

13 RESUMEN Y CONCLUSIONES

13.1 METODOLOGÍA EMPLEADA

A la luz de lo documentado en el presente informe, es posible comprobar que se han cumplido los objetivos y requerimientos planteados por la Contraparte Técnica para la realización del estudio. Lo anterior se refleja en el desarrollo realizado de las siguientes actividades.

El estudio se inició con la recopilación de antecedentes existentes, lo que permitió caracterizar las actividades socioeconómicas y productivas que se desarrollan en la macrozona. A su vez se definió y caracterizó una red de modelación representativa de la red estructurante y de accesibilidad que permite conectar las ciudades y localidades a nivel comunal. En algunos casos la red adquirió un grado de desagregación mayor, con el objeto de evaluar ciertos proyectos de accesibilidad local.

Se aplicó un completo plan de mediciones, el cual incluyó encuestas origen-destino, mediciones de flujo vehicular, mediciones de tiempo de viaje y la aplicación de un catastro vial y de rutas de transporte público. La información fue utilizada en la determinación de los volúmenes vehiculares actuales, la estructura de orígenes-destino de los viajes para los vehículos reasignables, y la implementación y parametrización de la red vial de modelación.

Se desarrollaron modelos econométricos de demanda y modelos de redes de transporte, que permiten proyectar las variables que explican los viajes por tipo de vehículo. Estos modelos fueron calibrados y validados a partir de los antecedentes disponibles, e implementados en plataforma computacional EMME/2.

Se realizó un diagnóstico de tipo territorial en el cual se definen geográficamente los centros productivos dentro de la macrozona. Este análisis se realizó por separado para las cuatro actividades productivas más relevantes del territorio estudiado, según los indicadores de Producto Interno Bruto: Agrícola, Silvícola, Turismo y Minería. El principal resultado fue una selección de aquellas rutas interurbanas involucradas en la dinámica productiva de la macrozona, vale decir que permiten conectar los polos de desarrollo productivo con los centros industriales de procesamiento asociados.

Complementariamente, se definió otro conjunto de proyectos viales que tienen por objeto el aseguramiento de la conectividad vial, tanto de carácter local, como regional e interregional. En esta propuesta se consideran básicamente los proyectos contemplados en el Plan Director de Vialidad.

Los proyectos viales incluyen mejoramientos, mantenciones de diversos estándares y nuevos puentes. Por un tema de restricción presupuestaria y dado que algunos proyectos cumplen objetivos semejantes, sobre todo en servicio a viajes de mediana

y larga distancia, inicialmente se definieron dos planes de proyectos. Ambos planes están conformados por proyectos comunes y proyectos exclusivos de cada plan.

Los planes de proyecto 1 y 2 fueron simulados con el modelo de asignación implementado en EMME/2, aplicándolo para ello en dos etapas, una preliminar donde se descartaron aquellos proyectos que no representan un aporte al plan respectivo, y una definitiva para validar los resultados. Desde el punto de vista de los indicadores de rentabilidad social, el Plan 1 presenta una amplia ventaja por sobre el Plan 2.

Posteriormente se definió un nuevo plan (Plan 3), que incorpora los mejores proyectos obtenidos del análisis de los planes 1 y 2. El Plan 3 considera una maximización de la inversión en obras y mantenimiento, conservando la restricción de rentabilidad económica. Este plan también fue simulado y evaluado con el modelo de transporte EMME/2.

En esta etapa se sugirió como más conveniente para su ejecución el Plan 3, ya que este posee una mayor cobertura y por lo tanto la cantidad de usuarios beneficiados, sin dejar de cumplir los requisitos de rentabilidad económica.

Adicionalmente se desarrollo un análisis de sensibilidad, orientado principalmente a calcular el impacto del cobro de peajes en las vías concesionables sobre la rentabilidad de los proyectos evaluados.

Dado que los proyectos no pueden ser ejecutados en forma simultánea, se definió un calendario de ejecución de cada plan seleccionado, indicando para cada, proyecto la intervención a realizar y el corte temporal en el que se requiere materializar la obra.

En síntesis, se dispone de una herramienta de modelación y análisis que permite evaluar planes de proyecto viales sobre la Macrozona Centro-Sur, y se ha definido dos planes de proyectos viales que apoyan la dinámica productiva territorial, orientados a la conservación y mejoramiento de la conectividad de la red y a la consolidación de nuevas rutas para el transporte vial dentro de la VI y VII regiones.

13.2 SISTEMA DE ACTIVIDADES

13.2.1 Población

La Macrozona Centro Sur presenta las mayores tasas de población rural del país. Las ciudades ubicadas en el Valle Central, Rancagua, San Fernando, Curicó, Talca, Linares y Parral, concentran el mayor porcentaje de la población urbana de este territorio. Se observa un bajo poblamiento del litoral, con respecto al desarrollo de otras regiones como la V y VIII.

Tabla N° 13.2-1
Población Total, Urbana y Rural, Provincias de la Macrozona, Año 2002

Región	Provincia	Pob. Urbana	% Urbana	Pob. Rural	% Rural	Total
VI	Cachapoal	415.108	76,5%	127.793	23,5%	542.901
	Cardenal Caro	18.433	44,8%	22.727	55,2%	41.160
	Colchagua	115.043	58,5%	81.523	41,5%	196.566
	Total	548.584	70,3%	232.043	29,7%	780.627
VII	Talca	266.742	75,6%	86.224	24,4%	352.966
	Cauquenes	38.660	67,7%	18.428	32,3%	57.088
	Curicó	157.876	64,7%	86.177	35,3%	244.053
	Linares	139.742	55,0%	114.248	45,0%	253.990
	Total	603.020	66,4%	305.077	33,6%	908.097
Macrozona		1.151.604	68,2%	537.120	31,8%	1.688.724
Macrozona-País		8,8%	---	26,5%	---	11,2%
País		13.090.113	86,60%	2.026.322	13,40%	15.116.435

Fuente: Censo de Población, INE 2002

13.2.2 Producción y Servicios

La actividad productiva más importante de la macrozona corresponde a la silvícola, la cual es seguida por la actividad industrial. Los bosques, materia prima para la industria forestal, se ubican en los faldeos cordilleranos de los dos cordones. En la Cordillera de la Costa, plantaciones de especies exógenas y en Cordillera de los Andes, bosques nativos que alimentan a aserraderos y plantas de celulosa: Celco en Constitución y Licancel.

La agricultura, concentrada en el Valle Central, consiste en frutícola en la parte norte e intensiva en la parte sur. Los productos agrícolas alimentan industrias de paking para exportación y producción de vinos. Se observa además un importante desarrollo de la viticultura, preferentemente en el valle central de la VI Región.

La gran minería se concentra en los minerales El Teniente y El Fierro, mientras que el turismo es de carácter incipiente en comparación con otras regiones del país, pero tiene un potencial en segunda vivienda, sitios patrimoniales, ruta del vino, áreas del SNASPE, aguas termales y litoral.

Tabla N° 13.2-2
Aporte al PIB Regional de los Sectores más Importantes, Año 2002
(MM\$ de 1996)

Sector	VI	VII	Macrozona	País	% Aporte Macrozona-País
Agropecuario	325.845	224.045	549.889	1.647.623	33,4%
Minería	165.934	1.083	167.017	2.908.345	5,7%
Industria	251.129	265.912	517.041	5.987.262	8,6%
Otros	822.760	826.375	1.649.135	24.614.903	6,7%
Imputaciones Bancarias	-18.398	-21.594	-39.992	-1.218.041	3,3%
Total	1.547.270	1.295.821	2.843.091	33.940.090	8,4%

Fuente: Banco Central de Chile

13.3 FLUJOS Y DEMANDA DE VIAJES

En Tabla N° 13.3-1 se presentan los flujos actuales en las principales rutas de la red vial de la macrozona, y algunas rutas secundarias asociadas a proyectos de pavimentación. Se observa que el mayor tránsito se presenta en la Ruta 5, y en ciertos ejes estructurantes tales como la Ruta de la Fruta (G-66), la Ruta I-50 principalmente en el tramo Ruta 5 – Santa Cruz, la Ruta I-90-H entre San Fernando y Peumo, las rutas H-30, 128Ch y la 115Ch. También presentan flujos importantes algunas rutas pavimentadas en sectores aledaños a la Ruta 5 y a ciudades relevantes, como es el caso de la Ruta L-16 (acceso a Villa Alegre), Ruta J-55 (acceso a Romeral), L-25 (acceso a Yerbias Buenas) y Ruta K-60 (acceso a Penciahue).

En general los flujos vehiculares tienden a disminuir fuertemente en su intensidad a medida que se alejan de la Ruta 5. Un ejemplo de esto lo constituyen las rutas cercanas a la costa, como lo son la Ruta M-50, la Ruta J-80 (no pavimentada) y la Ruta I-520 al sur de Pichilemu.

**Tabla N° 13.3-1
Flujos Actuales Red Macrozona Centro Sur**

Rol	Ubicación	Región	VL	BUS	CS	CP	TMDA
Ruta 5	Norte-Rancagua	VI	7.351	1.224	1.355	2.303	12.233
Ruta-5	San Fernando-Curico	VI	5.732	1.169	902	1.735	9.538
I-50	San Fernando - Nancagua	VI	5.129	342	704	395	6.570
Ruta-5	Curico -Talca	VII	3.783	671	593	1.290	6.337
Ruta 5	Linares -Parral	VII	3.223	620	580	1.234	5.657
Ruta 66	Las Cabras - Peumo	VI	4.057	252	837	260	5.406
Ruta 66	Sector Lago Rapel	VI	2.442	87	272	603	3.404
I-90-H	Cruce con H-800	VI	2.531	141	290	124	3.086
J-55	Poniente -Romeral	VII	2.273	313	204	45	2.835
L-25	Yerbas Buenas	VII	1.716	153	233	43	2.145
L-16	Cruce con L-16	VII	1.727	100	96	16	1.939
J-60	Curico-Rauco	VII	1.362	343	132	88	1.925
K-60	Talca - Penciahue	VII	1.534	86	90	41	1.751
L-30-M	San Javier-Constitución	VII	1.038	109	224	336	1.708
L-11	San Javier-Colbún	VII	1.297	106	101	159	1.663
128	Parral-Cauquenes	VII	1.096	108	235	168	1.607
I-30-J	Sur De Chepica	VI	1.144	152	135	143	1.574
128	Cauquenes-Constitución	VII	1.140	82	117	183	1.522
I-72	Santa Cruz -Lolol	VI	1.212	57	95	40	1.404
Ruta 115-CH	Corralones	VII	1.088	102	128	39	1.357
J-60	Licantén - Iloca	VII	758	25	88	139	1.010
J-60	Hualañé-Licantén	VII	472	146	100	94	812
K-16	Sagrada Familia -Villa Prat	VII	529	222	56	3	810
I-50	Peralillo - Marchigue	VI	524	48	78	95	745
I-50	Pichilemu - Alcones	VI	455	52	72	48	627
M-80-N	Sur De Curanipe	VII	394	51	79	40	564
I-80-G	Sur Litueche	VI	379	24	55	41	499
H-76	San José Marchigue	VI	354	10	73	48	485
Ruta 126	Sur Cauquenes	VII	287	26	65	86	464
I-810	Cabrería	VI	344	34	55	11	444
I-520	Pichilemu-Cahuil	VI	289	27	37	10	363
K-635	San Diego	VII	301	20	31	6	358
L-45	Sur De Llepo	VII	230	14	39	3	286
L-25 / L-265	Cruce	VII	213	10	43	9	275
H-900-I	Peralillo-Las Cabras	VI	155	0	30	28	213
I-880	Chimbarongo	VI	185	12	10	5	212
K-25	Sur De Cumpeo	VII	159	4	27	6	196
K-40 / K-410	Poniente de San Rafael	VII	148	6	20	4	178
J-810	Sector Vichuquén	VII	156	0	10	7	173
I-60	Sur De Pumanque	VI	132	2	16	11	161
K-405 / K-415	Cruce	VII	129	11	16	4	160
Ruta 115-CH	Km. 100	VII	106	1	12	3	122
J - 80 / J - 790	Norte De Vichuquén	VII	82	5	18	1	106
M-40	Sector Puico	VII	51	3	9	2	65

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al volumen y la estructura de los viajes interurbanos, en la Tabla N° 13.3-2 y Tabla N° 13.3-3 siguientes tablas se presenta un resumen con los valores globales obtenidos de la modelación de la demanda de viajes en términos de matrices origen-

destino, para los vehículos reasignables. Se observa que gran parte de los viajes en vehículos livianos se realiza dentro de la macrozona, aproximadamente un 88%, mientras que del 12% restante los viajes se realizan predominantemente hacia la Región Metropolitana. Esta situación se repite en el caso de camiones simples (81% viajes internos), pero varía para los camiones pesados (69% viajes internos). Las tasas de crecimiento de los viajes estimadas no superan el 7,3% en el caso de camiones pesados (VII Región), siendo la más baja la correspondiente a los camiones pesados en la VI Región con una tasa del orden de un 3,2%.

Tabla Nº 13.3-2
Viajes Generados y Atraídos en el Área de Influencia (veh/día)

Zona	Año	Viajes Generados			Viajes Atraídos		
		VL	CS	CP	VL	CS	CP
Norte País	2005	2.789	1.206	713	3.505	1.366	801
	2010	3.699	1.613	940	11.220	3.311	2.295
	2020	6.205	2.743	1.564	17.869	5.343	3.562
R.M.	2005	4.162	938	749	5.526	1.295	1.031
	2010	5.393	1.203	931	767	248	148
	2020	8.814	1.944	1.434	1.250	424	243
Sur País	2005	2.674	1.000	683	2.938	1.090	760
	2010	3.401	1.288	873	3.905	1.434	1.010
	2020	5.392	2.086	1.393	6.267	2.347	1.631
VI Región	2005	82.448	24.089	23.147	80.043	23.551	22.716
	2010	103.158	30.472	29.086	95.919	28.497	26.607
	2020	161.752	48.633	45.862	150.544	45.455	41.927
VII Región	2005	52.768	15.329	15.309	52.830	15.259	15.294
	2010	68.919	19.938	19.936	72.760	21.024	21.706
	2020	113.973	32.838	32.857	120.208	34.674	35.747
Total	2005	144.841	42.562	40.601	144.842	42.561	40.602
	2010	184.570	54.514	51.766	184.571	54.514	51.766
	2020	296.136	88.244	83.110	296.138	88.243	83.110

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 13.3-3
Tasas de Crecimiento de Viajes Generados y Atraídos en el Área de Influencia

Región	Año	Generados			Atraídos		
		VL	CS	CP	VL	CS	CP
VI	2005-2010	4,6%	4,8%	4,7%	3,7%	3,9%	3,2%
	2010-2020	4,6%	4,8%	4,7%	4,6%	4,8%	4,7%
VII	2005-2010	5,5%	5,4%	5,4%	6,6%	6,6%	7,3%
	2010-2020	5,2%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%
Resto	2005-2010	5,4%	5,5%	5,0%	5,8%	5,9%	5,9%
	2010-2020	5,0%	5,1%	4,8%	4,8%	5,0%	4,6%
Global	2005-2010	5,0%	5,1%	5,0%	5,0%	5,1%	5,0%
	2010-2020	4,8%	4,9%	4,8%	4,8%	4,9%	4,8%

Fuente: Elaboración Propia

13.4 DIAGNÓSTICO VIAL

La Macrozona Centro-Sur posee una red con una lograda cobertura territorial. Los usuarios de transporte utilizan mayoritariamente la red pavimentada establecida en base a la Ruta 5, los ejes transversales y las rutas estructurantes. Sin embargo, el nivel de servicio de la red no pavimentada es inadecuado para los requerimientos de los usuarios, debido al estándar de operación, a la vulnerabilidad de tipo climática y por el tránsito de vehículos pesados.

La vialidad de la Macrozona Centro-Sur del país tiene una longitud de aproximadamente 11.516,9 km correspondiente a cerca de un 14% de la totalidad de la red vial nacional. De la magnitud anterior la VI Región cuenta con cerca de 4.131,2 km y la Región del Maule con 7.385,6 km. Las cifras recién expuestas han sido extraídas del documento “Red Vial Nacional, Dimensionamiento y Características, 2005”, realizado por la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas el año 2006.

En cuanto a la configuración de la red vial su eje principal es la Ruta 5, la cual se extiende por cerca de 527,33 Km. correspondiendo un 48,6% a la VI Región y un 51,4% a la VII Región. La Ruta 5 se encuentra concesionada en su totalidad en las regiones bajo estudio, presentando un carácter de Autopista en casi todo su trazado, persistiendo en algunos sectores accesos sin enlace desde caminos secundarios. Este eje une las principales ciudades de la macrozona, tal es el caso de Rancagua, San Fernando, Curicó, Talca y Linares, entre otras. Con la concesión de este eje se han construido tramos segregados de los centros urbanos, para así mantener la categoría de Autopista, siendo una de las obras más importantes el by-pass a Rancagua, el cual se extiende por cerca de 25 Km.

**Tabla 13.4-1
Longitud Red Vial Según Tipo de Carpeta**

Tipo de Carpeta	VI	VII	Total Macrozona	Total País
Asfalto / Hormigón	971,5	1.221,4	2.192,9	14.305,7
Asfalto /Ripio.	176,7	151,9	328,6	2.121,8
Asfalto	40,7	89,3	130,0	514,4
Capa Protección	0,0	0,0	0,0	4,7
Granular Estabilizado	0,0	0,0	0,0	20,9
Hormigón /Ripio	212,8	7,9	220,6	2.124,8
Hormigón	37,6	367,8	405,4	3.341,4
Ripio	1.547,2	3.750,7	5.297,9	37.958,8
Tierra	1.144,7	1.796,7	2.941,4	20.258,6
Total general	4.131,2	7.385,6	11.516,9	80.651,1

Fuente: Dimensionamiento y Caracterización de la Red Vial Nacional, Dirección de Vialidad, MOP 2005.

A su vez la Ruta 115-CH es la única ruta internacional habilitada que posee la Macrozona, extendiéndose por cerca de 161 Km. entre Talca y el Paso Pehuenche, esta ruta se encuentra pavimentada hasta la localidad del Armerillo (64 Km.). Junto con proveer conexión internacional esta ruta une las localidades precordilleranas

entre el río Maule y el río Lircay. Otra ruta que une localidades cordilleranas y precordilleranas con los valles centrales es la Ruta J-55 la cual va desde la Ruta 5, pasando por el pueblo de Romeral y llega hasta el Paso de Vergara en el límite con Argentina.

Los ejes transversales relevantes cuentan con una pista por sentido, por lo que presentan algunos problemas de operación debido a la alta presencia de camiones, y a la extensión de las zonas suburbanas. Lo anterior hace surgir la necesidad de mejorar dichas rutas con algunos tramos en doble calzada, y con sendos by-pass en zonas suburbanas y urbanas consolidadas.

Otro tema relevante son las pasadas de flujo interurbano por algunas ciudades. En efecto, los mayores conflictos se observan en las ciudades de Santa Cruz y Cauquenes, donde el flujo de paso se realiza por la trama urbana. Particularmente relevante en Cauquenes es el estado del puente sobre el río Tutuvén en su acceso sur. el impacto aumenta debido al poco desarrollo de la trama urbana de dicha ciudad. Cabe señalar que la ciudad de Las Cabras presenta un problema de esta índole, el cual podrá ser subsanado si es que se concreta la concesión de la Ruta 66. Para las ciudades de Talca, Parral y Linares se cuenta con proyectos de acceso y by-pass, donde el mayor avance de los estudios se observa en el proyecto de Circunvalación Norte a Talca (Circunvalación Río Claro).

El sector costero de la macrozona se presenta con flujos bastante disminuidos, debido principalmente a la presencia de ciudades con bajo poblamiento, y además porque la principal actividad es de carácter forestal, la cual se asocia con bajas densidades de población. Sin embargo el tráfico posee una fuerte componente de vehículos pesados, lo que acelera el deterioro de las rutas y dificulta su operación, lo que se ve incrementado por la geometría ondulada de los caminos en dichos sectores. Es llamativo que el sector costero de Vichuquén no posea un acceso pavimentado, asociado a su importancia como sector turístico y productivo (área forestal).

En el sector cordillerano de la VII región resalta la necesidad de dar la continuidad al eje precordillerano, de tal manera que sea una alternativa para los usuarios que viajan en esta área, y que actualmente requieran realizar circuitos mayores accediendo a la Ruta 5 para realizar sus viajes.

Finalmente se debe mencionar que la red pavimentada otorga la conectividad requerida para realizar los viajes y permitir que se desarrollen las actividades en la macrozona. Sin embargo la red no pavimentada es muy vulnerable, principalmente por el efecto de las lluvias, por lo cual presenta un bajo estándar en importantes épocas del año, por lo cual se provocan impactos de aislamiento en sectores rurales.

13.5 IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS

Las necesidades de proyectos para la macrozona fueron detectadas a partir de los proyectos existentes extraídos del Plan Director de Vialidad de los Planes Regionales y de los Proyectos Concesionables. A esto se agregó un análisis de las rutas relevantes para los circuitos productivos, lo que se tradujo en la definición de una serie de proyectos principalmente de mantención.

- **Circuitos Productivos**

Se realizó un análisis con el objeto de identificar los circuitos productivos que permiten el transporte de materia prima hacia los centros industriales. A esto se agregó la definición de ejes relevantes para el desarrollo del turismo. Para este análisis se utilizaron coberturas de SIG proporcionadas por la DIRPLAN, y datos extraídos de la ENIA (INE) y de los anuarios de turismo (INE y SERNATUR).

El diagnóstico fue desagregado finalmente en las actividades relevantes primarias representativas de la macrozona: industrial, agrícola, silvícola, turística, minería.

- **Criterio de Conectividad y Accesibilidad**

Complementario a lo anterior, se realizó un análisis de la conectividad de las regiones, centrado en tres aspectos: conectividad local, conectividad regional e interregional y proyectos de accesibilidad urbana.

- Conectividad Local: En relación a este punto se identificaron una serie de sectores poblados que se encuentran conectados por caminos, en su mayoría no pavimentados, a centros urbanos medios y mayores.
- Conectividad Regional: Con respecto a este tipo de conectividad se identificaron una serie de 12 ejes, algunos compuestos por varias rutas, los cuales proveen conectividad tanto a las regiones entre sí como con el resto del país.
- Proyectos Urbanos: Los proyectos de tipo urbano que son relevantes para el análisis de la presente red corresponden a los accesos y by-pass a las ciudades. Estos proyectos han sido incorporados a partir de los antecedentes del Plan Director de Vialidad y de estudios propuestos a Nivel Regional.

13.6 SITUACIÓN BASE

La Situación Base definida incorpora un total de 16 proyectos de pavimentación, que corresponden a inversiones definidas por las autoridades y que tienen un presupuesto asignado.

Entre los proyectos incluidos en la Situación Base destaca el mejoramiento de la Ruta Internacional 115-CH, que conecta a Chile con Argentina a través del paso fronterizo Pehuenche. Esta ruta tiene una extensión aproximada de 170 km, de los cuales solamente 98 km específicamente entre Talca y la localidad de Armerillo, se

encuentran pavimentados. El otro tramo, entre Armerillo y el paso Pehuenche, más complejo por la morfología del terreno y las condiciones climáticas, presenta una carpeta de ripio.

Se incluye además la pavimentación del camino costero entre Iloca y Llico, y la habilitación del puente sobre el río Mataquito, sector costero. Este proyecto cuenta con financiamientos a través del Fondo de Desarrollo Regional. Finalmente se incorpora como proyecto urbano la Circunvalación Norte de Talca.

13.7 PLANES DE PROYECTOS

Los planes de proyecto se conformaron en base a las rutas relevantes identificadas de los análisis llevados a cabo para los circuitos productivos y la conectividad. Estas rutas originalmente fueron agrupadas en tres planes, donde en cada plan existen proyectos comunes (que se reiteran en todos los planes), y proyectos exclusivos.

Por otro lado los proyectos corresponden a intervenciones sobre los caminos identificados, pudiendo ser estos de mejoramiento (camino básico, pavimentación, doble calzada) o mantenimiento.

El Plan 1 contiene proyectos que son de mayor relevancia para su pronta ejecución, tales como el mejoramiento de la Ruta 66 y de la Ruta I-50 y la consolidación del eje precordillerano en la VII Región.

El Plan 2 tiene una serie de proyectos comunes con el Plan 1, y un grupo de proyectos alternativos que pueden poseer algún grado de competencia, además de algunos proyectos que se encuentran sólo a nivel de idea, como por ejemplo el eje precordillerano entre la VII y la VIII regiones (P67), y el eje longitudinal intermedio entre Talca y la Ruta 66 (P59).

El Plan 3 fue definido en forma posterior, y tiene por objeto maximizar la inversión en obras, para la cual fue conformado utilizando el Plan 1 (mejor plan), al cual se le agregaron los mejores proyectos del Plan 2.

En las siguientes tablas se presenta un resumen con las características de cada plan estudiado.

**Tabla Nº 13.7-1
Resumen Plan 1**

Proyectos en el Plan 1	50
Longitud Por Criterio (km)	
Circuito Productivo Agrícola	993,2
Circuito Productivo Silvícola	818,1
Circuito Productivo Turístico	1.145,4
Circuito Productivo Minero	122,5
Accesibilidad Local	377,5
Conectividad Regional –Interregional	956,4
Total	4.413,1
Intervenciones 2010 ((km)	
Pavimentos Básicos	68,5
Pavimentos Asfálticos	441,6
Doble Calzada	173,5
Puentes	1,3
Mantenimiento	1.800,8
Intervenciones 2020 (km)	
Pavimentos Básicos	45,7
Pavimentos Asfálticos	147,1
Doble Calzada	42,1
Puentes	0,0
Mantenimiento	1.972,9
Mayores Inversiones (MM\$) 2010	
P7; Ruta 66 Doble calzada entre Ruta 5-Las Cabras y El Manzano-Límite Regional, además de Bypass Las Cabras	49.550,5
P8; Ruta H-30 Rancagua - Peumo, Doble Calzada	42.357,6
P9; Ruta I-50, San Fernando-Santa Cruz, Doble Calzada	27.895,2
P21; Ruta H-29 Rancagua-Machalí Doble Calzada y H-25 entre Machalí y Sewell Pavimentación Asfáltica	16.512,5
Mayores Inversiones (MM\$) 2020	
P17; M-36 y M-26-L El Sauzal-Ruta 126,Pavimentación Asfáltica	8.896,1
P41; K-68-M y M-20-K Batuco-Carrizal, Pavimentación Asfáltica	8.811,1
P61; K-16 Puente Paula-Puente Lautaro Pavimentación Asfáltica	6.656,9
P19; K-60 Talca-Pencahue Doble Calzada	6.594,0
Inversiones (MM\$)	
Inversión Total 2010 (MM\$)	254.632,6
Inversión Total 2020 (MM\$)	57.710,0

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 13.7-2
Resumen Plan 2**

Proyectos en el Plan 2	50
Longitud Por Criterio (km)	
Circuito Productivo Agrícola	1.003
Circuito Productivo Silvícola	885,1
Circuito Productivo Turístico	923,6
Circuito Productivo Minero	67,5
Accesibilidad Local	422,7
Conectividad Regional –Interregional	974,6
Total	4.276,8
Intervenciones 2010 (km)	
Pavimentos Básicos	98,5
Pavimentos Asfálticos	574,1
Doble Calzada	96,1
Puentes	7,3
Mantenimiento	1.891,5
Intervenciones 2020 (km)	
Pavimentos Básicos	51,5
Pavimentos Asfálticos	101,4
Doble Calzada	74,1
Puentes	0,0
Mantenimiento	2.015,8
Mayores Inversiones (MM\$) 2010	
P59; Precordillerano Central, Mejoramientos, Puentes, Cambios Estándar	64.663,4
P8; Ruta H-30 Rancagua - Peumo, Doble Calzada	42.357,6
P60; Corredor Intermedio, Los Conquistadores-Mataquito, Mejoramientos, Cambios de Estándar y Puente	14.626,3
P14; K-16 Entre Ruta 5 y Puente Lautaro Pavimentación Asfáltica	12.746,4
Mayores Inversiones (MM\$) 2020	
P58; Rutas J-40, J-30-I, I-30-J e I-86 Teno-Bypass Santa Cruz Doble Calzada	32.276,8
P34; Ruta J-80 Hualañé Llico Pavimentación Asfáltica	9.660,0
P50; Ruta I-890 San Fernando-Chimbarongo Doble Calzada	9.256,0
P57; Ruta J-55 Curicó-El Romeral	6.888,8
Inversiones (MM\$)	
Inversión Total 2010 (MM\$)	261.230,6
Inversión Total 2020 (MM\$)	85.162,4

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla Nº 13.7-3
Resumen Plan 3**

Proyectos en el Plan 3	59
Longitud Por Criterio (km)	
Circuito Productivo Agrícola	1.151
Circuito Productivo Silvícola	866,9
Circuito Productivo Turístico	1.145,4
Circuito Productivo Minero	122,5
Accesibilidad Local	457,7
Conectividad Regional –Interregional	1.210,3
Total	4.954,1
Intervenciones 2010 (km)	
Pavimentos Básicos	40,7
Pavimentos Asfálticos	602,0
Doble Calzada	185,1
Puentes	7,8
Mantenimiento	1.998,3
Intervenciones 2020 (km)	
Pavimentos Básicos	122,9
Pavimentos Asfálticos	198,9
Doble Calzada	30,5
Puentes	0,8
Mantenimiento	2.305,1
Mayores Inversiones (MM\$) 2010	
P59; Precordillerano Central, Mejoramientos, Puentes, Cambios Estándar	54.360,0
P7; Ruta 66 Doble calzada entre Ruta 5-Las Cabras y El Manzano-Límite Regional, además de Bypass Las Cabras	49.550,5
P8; Ruta H-30 Rancagua - Peumo, Doble Calzada	42.357,6
P9; Ruta I-50, San Fernando-Santa Cruz, Doble Calzada	27.895,2
Mayores Inversiones (MM\$) 2020	
P60; Corredor Intermedio, Los Conquistadores-Mataquito, Mejoramientos, Cambios de Estándar y Puente	13.659,6
P19; K-60 Talca-Pencahue Doble Calzada	10.550,4
P41; K-68-M y M-20-K Batuco-Carrizal, Pavimentación Asfáltica	8.811,1
P28; M-450 Chanco Empedrado Pavimentación Asfáltico	8.029,4
Inversiones (MM\$)	
Inversión Total 2010 (MM\$)	340.366,8
Inversión Total 2020 (MM\$)	80.596,7

Fuente: Elaboración Propia

13.8 SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN

Se realizó la simulación de los planes aplicando el modelo de asignación implementado con EMME/2. Para la estimación de la rentabilidad de los planes, se realizó una contrastación con respecto a la denominada Situación Base, con lo que fue posible estimar los indicadores de rentabilidad de los proyectos incluidos en cada plan.

Tabla N° 13.8-1
Indicadores Económicos de Rentabilidad

Ítem	Plan 1	Plan 2	Plan 3
Inversión 2010 (Millones \$)	254.633	261.231	340.367
Inversión 2020 (Millones \$)	57.710	85.162	80.597
Conservación Millones \$ (valor actualizado)	163.690	168.146	192.664
VAN (Millones \$)	275.195	-2.645	38.222
TIR	14,5%	7,9%	8,8%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 13.8-2
Análisis de Sensibilidad

Fuente: Elaboración Propia

Indicador	Inversión +20%			Beneficios -20%		
	Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan1	Plan 2	Plan 3
VAN	199.452	-82.659	-59.609	144.413	-82.130	-67.254
TIR	12,0%	6,2%	6,9%	11,5%	5,9%	6,5%

Fuente: Elaboración Propia

Los análisis anteriores demuestran que existen 2 planes que cumplen con los requerimientos de rentabilidad social: el Plan 1 y el Plan 3. Ambos planes cumplen con el requisito de proponer obras de mejoramiento y mantenimiento sustantivo para la red vial de la macrozona, pero enfocados a distintos objetivos.

El Plan 1 tiene por objetivo incluir al menos aquellos proyectos de mayor interés para la planificación del MOP. De esta manera la idea es obtener los mejores indicadores de rentabilidad posible, lo cual se cumple de acuerdo a los resultados obtenidos, observándose una TIR social del 14.5% y un VAN de un 50% con respecto a la inversión en obras.

El Plan 3 por su parte tiene por objetivo maximizar la inversión, cumpliendo con las restricciones de rentabilidad social y financiera. De esta manera incorpora todos los proyectos del Plan 1 más los mejores proyectos del Plan 2. El resultado obtenido demuestra que con una TIR del 8.8% el Plan 3 cumple con el primer requisito, mientras que la inversión de 420.000 millones de pesos es superior en un 35% por sobre lo planteado para el Plan 1.

Por otro lado, el Plan 2 no logra superar el umbral de rentabilidad mínimo. Aún cuando la TIR del 7.9% indica que dicho plan no sería del todo descartable, sí lo es desde el punto de vista que es ampliamente superado por el Plan 1.

Una manera de resumir las ventajas de los mejores planes se presenta en la Tabla N° 13.8-3.

**Tabla N° 13.8-3
Ventajas Comparativas Planes Seleccionados**

ITEM	Plan 1	Plan 3
Mejor TIR	√	
Mejor VAN	√	
Cumple Indicadores de Sensibilidad	√	
Cobertura Red		√
Usuarios Beneficiados		√
Inversión Social		√
Cumple Restricción Financiera	√	√

Fuente: Elaboración Propia

Si bien es labor del MOP decidir cuál de los planes seleccionados es el más adecuado para su implementación de acuerdo a las políticas de inversión que se estipulen, se sugiere como más conveniente para su ejecución el Plan 3. Lo anterior se fundamenta en que el Plan 3 ya posee todas las bondades ofrecidas por el Plan 1, al contener todos sus proyectos, pero además incorpora una mayor cantidad de obras, aumentando la cobertura y por lo tanto la cantidad de usuarios beneficiados, sin dejar de cumplir los requisitos de rentabilidad económica.

13.9 PROYECTOS PARTICULARES

Se realizó una evaluación a nivel de perfil y en forma separada de cinco proyectos viales relevantes para el área en estudio, y que forman parte de los planes estudiados. Los proyectos son:

- Proyecto 1: Mejoramiento Ruta de La Fruta
- Proyecto 2: Mejoramiento Ruta I-50
- Proyecto 3: Implementación Puente Maule en Colbún
- Proyecto 4: Implementación Puente Maule, en Duao (Alternativa 2)
- Proyecto 5: Ruta Forestal Constitución – Cauquenes – Rafael.

**Tabla N° 13.9-1
Indicadores Económicos de Rentabilidad**

Ítem	Proyectos Puntuales						
	P-1	P-1 Tarificado	P-2	P-2 tarificado	P-3	P-4	P-5
Inversión (Millones \$)	49.550	49.550	27.895	27.895	3.440	3.710	8.859
Conservación (Millones \$ *)	5.723	5.723	2.881	2.881	1.200	3.446	2.152
VAN (Millones \$)	47.398	29.819	14.072	6.893	3.874	5.118	3.104
TIR (%)	17,8%	14,3%	12,9%	10,1%	19,8%	17,4%	11,5%

* valor actualizado

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados anteriormente expuestos reflejan lo siguiente:

- Los proyectos de concesión (P-1 y P-2) son rentables socialmente bajo las condiciones de mejoramiento y tarifas planteadas. Esto se cumple para los casos con y sin tarifa evaluados, donde se aprecia que la implementación de peajes afecta a la evaluación social, disminuyendo la TIR en 3.5 puntos (Ruta 66) producto de la evasión del cobro.
- En esta misma línea el proyecto de concesión de la Ruta I-50 (P-2) entrega resultados muy alentadores. Sin embargo son los estudios específicos de estas concesiones los que tienen que determinar en forma más exacta la inversión que ellos requieren y corroborar su bancabilidad.
- De los proyectos orientados a la implementación del Puente sobre el Río Maule, la Alternativa 2 correspondiente a la más cercana a la Ruta 5 presenta mejores indicadores (P- 4). Ambas alternativas son altamente rentables desde el punto de vista social.
- El proyecto de mejoramiento de la Ruta Forestal (P-5) posee indicadores de rentabilidad social positivos. Sin embargo, al igual que los otros casos analizados, este debe ser sometido a un estudio más riguroso de costos de inversión, debido a que presenta tramos con dificultades geométricas y pasos por centros urbanos, aparte del ya mencionado By-Pass Cauquenes (Quirihue, Trehuaco, Coelemu). Del mismo modo si el proyecto es concesionado, debe estudiarse los aspectos tarifarios y de cofinanciamiento.

13.10 RESPECTO DEL FINANCIAMIENTO VIAL

Existen usuarios de la red vial, tales como Codelco, Inacesa y CELCO, que tienen una disposición para compartir aportes a la conservación de las rutas estratégicas, que ellos utilizan en su logística productiva. Ejemplo de lo anterior lo constituyen las experiencias llevadas a cabo en los siguientes caminos:

- i) Viña –La Playa (Sector las Garzas)
- ii) Camino Hacienda los Lingues
- iii) Totihue (financiamiento empresa vitivinícola y Municipio)
- iv) Camino Nogales en Machali (financiamiento Vecinos y Empresa de Áridos)

En este sentido el consultor sugiere tomar contacto con las empresas y entidades mencionadas para estudiar y definir copagos para la mantención de las vías productivas de interés descritas en el presente estudio. En la siguiente tabla se muestra la participación de la carga de camiones sobre algunas rutas principales.

**Tabla Nº 13.10-1
Participación Productiva por Proyecto**

Proyecto	Identificación	Agrícola	Forestal	Otros
7	Ruta 66, entre la Ruta 5 y Límite Regional (RM)	46,0%	13,1%	40,9%
8	Ruta H-30 entre Rancagua y Ruta 66	46,0%	13,1%	40,9%
9	Ruta I-50, entre San Fernando y Snta Cruz	30,1%	8,4%	61,5%
12	J-60, Entre Curicó y Puente Mataquito	14,7%	55,3%	30,1%
13	M-24-K, Entre Puente Lautaro y Constitución	14,7%	55,3%	30,1%
15	M-50, Entre Cauquenes y Constitución	11,5%	23,3%	65,2%
16	M-80-N, Entre la M-50 y límite regional	2,9%	59,9%	37,2%
25	I-502, Entre Cahuil y Boyeruca	14,7%	55,3%	30,1%
26	L-30-M, Entre Constitución y Ruta 5	16,2%	46,5%	37,3%
28	M-450 ,Entre Empedrado y Chanco (M-50)	2,9%	59,9%	37,2%
35	G-880, Entre Rapel y Matanzas	24,1%	40,8%	35,1%
41	M-20-K, Entre la K-60 y Putú (M-24-K)	12,3%	36,8%	51,0%
51	I-111, Entre Ruta 5 y San José de los Lingües	46,0%	13,1%	40,9%
60	Ruta 126, L-326, K-660-L, K-416, entre Limite Regional (VIII) y Río Mataquito	1,2%	62,8%	36,0%
66	H-511, H-611, entre Gultro y Roma	46,0%	13,1%	40,9%
85	J-790, entre Boyeruca y Tilicura	62,4%	12,5%	25,1%
89	Bypass Cauquenes Poniente	1,5%	83,0%	15,5%

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Estimaciones no incorporan camiones vacíos.

Se observa que, descontando los camiones vacíos, existe una serie de rutas cuya composición de la carga en camiones se encuentra bastante acotada o dedicada a un tipo preferente de carga. Esto da pie a proponer un sistema de cofinanciamiento de la mantención que involucre a aquellos usuarios de la vía que producen un mayor deterioro de la infraestructura.

Otra alternativa para financiar proyectos viales es la pavimentación y mejoramiento por concesión, ya sea en la modalidad de peajes sombra, peajes blandos o una combinación de ambos. Se propone seguir la línea de licitación por concesión del Camino de la Fruta, de la Ruta I-50, la Ruta H-30 y La Ruta M-50–Los Conquistadores (Ruta Forestal).

Finalmente los requerimientos de accesibilidad vial para grandes proyectos específicos, tales como centrales hidroeléctricas, son los usuarios directos los que deben aportar a la construcción de las obras.

13	RESUMEN Y CONCLUSIONES	13-1
13.1	METODOLOGÍA EMPLEADA	13-1
13.2	SISTEMA DE ACTIVIDADES	13-3
13.2.1	Población	13-3
13.2.2	Producción y Servicios	13-3
13.3	FLUJOS Y DEMANDA DE VIAJES	13-4
13.4	DIAGNÓSTICO VIAL	13-7
13.5	IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS	13-9
13.6	SITUACIÓN BASE	13-9
13.7	PLANES DE PROYECTOS	13-10
13.8	SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN	13-14
13.9	PROYECTOS PARTICULARES	13-15
13.10	RESPECTO DEL FINANCIAMIENTO VIAL	13-16