13	13	0	0	13

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) Quellón cumple doble función, como punto de transbordo y puerto. Su inversión está en la sección Puertos.

Tabla 40: Resumen de programación de inversiones Macrozona Sur (MZS)

Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
13.200	7.774	2.181	2.529	12.484

Fuente: Elaboración propia.

- Longitudinal Central: continúa en forma de autopista con 3 pistas por sentido desde Talca hasta Temuco (12, 13 y 14), reliciéndose en la década del 2020-30 con mejoras los estándares. A partir de Temuco y hasta Pargua (15, 16 y 17) el corredor tiene un estándar adecuado de 2 pistas por sentido para el tráfico estimado. El Puente sobre el Canal de Chacao entraría en operación durante esta década y se propone la continuación del longitudinal (19 y 20) con estándar de autopista hasta el Puerto de Quellón.
- Longitudinal Costero: se sigue pavimentando hasta Concepción (36a, 36b, 36c) completándose la pavimentación durante la década 2030-40. El longitudinal Costero se conecta con la Orbital de Concepción en Dichato y con la posible circunvalación urbana – interportuaria y conexión a través de Talcahuano hasta el nuevo Puente Industrial (37) que atrae mucho tráfico conectándose con la vía Pie de Monte (38) y de allí con la autopista Coronel-Tres Pinos (39). La Costera está pavimentada hasta Mehuín con puente sobre el río Toltén continuando hasta Valdivia y Niebla (40a, 40b y 40c). Este corredor costero tiene gran potencial turístico y su pavimentación se completaría durante el período de 30 años. A partir de Valdivia el corredor costero (41) hasta Maullín requiere un estudio de trazado más detallado. Debido a las dificultades de continuar cerca de la costa de la Región de Los Lagos se propone retirarse hacia el oriente y pasar por el eje Paucho-Fresia-Los Muermos.
- Longitudinal Interior: sería una nueva carretera precordillerana desde Linares hasta Melipeuco (53) y de allí conectándose con la Interlagos por Cunco (54). La pavimentación se haría paulatinamente durante el periodo del Plan.
- Longitudinal Intermedio: surge de la necesidad de dar acceso a una extensa área ya que la Ruta 5 se acerca mucho a la cordillera. El proyecto 120 puede ser mejorado a estándar de autopista en la década 2030-40. El proyecto 121 conecta a Los Ángeles con Teodoro Schmidt a través de Angol, Traiguén y Nueva Imperial.

- Transversales: a puertos se concentran en los accesos a Concepción (86 y 87) siendo el más complejo el acceso sur (88) o ruta de La Madera, y a Valdivia (95 y 96). Los Transversales a pasos fronterizos deben completar su pavimentación respondiendo a las necesidades de conectividad local y a los acuerdos internacionales (89 a 101).³²
- Orbitales y bypass: En Chillán (r), Temuco (t) y Valdivia (u) se generan anillos de circunvalación alrededor de estas capitales regionales evitando el paso por áreas urbanas. El caso de Puerto Montt (v2) la Orbital es más amplia permitiendo un nuevo acceso al aeropuerto y puerto. La Orbital del Gran Concepción (s3) también es amplia desde Dichato a Coronel pasando por Florida y Hualqui.
- Ferrocarriles: los ferrocarriles de pasajeros se concentran en los servicios de cercanías con la ampliación, propuesta por EFE, del Biotrén (Pixa) a Lirquén, pasando por el centro de Concepción, y a Lota. Se estima que captaría casi 15 millones de pasajeros. También se propone el desarrollo de varios servicios de cercanías y media y larga distancia para servir a las ciudades que se encuentran en el corredor ferroviario central. Para el ferrocarril de carga se contempla Arauco MAPA y la construcción de un nuevo puente ferroviario sobre el Biobío, el que se encuentra *ad-portas* de iniciar su construcción.
- Aeropuertos: En los 7 aeropuertos que hay en esta macrozona el crecimiento estimado de pasajeros al 2050 aumenta en 4,2 veces y en más de 150.560 m² en superficies de terminales. Se ejecutarán obras de ampliación de sus terminales y/o áreas de movimiento de acuerdo con las estimaciones de demanda particulares de cada uno de ellos y así responder al crecimiento de pasajeros además de contar con infraestructura resiliente en caso de la conservación de pista principal, evitando el cierre de los aeropuertos
- Puertos: de los nueve puertos, tres son administrados por empresas estatales. El grupo de puertos de la Bahía de San Vicente tiene también puertos privados tal como el terminal de la CAP y de la ENAP y terminal Abastible.

El Plan para la Macrozona Sur aumenta la capacidad del longitudinal Central hasta Temuco. El longitudinal Costero debe continuar su pavimentación y mejoría de trazado, pero requiere estudios más detallados en la Región de Los Lagos. El longitudinal Interior ofrece una alternativa a la Ruta 5 y un estímulo al turismo. La expansión del Biotrén permite aumentar los pasajeros en más de 6 veces, siempre que pase por el centro de Concepción. Las inversiones se estiman en alrededor de \$12.484 millones de US dólares y tienen gran rentabilidad.

5.4 Macrozona Austral

³² Los pasos fronterizos que está contemplando el Plan son Pehuenche, Pichachén, Pino Hachado, Mamuil Malal, Huahum, Cardenal Samoré, Río Manso, Río Puelo, Futaleufú, Icalma y Carirriñe

La Macrozona Austral (MZA) está constituida por 2 regiones: Aysén y Magallanes. Esta macrozona en la actualidad cuenta con una población de 280.000 habitantes. De acuerdo con las estimaciones la población en esta macrozona llegará a los 360.000 habitantes al año 2050. En la Tabla 41 se presenta el valor agregado y el número de ocupados estimados por actividad económica para los años 2015 y 2050. Los resultados muestran que los sectores con mayor participación en el valor agregado son agrícola-pesca, manufactura y servicios, y los sectores que presentan mayores tasas de ocupación son servicios, manufactura y comercio para ambos años.

Tabla 41: Valor agregado por actividad y ocupado por sector económico Macrozona Austral

Actividad Económica	Valor Agregado 2015		Ocupados 2015		Valor Agregado 2050		Ocupados 2050	
	(MMUS\$)	(%)	(Miles)	(%)	(MMUS\$)	(%)	(Miles)	(%)
Agrícola - Pesca	575	14%	15	11%	2.505	24%	35	15%
Extractiva	83	2%	5	4%	57	1%	2	1%
Manufactura	1.083	27%	26	19%	2.617	25%	45	20%
Comercio	635	16%	37	27%	1.546	15%	45	20%
Servicios	1.640	41%	54	39%	3.915	37%	100	44%
Total	4.016	100%	138	100%	10.639	100%	228	100%

Fuente: Elaboración propia con base de datos del Banco Central y ENE 2015

La MZA aporta con un 2% del PIB nacional. Al analizar la evolución del valor agregado se identifica que el sector agrícola-pesca aumenta su participación desde un 14% en 2015 a un 24% en 2050. Las estimaciones surgen del modelo económico regional, el cual empleó informaciones provenientes de la Dirección General de Aguas³³, Instituto Forestal, Banco Central e INE.

La Tabla 42 resume los flujos esperados en los principales proyectos medidos en millones de kilómetros de vehículos equivalentes (MMVe-km) por año para la red vial, en pasajeros (PAX) por año en aeropuertos y toneladas (TON) transferidas por año en los puertos. También incluye los costos de inversión a precios de mercado, los beneficios y rentabilidad social de la inversión. Se puede observar que la inversión vial de MMUS\$ 3.715 da una tasa de rentabilidad aceptable, aunque la baja rentabilidad de los pasos fronterizos hace bajar la rentabilidad de la vialidad. Estos últimos se pavimentan por necesidad de conectividad local y por acuerdos internacionales. El longitudinal Interior aumenta su flujo en 6 veces.

Tabla 42: Estimaciones de flujo por proyectos, inversión y rentabilidad Macrozona Austral

Programa de Proyectos	Flujos	2017	2020	2050	Inversión MMUS\$ (*)	Beneficios MMUS\$	TIR
Central	MM Ve-km	-	-	-	-	-	-
Costera	MM Ve-km	-	-	-	-	-	-
Interior	MM Ve-km	219	245	1.246	905	1.827	24,9%
Transversales	MM Ve-km	155	164	422	894	62	-13,2%
Intermedia	MM Ve-km	-	-	-	-	-	-

³³ “Estimación de la Demanda Actual, Proyecciones Futuras y Caracterización de la Calidad de los Recursos Hídricos en Chile”, MOP, 2017.

Programa de Proyectos	Flujos	2017	2020	2050	Inversión MMUS\$ (*)	Beneficios MMUS\$	TIR
Bypasses	MM Ve-km	-	-	-	60	-	-
Total vial	MM Ve-km	373	409	1.667	1.859	1.890	9,3%
Ferrocarril pasajeros	PAX/Año	0	0	0	0		
Ferrocarril carga	TON/Año	0	0	0	0		
Aeropuertos	PAX/Año	1.701.460	1.898.396	6.661.147	442	3.351	63,2%
Puertos y Cabotaje	TON/Año	2.743.116	2.657.049	7.109.814	76		
Puntos de Transbordo					20		
Total					2.397	5.240	20,9%

Fuente: Elaboración propia

5.4.1. Programa de Inversiones Macrozona Austral

En las Tablas 43, 44, 45 y 46 se indica el nombre del proyecto, operador (DV = Dirección de Vialidad, DAP = Dirección de Aeropuertos, DOP = Dirección de Obras Portuarias, EFE = Empresa de los Ferrocarriles del Estado), el estándar propuesto, longitud del proyecto en kilómetros, el costo de inversión en millones de US dólares y la década de la inversión.



PLAN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA PARA LA MOVILIDAD 2020-2050
PROYECTOS MACROZONA AUSTRAL

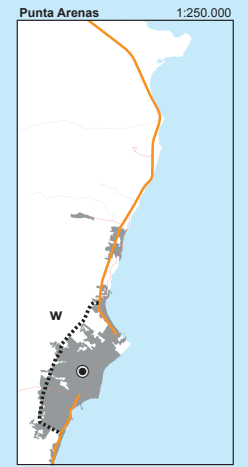
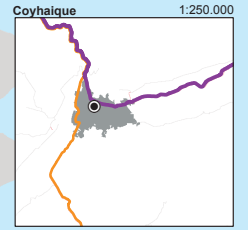
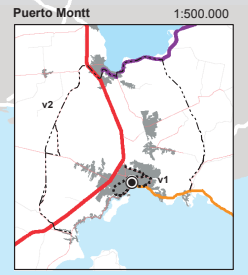
P22a Puerto de Puerto Montt
 P22b Puerto Oxeean
 P23 Puerto Calbuco

P24/OP7 Puerto Quellón

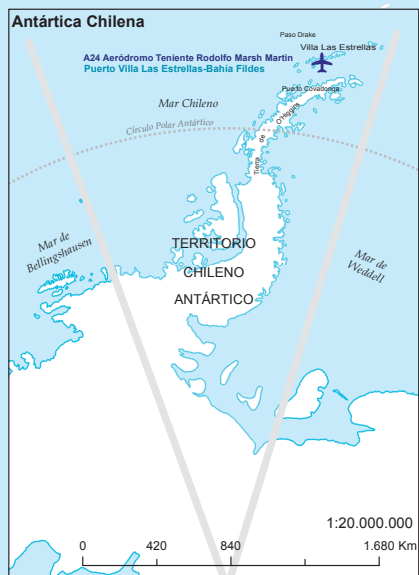
P25 Puerto Chacabuco

P26 Puerto Natales

P27 Puerto de Punta Arenas



* "ACUERDO ENTRE LA REPÚBLICA DE CHILE Y LA REPÚBLICA ARGENTINA PARA PRECISAR EL RECORRIDO DEL LÍMITE DESDE EL MONTE FITZ-ROY HASTA EL CERRO DAUDET"(Buenos Aires, 16 de Diciembre de 1988)



LONGITUDINAL		LEYENDA		FF.CC			
	Consolidada		Proyectada		Corredor Central		Ferrocarril del Norte
					Corredor Costero		Ferrocarril del Sur
					Corredor Interior		Ferrocarril de Carga
					Corredor Intermedio		Ferrocarril (Nuevo)
					Corredor Transversal		Ferrocarril de Cercanía
	RUTAS URBANAS		Circunvalación		INFRAESTRUCTURA		Pasos Fronterizos
			Orbitales				Pasos Fronterizos Priorizados
	Capital Regional		Túneles				Red Portuaria
	Comunas		Límite Internacional				Túneles
	Localidades		Límite Regional				Rutas Internacionales
	Áreas Urbanas						

1:2.500.000
Escala

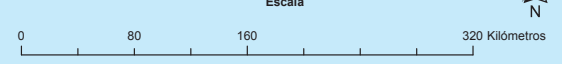


Tabla 43: Estándar y programación de inversiones Macrozona Austral Vialidad

N°	Nombre Proyecto	prop	Estado Inicial	Estado Final	Longitud (km)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
55	Puerto Montt - Villa O'Higgins (1)	DV	NPV	1PS(PAV)	1.044	499	100	100	100	300
57	Punta Delgada- Pto. Williams	DV	NPV	1PS(PB)	552	205	205	0	0	205
58	Chile x Chile Conectividad Austral (2)	DV	NE	1PS(PB)	832	2.125	0	200	200	400
Total Interior					2.428	2.829	305	300	300	905
102	La Junta-Paso Las Pampas	DV	NPV	1PS(PAV)	145	106	0	0	106	106
103	Puerto Cisnes-Paso Río Frías	DV	NPV	1PS(PAV)	140	81	0	0	81	81
104	Puerto Chacabuco-Paso Pampa Alta	DV	NPV	1PS(PAV)	119	78	0	0	78	78
105	Puerto Chacabuco-Paso Coyhaique	DV	NPV	1PS(PAV)	127	75	75	0	0	75
107	Paso Ingeniero Ibañez	DV	NPV	1PS(PAV)	49	25	25	0	0	25
108	Paso Río Jeinimeni	DV	NPV	1PS(PAV)	122	177	88	88	0	177
109	Entrada Baker	DV	NPV	1PS(PAV)	74	51	0	51	0	51
110	Bif. Ruta 7 - Tortel	DV	NPV	1PS(PB)	56	68	68	0	0	68
111	Paso Río Mayer	DV	NPV	1PS(PAV)	56	50	0	50	0	50
115	Paso Casas Viejas	DV	NPV	1PS(PAV)	3	5	5	0	0	5
117	Porvenir-Paso San Sebastián	DV	NPV	1PS(PAV)	261	160	160	0	0	160
118	Eje Longitudinal - Paso Bellavista	DV	NPV	1PS(PAV)	13	18	0	18	0	18
Total Transversales					1.165	894	422	207	264	894
w	Punta Arenas	Mixto	NE	2PS	13	60	0	60	0	60
Total Orbitales/Bypasses					13	60	0	60	0	60

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) Parte o toda la inversión se culminará después del año 2050.

Tabla 44: Estándar y programación de inversiones Macrozona Aeropuertos

N°	Nombre Proyecto	Prop (1)	Estado Inicial	Estado Final	Superficie Terminales (m2)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
A19	Balmaceda	Csdo	EO	EO+	24.400	200	83	106	12	200
A20	Teniente Julio Gallardo	DAP	EO-	EO	3.000	39	28	11	0	39
A21	Presidente Carlos Ibáñez del Campo	Csdo	EO	EO+	35.000	202	91	98	14	202
Total Aeropuertos y Aeródromos					62.400	442	202	215	25	442

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) Csdo: Concesionado.

Tabla 45: Estándar y programación de inversiones Macrozona Puertos

N°	Nombre Proyecto	Prop (1)	Estado Inicial	Estado Final	Capacidad Transferencia (MM Ton)	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
P25	Puerto de Chacabuco	Empresa Estatal	EO	EO+	2,5	51	4	7	40	51
P26	Puerto Natales	Empresa Estatal	EO	EO+	0,9	12	0	12	0	12
P27	Grupo Puertos Punta Arenas	Pvdo-Emp. Estatales	EO	EO+	8,1	13	13	0	0	13
Total Puertos y Cabotaje					11,5	76	17	19	40	76

Fuente: Elaboración propia. Nota (1) Pvdto-Emp. Estatales: Propiedad por parte de privados y empresas portuarias estatales.

Tabla 46: Estándar y programación de inversiones Macrozona Obras Portuarias

N°	Nombre Proyecto	prop	Estado Inicial	Estado Final	Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
OP1	Puerto Cisnes	DOP	R	TP	3	3	0	0	3
OP3	Lago General Carrera	DOP	2T-	2T	8	8	0	0	8
OP5	Primera Angostura en el Estrecho de Magallanes	DOP	3R	4R	4	4	0	0	4
OP6	Puerto Yungay, comuna de Tortel	DOP	R	R+	1	1	0	0	1
OP8	Puerto Navarino, isla Navarino	DOP	NE	TP	4	4	0	0	4
Total Puertos, rampas, transbordadores y terminales portuarios DOP					20	20	0	0	20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Resumen de programación de inversiones Macrozona Austral (MZA)

Inversión MMUS\$	2020 - 2029	2030 - 2039	2040 - 2049	Inversión Período 30 años MMUS\$
4.321	966	801	630	2.397

Fuente: Elaboración propia

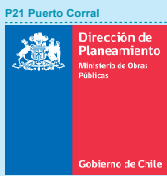
- Longitudinal Interior: es la carretera austral – Ruta 7 y 9 – que da la continuidad desde la Región de Los Lagos hasta la Tierra del Fuego. El Tramo 55 es un corredor bimodal ya que no hay continuidad terrestre y necesita de transbordadores en los tramos marítimos (ver Mapa 10). El Tramo 55 desde Puerto Montt a Villa O'Higgins de más de 1.000 kilómetros debe ser pavimentado en su totalidad. En la Región de Los Lagos existe un transbordador en el estuario de Reloncaví y tiene una alternativa vial por Ensenada, Cochamó y Puelo. Luego se extiende hasta Cholgo para tomar un transbordador hasta Huinay. Una nueva vía se construiría desde Huinay hasta Caleta Gonzalo. El corredor vial continúa hasta Villa O'Higgins. Un trayecto marítimo se utiliza desde Puerto Yungay a Puerto Natales para conectar con la Ruta 9. El Tramo 56 es la Ruta 9 desde Villa Cerro Castillo hasta Fuerte Bulnes. Finalmente, el Tramo 57 comienza desde el transbordador del Estrecho de Magallanes en Punta Delgada hasta Puerto Williams. La alternativa 58 – Chile x Chile – se estima que es un proyecto importante desde la perspectiva de equidad territorial y soberanía, sin embargo, la compleja geografía de la zona aumenta considerablemente los costos del proyecto, con lo cual se sugiere comenzar las primeras etapas constructivas de la iniciativa en la última década del Plan. En la actualidad, la alternativa vial por Argentina es más conveniente. Los flujos generados en Argentina utilizan igualmente el paso por territorio chileno en Tierra del Fuego.
- Transversales: los 16 proyectos contemplan la pavimentación de todos los pasos fronterizos con Argentina. En este contexto, el objetivo es mejorar la integración con Argentina, promover la equidad y soberanía del territorio. En el presente los pasos tienen

poca demanda con excepción de Integración Austral, sin embargo, en el futuro se espera un aumento de la demanda.

- Bypass: se considera un proyecto de este tipo alrededor de la ciudad de Punta Arenas.
- Aeropuertos: Para esta macrozona, el crecimiento estimado de pasajeros al 2050 aumenta en 3,7 veces y en más de 62.400 m² en superficies de terminales.
- Puertos: Hay tres puertos administrados por empresas estatales: Chacabuco, Puerto Natales y Grupo Puertos Punta Arenas.

La Mapa 10 muestra los proyectos de conectividad marítima, lacustre y fluvial en la Macrozona Sur y Austral. Estos proyectos son de responsabilidad de la Dirección de Obras Portuarias y tienen gran incidencia en la conectividad de la Macrozona Austral.

Finalmente hay que considerar que en esta macrozona (incluso ya a partir del área sur de la región de Los Lagos) requiere un tratamiento especial y específico, que complemente los resultados planteados con otros estudios que privilegien otros criterios de priorización, evaluación y financiamiento, tales como evaluación costo-eficiencia, programas de integración de zonas extremas, conectividad bimodal y logística en general.



CONECTIVIDAD MARÍTIMA, LACUSTRE Y FLUVIAL SUR AUSTRAL
PLAN NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA PARA LA MOVILIDAD 2020-2050

MACROZONA AUSTRAL

P21 Puerto Corral
 P22a Puerto de Puerto Montt
 P22b Puerto Osxean
 P23 Puerto Calbuco

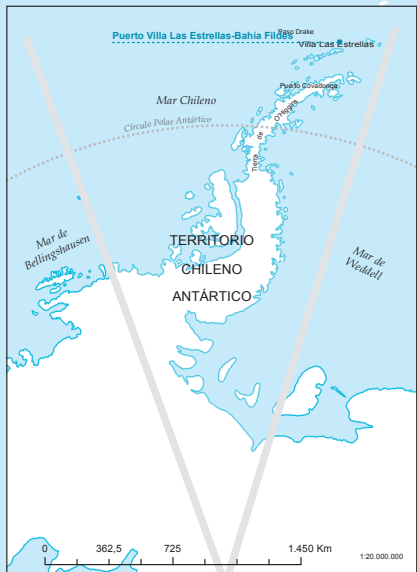
P24 Puerto Quellón

P25 Puerto Chacabuco

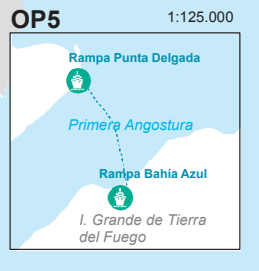
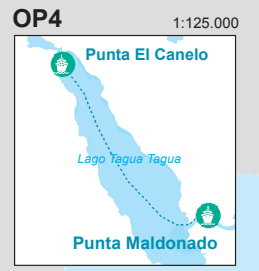
P26 Puerto Natales

P27 Puerto de Punta Arenas

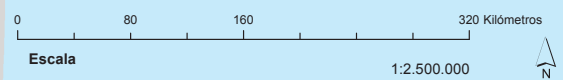
Antártica Chilena



* "ACUERDO ENTRE LA REPÚBLICA DE CHILE Y LA REPÚBLICA ARGENTINA PARA PRECISAR EL RECORRIDO DEL LÍMITE DESDE EL MONTE FITZ-ROY HASTA EL CERRO DAUDET"(Buenos Aires, 16 de Diciembre de 1988)



- Proyectos DOP
- Puertos
- Red Intermodal (Barcazas)
- Cruces Marílimos
- Red de Cabotaje
- Capital Regional
- Capital Comunal
- Pasos Fronterizos



El Plan para la Macrozona Austral prioriza la mejoría de la ruta Interior y la vialidad transversal. Adicionalmente el Plan aumenta la capacidad de los aeropuertos y puertos en 3 veces. El costo total de inversión es \$ 2.397 millones de US dólares. El Plan tiene en consideración los acuerdos alcanzados con Argentina de implementar algunos pasos fronterizos prioritarios.

6 Implementación

6.1 Agentes públicos y privados

El Plan es nacional y multimodal, y ha sido presentado a la Comisión Interministerial de Vivienda, Ciudad y Territorio (COMICIVYT³⁴), no obstante, el éxito de la implementación del Plan está supeditado a una coordinación interministerial. La responsabilidad de ejecución de cada iniciativa corresponde a cada entidad responsable. El Ministerio de Obras Públicas tiene competencias en la ejecución de proyectos de vialidad, aeropuertos, y obras de conectividad marítima, fluvial y lacustre. A su vez, la ampliación de capacidad de puertos será coordinada por las Empresas Portuarias con el Gobierno, y en el caso de ferrocarriles estatales está sujeta a la autorización del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE).

Finalmente, el sector privado cumple un rol preponderante en el desarrollo de vialidad, puertos, aeropuertos, ferrocarriles y ductos, y en este contexto, el Plan promueve una estrecha coordinación con el sector privado. En el caso de las estimaciones de demanda de largo plazo, se ha supuesto que la infraestructura portuaria, ferroviaria y de ductos privados se ampliará conforme aumenta la demanda. Muchos puertos privados están relacionados con la producción de minería y son de propiedad de las mismas empresas. Estos puertos generalmente están especializados en carga a granel, sin embargo, existe un conjunto de puertos multipropósito (Mejillones, Coronel, entre otros) que tienen sus propios planes de expansión.

6.2 Financiamiento de las inversiones.

La inversión en infraestructura que es gestionada por el MOP tiene dos fuentes principales de financiamiento: inversión concesionada (privada) y sectorial (pública). Esta inversión ha aumentado un 24% en los últimos años, pasando de MMUS\$ 1.866 en el 2000 a MMUS\$ 2.317 en el 2018. En el

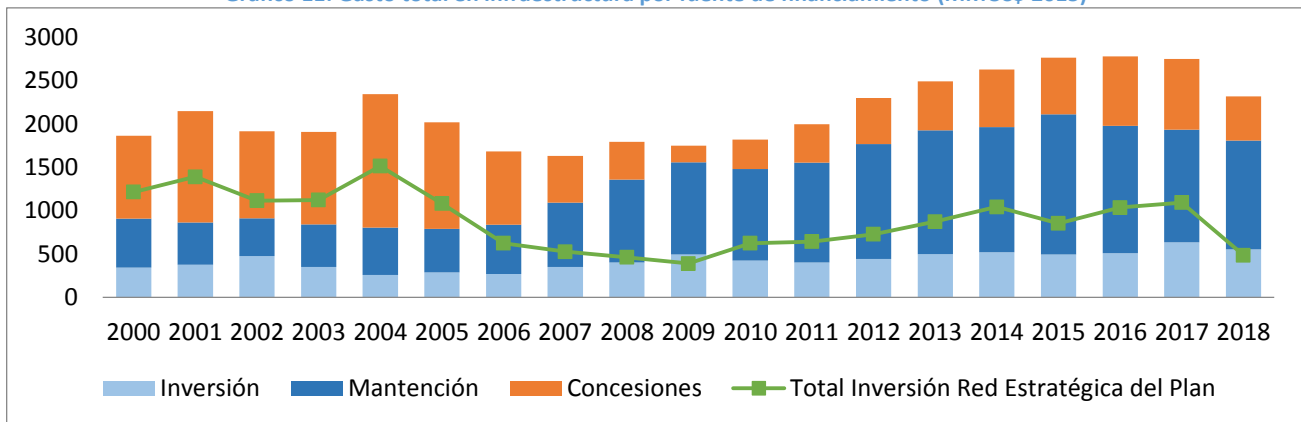
Gráfico 11 se muestran las dos fuentes de financiamiento entre el 2000 y 2018, el gasto sectorial neto es la suma de los gastos en mantención y en inversiones³⁵ (azul y celeste).

³⁴ COMICIVYT está constituido por los ministerios de Vivienda y Urbanismo, de Obras Públicas; Transportes y Telecomunicaciones; Bienes Nacionales; Medio Ambiente; Agricultura; Economía, Fomento y Turismo; Minería; Desarrollo Social; Energía; Subsecretaría General de la Presidencia; y el Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo.

³⁵ Se entiende por mantención: reposición, conservación y rehabilitación. Mientras que Inversión corresponde a: ampliación/mejoramiento y nueva construcción.

La línea verde representa la inversión pública y privada, que ha realizado el MOP en la red estratégica del Plan³⁶. Esta inversión ha ido disminuyendo en el tiempo, pasando de MMUS\$ 1.216 en 2000 a MMUS\$ 487 en el 2018, es decir, un 60% menos.

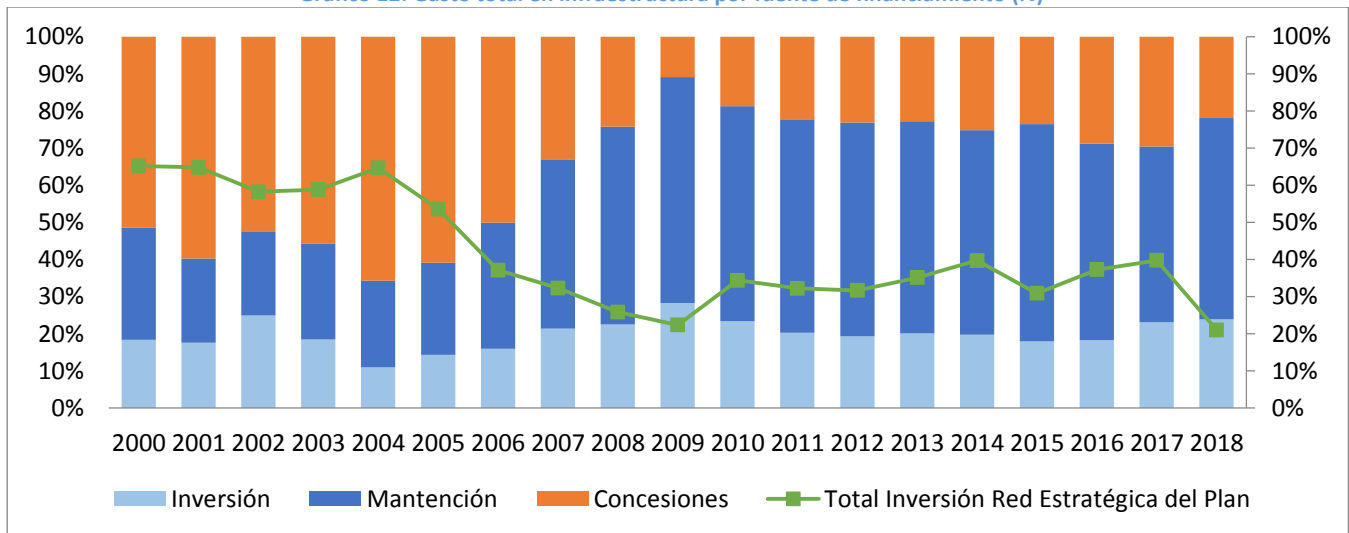
Gráfico 11: Gasto total en infraestructura por fuente de financiamiento (MMUS\$ 2015)



Fuente: Elaboración propia

Por su parte, el Gráfico 12 presenta la participación de la inversión gestionada por el MOP según fuente de financiamiento, en porcentaje. Al respecto, es interesante ver como a partir del 2004, la participación de la inversión privada mediante concesiones ha ido disminuyendo, y como contrapartida la participación sectorial ha ido aumentando, especialmente en lo que respecta a mantenimiento del stock de infraestructura ya que la red ha ido aumentando.

Gráfico 12: Gasto total en infraestructura por fuente de financiamiento (%)



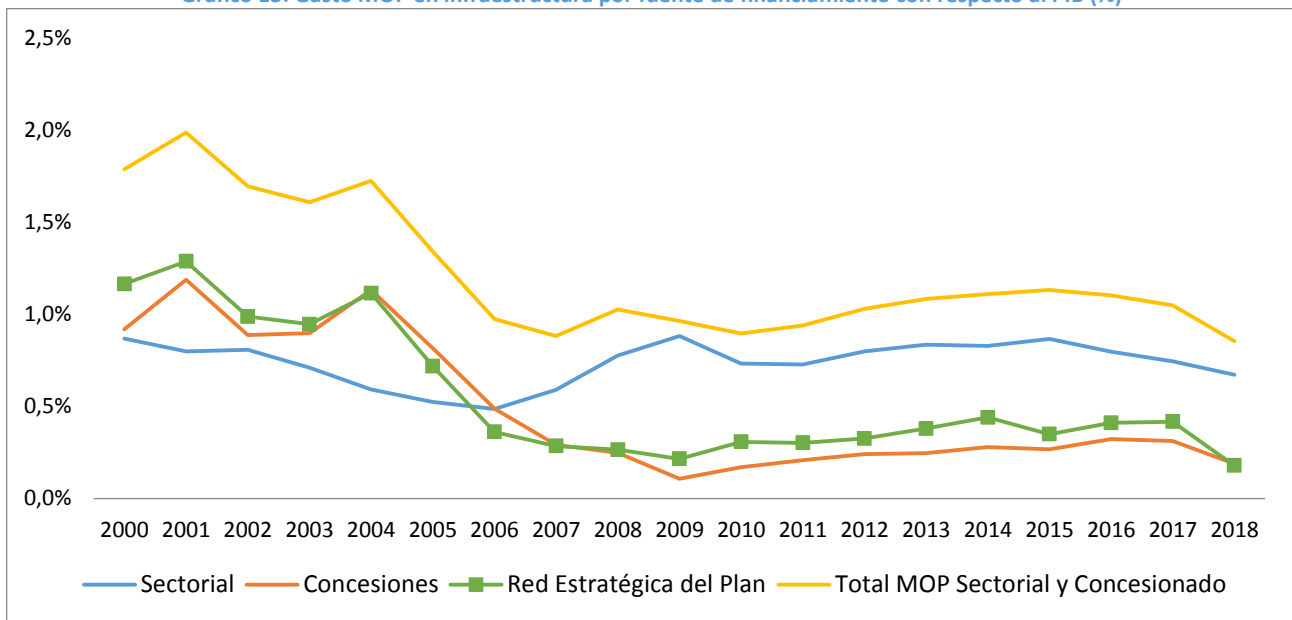
Fuente: Elaboración propia

³⁶La inversión histórica en la red estratégica considerada es aquella inversión realizada en iniciativas de vialidad, aeropuertos y conectividad marítima, fluvial y lacustre vinculadas a la Imagen-Objetivo del Plan.

El gasto en infraestructura en el país tiene una importante participación en el PIB, es decir, en el desempeño global de la economía. Durante el 2011 y el 2018 el Ministerio de Obras Públicas ha invertido anualmente, en promedio, el 1,0% del PIB. En el Gráfico 13 se muestran las dos fuentes de financiamiento de las inversiones y la inversión en la red estratégica del PNIM con respecto al PIB.

El Gráfico 13 muestra como la inversión concesionada, antes del 2004, tenía una mayor participación con respecto al PIB, con una representación promedio en esos primeros años del 1%, y luego cae consistentemente hasta el 2009, llegando a tener una participación de tan sólo 0,1%. Por otro lado, la inversión sectorial neta comienza a tener una mayor participación a partir del 2006, la cual ha sido en promedio para el periodo un 0,7% anual. La inversión en la red estratégica corresponde en promedio al 0,3% del PIB.

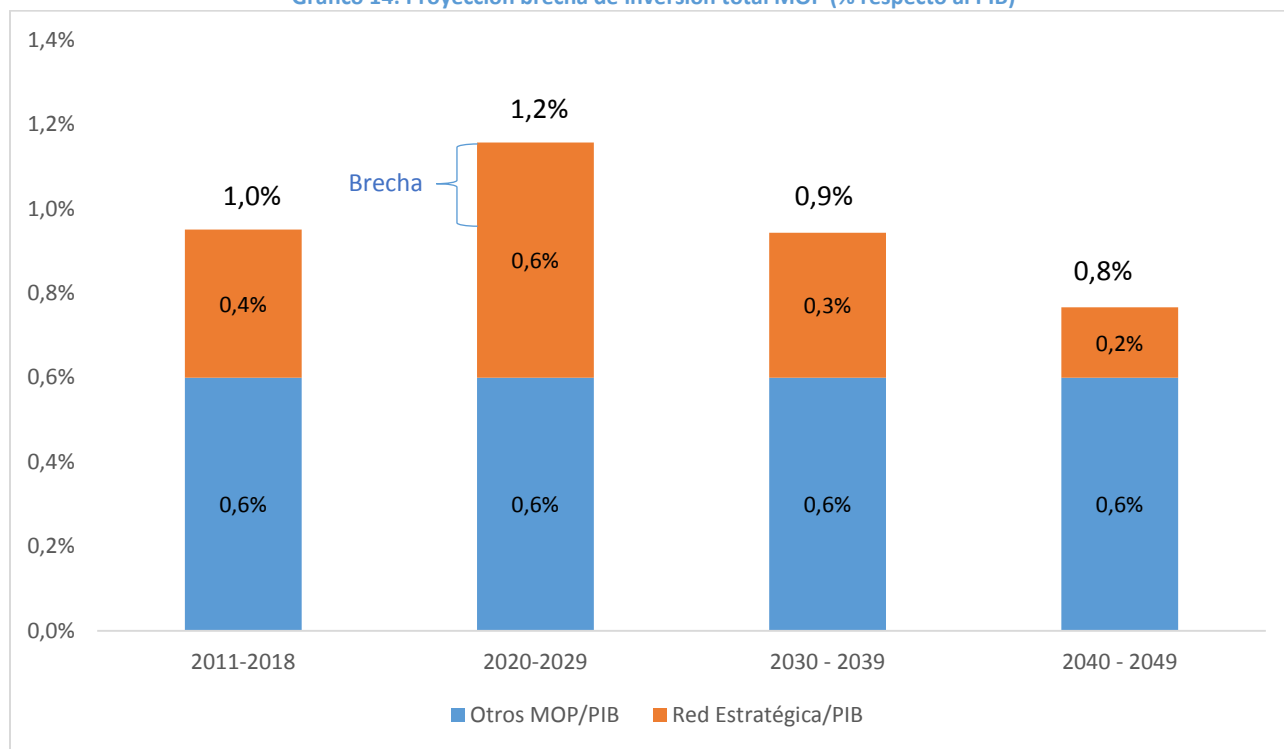
Gráfico 13: Gasto MOP en infraestructura por fuente de financiamiento con respecto al PIB (%)



Fuente: Elaboración propia

Para la implementación del Plan se requerirá financiamiento adicional para inversiones y mantenimiento, tanto público como privado en la red estratégica, lo cual supone abordar una brecha de financiamiento con respecto a la situación actual. En el Gráfico 14 se muestran las participaciones del total de la financiación gestionada por el MOP, incluida la de la red estratégica con respecto al PIB para los cortes 2011-18, 2020-2029, 2030-2039 y 2040-2049. En el periodo 2011-2018 el total de la financiación gestionada por el MOP tenía una participación promedio del 1,0% con respecto al PIB. En este mismo periodo la participación promedio en la red estratégica con respecto al PIB fue de un 0,4%, lo que significa que un 0,6% correspondió a otras inversiones del Ministerio, es decir inversión que no corresponde a la red estratégica. Para determinar la brecha se supuso que este último porcentaje de inversión de 0,6% del PIB (otras inversiones) se mantiene en el largo plazo.

Gráfico 14: Proyección brecha de inversión total MOP (% respecto al PIB)



Fuente: Elaboración propia

A partir del Gráfico 14 se identifica que solo en la primera década del Plan, se supera el 1% del PIB promedio histórico, por lo que se generará una brecha de financiación del 0,2%, ya que cerca de un 42% del costo total del Plan se realizará en el periodo 2020-2029. En las siguientes décadas las proporciones de gasto sectorial en la Red Estratégica del MOP respecto del PIB son 0,3 y 0,2%. En consecuencia, para implementar el Plan se requiere una gestión financiera que permita aumentar el presupuesto en la primera década y luego compensar dicho aumento en las siguientes décadas. Al respecto, se sugiere explorar otras formas de financiamiento, tales como: fondo de infraestructura, financiamiento regional, convenios de programación u otro tipo de alianzas público-privadas.

El costo de inversión para el Ministerio de Obras Públicas para la implementación del Plan se calcula en \$ 38.181 millones de US dólares sin considerar los costos de mantención (que se agregan al gasto de mantención anual de las nuevas infraestructuras que propone el Plan). De este monto, un 34% debería ser financiado mediante presupuesto sectorial del MOP, mientras que el 66% de la inversión podría ser en parte financiada mediante el sistema de concesiones³⁷. Dentro de los proyectos que podrían ser financiados vía concesiones, cerca de MMUS\$ 11.874 son infraestructuras actualmente concesionadas y que se amplían o relícitan; asimismo, se han identificado proyectos que por su potencial demanda pueden ser concesionables en el

³⁷ El Plan cumple un rol estratégico, por tanto, es una propuesta preliminar de aquella infraestructura que debiera ser a través de financiamiento vía el sistema de concesiones. La definición final respecto a la modalidad de financiamiento se realizará en función de la evaluación específica de cada proyecto.

horizonte del Plan, en esta categoría se encuentran MMUS\$ 12.665, lo cual, en algunos casos podría requerir subsidios, por tanto, se hace necesario desarrollar estudios financieros y presupuestarios de mayor detalle.

6.3 Regulaciones y política de precios

Con el objeto de maximizar los beneficios de la cartera de inversiones, se proponen a nivel estratégico medidas de regulaciones y políticas de precios de manera de optimizar el desarrollo y la operación de la red. Las regulaciones pertenecen al ámbito legal y deben ser estudiadas en forma separada por los organismos competentes en la materia, ya que cada modificación puede afectar otras leyes y normas. Asimismo, la política de precios afecta no solo al sistema de transportes, sino que a toda la economía nacional.

En relación con estos aspectos se proponen algunos principios rectores generales.

(i) Regulaciones

Los principios que articulan el conjunto de regulaciones contemplan no privilegiar alguna infraestructura, modelo de negocios o sistema de operación en particular, para lo cual se deben establecer reglas justas, transparentes y no discriminatorias. Los siguientes aspectos deben ser evaluados:

- La planificación debe ser integrada, y debe contar con la aceptación por parte de la Comisión Interministerial de Ciudad, Vivienda y Territorio COMICIVYT, junto con otras instancias relacionadas con la materia. El Plan debe mantener un sistema de información para monitorear la implementación y hacer los ajustes necesarios en el futuro. El Plan debe ser consistente con la Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT), con Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT), Planes y Políticas asociadas al sector logístico, Planes Reguladores Metropolitanos y Comunes, entre otros.
- Si bien el Plan es de alcance nacional y está centrado en la conectividad interurbana, debe también considerar en su implementación elementos de diseño de infraestructura de transporte, de espacio público y de regulación del uso del suelo, ya que tendrá incidencia en la localización de interconexiones entre rutas (orbitales, bypass, rutas intercomunales), de nuevos terminales de buses, de trenes, o refugios de pasajeros. Por ejemplo, en el mediano plazo junto con la implementación del Plan de movilidad se deberán desarrollar estaciones intermodales y nuevas estaciones intermedias en el sistema de ferrocarriles, que impactarán en el espacio público urbano y el paisaje rural.
- La implementación del Plan debe ser responsabilidad de los organismos nacionales competentes en cada infraestructura, ya sea a través de contratación con fondos sectoriales o a través de concesiones, estas últimas con regulaciones claras y universales, estableciendo los deberes y límites entre lo público y lo privado. En este contexto, y considerando la tipología de iniciativas que contiene el Plan, el proceso de seguimiento, revisión y actualización será realizado por el MOP en estrecha coordinación con el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y Empresa de Ferrocarriles del Estado, además de las necesarias interacciones con los Gobiernos Regionales u otros actores locales.
- Establecimiento de un organismo autónomo que supervigile los monopolios y fiscalice la correcta implementación de las normas que regulan la construcción y operación de las infraestructuras y modos de transporte.

- Simplificación y uniformidad de las normas que regulan la revisión de vehículos por condiciones de seguridad y homologación a estándares internacionales para reducir el impacto en la salud y en el entorno (emisiones). Revisar las normas que rigen el transporte de pasajeros y de la carga (dimensiones, peso, etc.).
- Uniformidad de las disposiciones sobre uso de vías (velocidad, señalización, restricciones, cambios de sentido, etc.) y en las demás infraestructuras, tal como el manejo de los “slots” ferroviarios, aéreos y marítimos.
- Regulación en la prestación de servicios en puertos. Específicamente, se recomienda que en el sector marítimo portuario se avance hacia un único sistema logístico-portuario, que unifique los criterios de otorgamiento de concesiones para el desarrollo de infraestructuras, mediante licitación pública, con tarifas básicas públicas, no discriminatorias y con criterios mínimos de calidad en la prestación de los servicios, con temporalidad limitada de concesiones a 30 años a fin de fomentar una mayor competencia entre oferentes y eficiencia para los consumidores finales, y con el control y supervisión adecuados.
- En el caso de las obras portuarias, mejorar la eficiencia y eficacia de la administración de las infraestructuras no afectas a concesión.

(ii) Políticas de precio

Los operadores de las infraestructuras y de los distintos modos de transporte deben internalizar todos los costos y cargar a los usuarios sólo lo que les corresponde.

- Los costos privados de los usuarios u operadores de transporte de pasajeros y de carga (automovilistas, camioneros, etc.) que incluyen tarifas, combustibles, mantención y depreciación de los vehículos, deben internalizar los costos de contaminación y congestión. Las tarifas pueden variar según las condiciones del tráfico en ciertos periodos de tiempo o en áreas determinadas (tarificación vial), o en slots aéreos, ferroviarios y marítimos.
- Se propone en el horizonte del plan desarrollar estudios que analicen los incentivos y la recaudación asociada a la tarifa de congestión. Actualmente, el concesionario aplica correctamente tarifas de congestión para evitar la sobresaturación de su infraestructura. La solución puede ser ampliar la capacidad de la infraestructura en consideración o en otras alternativas modales. Sin embargo, el concesionario no tiene ningún incentivo dado que disminuirían sus retornos. Por tanto, se propone estudiar alternativas para alinear correctamente los incentivos, tales como la posibilidad que sea un órgano del Estado el que recaude el exceso generado por las tarifas de congestión y destine tales recursos a la ampliación de la capacidad de la red en cualquier modo que sea más efectivo.
- Se recomienda un estudio sobre la tasa de impuesto a los combustibles de modo que no sólo incorporen el costo de la provisión de la infraestructura no tarifada sino también el costo de la contaminación producto de los gases de efecto de invernadero que atentan contra la salud. Chile tiene una tasa promedio de aproximadamente 40% para la gasolina mientras que los países de la OCDE

tienen un promedio de 60%³⁸. El impacto en el transporte de un aumento del impuesto puede ser evaluado, pero hay que considerar también el impacto en el resto de la economía.

- Los operadores de concesiones viales pueden aplicar tarifas en forma diferenciada, pero no discriminatoria, por el uso de las concesiones según los distintos tipos de vehículos. Un criterio general es que la tarifa se calcule en función del espacio utilizado y el deterioro que causan en la concesión (por ejemplo, los vehículos pesados usan proporcionalmente más espacio, su velocidad es menor y deterioran más los pavimentos). Sin embargo, el criterio de equidad horizontal no es el único criterio para considerar, también se podrían tener en cuenta otros criterios complementarios, como el de equidad territorial o equidad intergeneracional.³⁹
- Para efectos de financiamiento, la asociación pública privada a través de concesiones es perfectamente aplicable a concesiones viales, aeroportuarias, portuarias y ferroviarias. Las concesiones deben asignarse a través de licitaciones públicas al que ofrezca las mejores condiciones según lo estipulado en las bases de licitación (ya sea por el mínimo peaje, el menor valor presente de los ingresos o a través del mejor pago al Estado por la concesión, u otro). En el caso de concesión de puertos se debe fortalecer el sistema de licitación pública existente y claramente definido en la Ley N°19.542 pero no en el DFL N°340. Mientras que en el caso de concesiones viales que compitan por la demanda, se recomienda la licitación conjunta de ambas rutas, con un mecanismo que gatille la entrada en funcionamiento de la ruta competitiva cuando se aproxime a la saturación de la ruta existente. De esta manera se financiaría la construcción de la segunda ruta con los peajes de la primera (la licitación al mejor postor sería por ambas rutas, es decir “por la cancha”).

7 Conclusiones

El Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020-2050 aporta a los objetivos planteados de permitir el crecimiento económico con eficiencia, equidad y mínimo impacto ambiental. El Plan en su conjunto consigue una alta rentabilidad social de alrededor un 39%, y una distribución de inversiones y beneficios suficientemente equitativa. El impacto ambiental medido por la emisión de carbono se puede considerar bajo, ya que disminuye en torno a un 7% con respecto a la base sin el Plan.

El Plan consigue dar cabida al aumento de la movilidad de los pasajeros y de la carga, condición necesaria para que la economía del país crezca al doble de la actual. Al crecer la producción al doble, es esencial que el transporte de carga pueda crecer en similar magnitud, tanto en productos elaborados como en los insumos para la producción, entre los cuales se incluye a la mano de obra. La movilidad de las personas se incrementa con el aumento del ingreso permitiendo un acceso a mejores empleos y servicios, además de mejorar el acceso a la recreación e interacción social, promoviendo así un aumento del bienestar social.

³⁸ Ver: Environment at a Glance 2015: OECD Indicators, *Road fuel taxes as percentage of price*, 2015.

³⁹ Para mayores antecedentes sobre tarificación revisar: IKONS (2017) Estudio de tarifas en carreteras y autopistas urbanas en Chile. Dirección General de Concesiones. Ministerio de Obras Públicas

El aumento de la movilidad genera un mayor uso de los autos y aviones para los pasajeros y de camiones para la carga. Esto implica un aumento considerable de la congestión vial. Para paliar este impacto, el Plan promueve además de la ampliación de la oferta vial, el uso del ferrocarril para los pasajeros aumentando su uso en casi 4 veces sobre la situación actual, sobre todo para los servicios de cercanías, que son eficientes para llegar a los centros congestionados, además de reducir la contaminación. También la carga por el ferrocarril de EFE aumenta 12 veces, pero lo más significativo es el aumento del cabotaje en 40 millones de toneladas anuales con respecto a la Base sin Plan. El porcentaje de la movilidad de la carga nacional por cabotaje en el Plan aumenta del 14 al 28% con respecto a 2017, con la consecuente reducción del camión que pasa del 87 al 64% de la movilidad nacional.

A pesar de la introducción de nuevas tecnologías en los sistemas de telecomunicación y transporte, no se espera que disminuya la demanda por movilidad, pero sí la contaminación y la inseguridad. El gran problema es la congestión y por ende el Plan propone el aumento de capacidad de toda la red multimodal. El impacto de la congestión es mayor en la Macrozona Centro, donde se concentra la mayor parte de la población. El Plan para esa macrozona propone el aumento de la capacidad de las vías de acceso a Santiago con la creación de vías paralelas y nuevas pistas en las vías existentes. El mayor impacto en la disminución de la congestión es la introducción de vías orbitales, donde el tráfico urbano interfiere con el interurbano.

La comparación con países más desarrollados demuestra que el aumento de la movilidad de los pasajeros, tanto por auto como por avión es creciente. A pesar de los enormes subsidios al transporte público terrestre, el transporte en auto y avión llega al 80% de la movilidad, como es el caso de la Unión Europea. Por eso el Plan considera escenarios de mayor uso de vehículos particulares y transporte aéreo por la población. Sin embargo, simultáneamente promueve modos alternativos y la introducción de nuevas tecnologías, tal como la electromovilidad, para paliar los impactos más negativos.

Es importante complementar las inversiones en la red multimodal con la implementación de políticas de regulación y precio para mejorar la gestión del tráfico tal como el uso de vías reversibles y la introducción de tarifas de congestión. También la eliminación de las restricciones que afectan la libre competencia en el transporte, especialmente en el cabotaje, el cual es una recomendación importante del Plan, en línea con los resultados del trabajo de la Cámara de Diputados, a través de la Comisión Investigadora de la Ley N°19.542.

El costo de inversión se calcula en \$ 49.755 millones de US dólares con una repartición per cápita mayor en las macrozonas extremas Norte y Austral. Si bien la rentabilidad de las inversiones en estas zonas es menor, se justifica en estos territorios desarrollar infraestructura para mejorar la resiliencia y conectividad y accesibilidad a sus habitantes y con ello promover la cohesión social en el territorio y la soberanía nacional.

La forma de determinar la evaluación del Plan fue mediante un enfoque integrado, que incluye aspectos económicos, sociales y ambientales, considerando el efecto de red multimodal e inducción de tráfico. En este sentido, las futuras actualizaciones del Plan debieran tener en consideración estos aspectos.

El Plan proporciona una evaluación estratégica, por tanto, la etapa siguiente consiste en hacer estudios de preinversión con información más detallada de los proyectos. En este contexto, la posibilidad de concesionar algunos proyectos que han sido identificados como factibles, deberá ser abordada mediante estudios detallados que permitan determinar la rentabilidad social y privada de las inversiones.

Uno de los aspectos clave para la ejecución de proyectos es la sociabilización que se realice con los usuarios, operadores e instituciones relacionadas con la infraestructura.

Por esto, el Ministerio de Obras Públicas ha estado dando a conocer los avances y resultados preliminares del Plan de Infraestructura, durante todo el proceso de elaboración de éste a distintos actores, públicos como privados. En efecto, en su oportunidad fue presentado a S.E. el Presidente de la República, ministros, intendentes, senadores y diputados, además de diversos representantes de la sociedad civil, académicos y expertos en materia de infraestructura (ver Apéndice F). El principal objetivo de estas actividades ha sido obtener la indispensable retroalimentación en las distintas instancias de la elaboración del Plan.

Finalmente, la viabilidad del Plan en el largo plazo está supeditada a un proceso de implementación multisectorial y de una actualización periódica de éste. Ambos procesos deben tener como propósito fortalecer los objetivos y la multimodalidad del Plan, incorporando periódicos ajustes a las proyecciones económicas y sociales, la penetración de las tecnologías limpias, los avances de la normativa ambiental y de la institucionalidad asociada al proceso de descentralización y a la participación ciudadana.

8 Apéndices

Ver documento Apéndices

Glosario

Abreviatura	Significado
Csdo:	Concesionado
Csble:	Concesionable
NE	No existe
NPV	No pavimentado (tierra, ripio o bishofita)
1PS(PB)	Calzada simple, pavimento básico
1PS(PAV)	Calzada simple, pavimento estructural
1PS(PAV)+	Calzada simple y pavimento normal con aumentos puntuales de capacidad, mayor extensión, entre otros.
2PS-	Vía doble calzada, pero no todo el tramo
2PS	Vía de doble calzada
2PS+	Vía de doble calzada con mejoras (mediana, mayor extensión, normalización)
3PS	Vía de tres pistas por sentido o capacidad total de seis pistas en ambos sentidos
MX	Distintas categorías en el tramo
EO-	En Operación eventual
EO	En Operación
EO+	En operación con mejoramientos diversos (terminal, pistas, pista de reserva, área de respaldo)
EO+P	En operación, además de mejoramientos diversos, incluye nueva pista de aterrizaje.
1T	1 transbordador
2T-	2 transbordadores, uno requiere reparaciones
2T	2 transbordadores
R	Rampa
R+	Rampa con refugio de pasajeros
TP	Terminal portuario

