

6 MODELO DE REDES

6.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe el proceso de construcción de las redes de modelación para la situación de referencia o de calibración establecida, conjuntamente con el Mandante, como el año 2000.

El modelo de transporte, que permite simular el comportamiento de los usuarios del sistema vial -incluyendo vehículos de pasajeros y carga- y estudiar el impacto de determinados proyectos sobre el sistema de transporte, requiere la construcción de las redes viales con sus características físicas y operacionales. También se necesita representar la estructura espacial de los viajes, lo cual se realiza a través de matrices de viajes origen-destino.

La información utilizada para la estimación de las matrices de viaje y la calibración de los modelos de asignación a la red ha sido obtenida de estudios ya ejecutados y de la recolección de información periódica que realiza la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas (MOP). El presente estudio no contempla la recolección de información adicional, puesto que existe una gran cantidad de datos disponibles.

Las principales fuentes de información consultadas para la construcción del modelo de redes 2000 fueron las siguientes:

- *"Plan Director de Infraestructura Chile 2000-2010 Etapa I"*, CIS Asociados Consultores en Ingeniería, Informe Final 1999.
- *"Diagnóstico de la Red Vial Interurbana"*, A.G. Ingeniería Ltda., Informe Final 1999.
- Modelo de redes, entregado en formatos TransCAD y SATURN, y matrices de viajes origen-destino, entregadas en formato EXCEL, desarrollados como parte del estudio *"Diagnóstico de la Red Vial Interurbana"*
- *Análisis y Desarrollo Evaluación Sistema de Transporte Interurbano, IV Etapa*, ASTRA Ltda., Informes Final y Ejecutivo 1999.
- *Análisis y Desarrollo Evaluación Sistema de Transporte Interurbano, V Etapa*, CIS Asociados Consultores en Transporte, Informe Ejecutivo 1999.
- *Análisis y Desarrollo Evaluación Sistema de Transporte Interurbano, VI Etapa*, ASTRA Ltda., Informes Final y Ejecutivo 1999.
- *"Análisis, Desarrollo y Evaluación Sistema de Transporte Interurbano, IX Etapa (ESTRASUR)"*, A.G. Ingeniería Ltda., Informes Final y Ejecutivo 1999.

El modelo de transporte 2000 desarrollado por el Consultor como parte del *"Plan Director de Infraestructura Chile 2000-2010"*, y objeto de este documento, se basa en gran medida en el modelo de redes y las matrices de viajes que resultaron del estudio *"Diagnóstico de la Red Vial Interurbana"* (A.G. Ingeniería Ltda., 1999). Es

por ello que a continuación se describen brevemente las principales características del modelo de transporte 1996.

Además, como parte del estudio "*Análisis, Desarrollo y Evaluación Sistema de Transporte Interurbano, IX Etapa*" (A.G. Ingeniería Ltda., 1999) se determinaron y calibraron funciones de costos de operación y tiempos de viaje para los arcos de la red vial correspondiente a la macrozona Sur sobre la base de una estratificación de caminos, que considera sus principales características geométricas y carpeta de rodadura. Estos resultados, en particular los costos de operación, fueron incorporados en el modelo de redes 1996. Para mayor información sobre la actualización y determinación de los costos de operación, el Consultor recomienda consultar el estudio "*Análisis y Desarrollo Evaluación del Sistema de Transporte Interurbano, IX Etapa*" (Capítulos 3 y 5, Anexos 3.1 y 5.1), A.G. Ingeniería Ltda., Informe Final 1999.

6.2 MODELO DE REDES 1996

Este modelo incorpora tres niveles de análisis, Nacional, Macrozonal y Regional, para lo cual considera distintos niveles de detalle tanto en las redes consideradas como en la agregación de la información de demanda.

La unidad temporal utilizada para la modelación es una hora promedio diaria, modelando así un flujo horario representativo del Tránsito Medio Diario Anual (TMDA), sin realizar una diferenciación en cuanto a temporadas.

La definición de tipos de usuarios para vehículos asignables utilizada es la siguiente: usuarios de vehículos livianos 'cautivos' (representa 54.9% de la matriz total de vehículos livianos), usuarios de vehículos livianos 'autofinanciados' (representa 45.1% de la matriz total de vehículos livianos), camiones de 2 ejes, camiones de más de 2 ejes. Los usuarios de vehículos livianos fueron definidas a partir de los resultados de los estudios de demanda realizados en el marco de las concesiones de la Ruta 5. Los buses y modos colectivos fueron modelados en términos de rutas con flujos fijos puesto la imposibilidad de representar estos modos a nivel de matriz.

Los factores de equivalencia utilizados son los siguientes:

Vehículos livianos:	1,0 veq/veh
Camiones de 2 ejes:	2,0 veq/veh
Buses:	2,0 veq/veh
Camiones de más de 2 ejes:	3,6 veq/veh

En cuanto a la demanda, la información con que se construyeron las matrices origen-destino *a priori* de vehículos corresponde a la proveniente de estudios de concesiones de la Ruta 5, efectuados el año 1996, la encuesta origen-destino 1991 (Dirección de Vialidad), proyectada al año 1996 y el Plan Nacional de Censos, también de la Dirección de Vialidad y correspondiente al año 1996. Los

antecedentes del Plan Nacional de Censos de 1996 fueron utilizados para calibrar las matrices de viajes. La información sobre la demanda se encuentra reportada en detalle en el Anexo N°1 Sistema de Actividades del Informe Final del estudio "*Diagnóstico de la Red Vial Interurbana*" (A.G. Ingeniería Ltda., 1999).

Cabe señalar que la macrozona Austral no fue caracterizada puesto que la información de matrices no presenta una cobertura mínima para un buen análisis (o ya que la información existente no fue considerada como suficiente).

En cuanto a las redes viales, se construyeron las siguientes mallas de modelación en base a la cartografía digitalizada elaborada por el Programa de Percepción Remota de la Universidad Católica la que ha fue actualizada con las cartas camineras del MOP del año 1996:

- 4 redes macrozonales: macrozona Norte (regiones I a III), macrozona Centro (regiones IV a VI y Metropolitana), macrozona Sur (regiones VII a X), macrozona Austral (regiones XI y XII);
- 13 redes regionales;
- 1 red nacional.

La definición de las redes viales se basó en la jerarquía de las rutas, la conectividad a centros administrativos y/o centros económicos o de servicios importantes y los niveles de tránsito. Un caso particular es el de la red correspondiente a la macrozona Sur. Esta se encontraba construida en el contexto del estudio ESTRASUR.

Sobre la base cartográfica, se realizó la definición topológica de las redes de modelación, o sea, definir los arcos que conforman cada uno de los caminos que estructuran cada red. Las características geométricas consideradas y las fuentes correspondientes se resumen a continuación:

- Curvatura horizontal: se obtuvo a partir de la observación directa de cada uno de los arcos de las redes viales en planta.
- Curvatura vertical: se utilizaron mapas de pendientes y otras coberturas de información como la red de drenaje.
- Carpeta de rodadura: proviene de la información contenida en la cartografía básica utilizada y complementada a partir de un barrido realizado sobre la cartografía de la Dirección de Vialidad actualizada al año 1996 y otros estudios.
- Rugosidad: se obtuvo de la información recopilada como parte de diversos estudios de Concesiones Interurbanas y visitas a terreno.
- Tipo de calzada: se obtuvo de diversas fuentes, entre ellas se cuentan las cartas camineras, y la recopilación que se realizó de diversos estudios de Concesiones Interurbanas (Ruta 5, Acceso Norte a Concepción, Camino de la Madera).
- Longitud: corresponde a la distancia calculada con TRANSCAD la cual corresponde a la arrojada por la cartas camineras.

- Capacidad: los valores utilizados fueron definidos en base de lo recomendado en el *Highway Capacity Manual* de 1992. La principal diferenciación hecha con las capacidades es entre caminos de doble calzada, calzada simple y de tierra o agregado pétreo, definiéndose capacidades de 4000, 1400 y 1000 veq/hr, respectivamente. Estos valores son concordantes a los establecidos en el marco de los estudios de concesiones de la Ruta 5.

En el caso de los vehículos livianos, la función de costos es dependiente de una constante rutal que expresa el comportamiento de los viajeros frente a la decisión de utilizar rutas de distinto estándar, del tiempo en que se recorren los arcos en la red y de costo de combustible más peajes.

$$U = \alpha_{\text{rutal}} * \text{Distancia} + \alpha_{\text{tiempo}} * \text{Tiempo} + \alpha_{\text{costo}} * \text{Costo}$$

donde,

$\alpha_{\text{rutal}} - \text{RR}$: constante ruta rural pavimentada (utiles/km)

$\alpha_{\text{rutal}} - \text{CT}$: constante ruta tierra (utiles/km)

$\alpha_{\text{rutal}} - \text{CP}$: constante ruta cuesta pavimentada (utiles/km)

$\alpha_{\text{rutal}} - \text{R5}$: constante rutal Ruta 5 Actual (utiles/km)

α_{costo} : constante costo total viaje, peaje más combustible (utiles/Miles de \$)

α_{tiempo} : constante tiempo total del viaje (utiles/Hora)

CUADRO N° 6.1: PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN DE COSTO GENERALIZADO DE VEHÍCULOS LIVIANOS

VARIABLE	PAGA EMPLEADOR
$\alpha_{\text{rutal}} - \text{RR}$	4.361
$\alpha_{\text{rutal}} - \text{CT}$	16.07
$\alpha_{\text{rutal}} - \text{CP}$	13.351
$\alpha_{\text{rutal}} - \text{R5}$	1.0897
α_{costo}	1
α_{tiempo}	19.082

FUENTE: "Diagnóstico de la Red Vial Interurbana", (A.G. Ingeniería Ltda., 1999)

Para el caso de los camiones de 2 ejes y más de 2 ejes se utilizó una expresión de costo generalizado de la siguiente forma:

$$C = (C_{\text{combustible}} + C_{\text{operacional}}) * \text{Longitud del Arco} + C_{\text{peaje}}$$

donde,

$C_{\text{combustible}}$: costo en \$/km del gasto de combustible

$C_{\text{operacional}}$: costo en \$/km del gasto de neumáticos, lubricantes y otros

Longitud del arco en km

C_{peaje} : costo del peaje en el arco en \$

Los datos de $C_{\text{combustible}}$ y $C_{\text{operacional}}$ fueron obtenidos directamente a partir del uso del modelo COPER desarrollado por la Universidad de Chile.

El vector de precios utilizados se obtiene a partir de los precios sociales de MIDEPLAN de Diciembre de 1996 transformados a valores privados utilizando los factores de conversión entregados por MIDEPLAN.

En cuanto al valor subjetivo del tiempo, este se obtuvo a partir de los modelos calibrados de preferencias declaradas construidos para los estudios de concesiones de la Ruta 5 (MOP, 1996). Para los vehículos livianos 'cautivos' se utilizó 1.00 \$/min y para los vehículos livianos 'autofinanciados' se modeló 19.08 \$/min; los camiones livianos y pesados no fueron modelados por tiempo. Si bien los valores del tiempo obtenidos en ese estudio son bajos con relación a otros realizados en el país (la mayoría de carácter urbano), se decidió mantenerlos a fin de no alterar la estructura general del modelo de elección ruta utilizado, aspecto que fue discutido con la contraparte técnica del estudio.

La depreciación no fue considerada como parte del consumo de otros costos de operación para ningún tipo de vehículo. En el caso de camiones los costos considerados son: consumo de combustible, lubricantes, neumáticos, repuestos y mano de obra. En el caso de vehículos livianos se consideró solamente el consumo de combustible.

6.3 MODELO DE REDES 2000

El modelo de redes 2000 debe poder satisfacer aquellos objetivos planteados por el "Plan Director de Infraestructura Chile 2000-2010" relacionados con la representación de la oferta vial dentro del territorio nacional y de la demanda de viajes al 2000, así como de la evaluación de proyectos viales al 2005 y 2010. Es por ello que el modelo de redes 2000, aunque basado en la información recopilada y en los productos generados como parte del estudio "Diagnóstico de la Red Vial Interurbana" (A.G. Ingeniería Ltda., 1999), es un modelo con características propias las cuales se describen en detalle en las siguientes secciones del presente documento.

En términos generales, se puede mencionar que dado el tamaño del área de estudio, la modelación se desarrolla a nivel macrozonal, siendo la comuna la división zonal más fina. Además, se asignan tres tipos de vehículos: vehículos livianos, camiones de dos ejes (o livianos) y camiones de más de dos ejes (o pesados). El transporte público -básicamente, los buses - son modelados como flujo fijo con el fin de descontar capacidad en los arcos que utilizan.

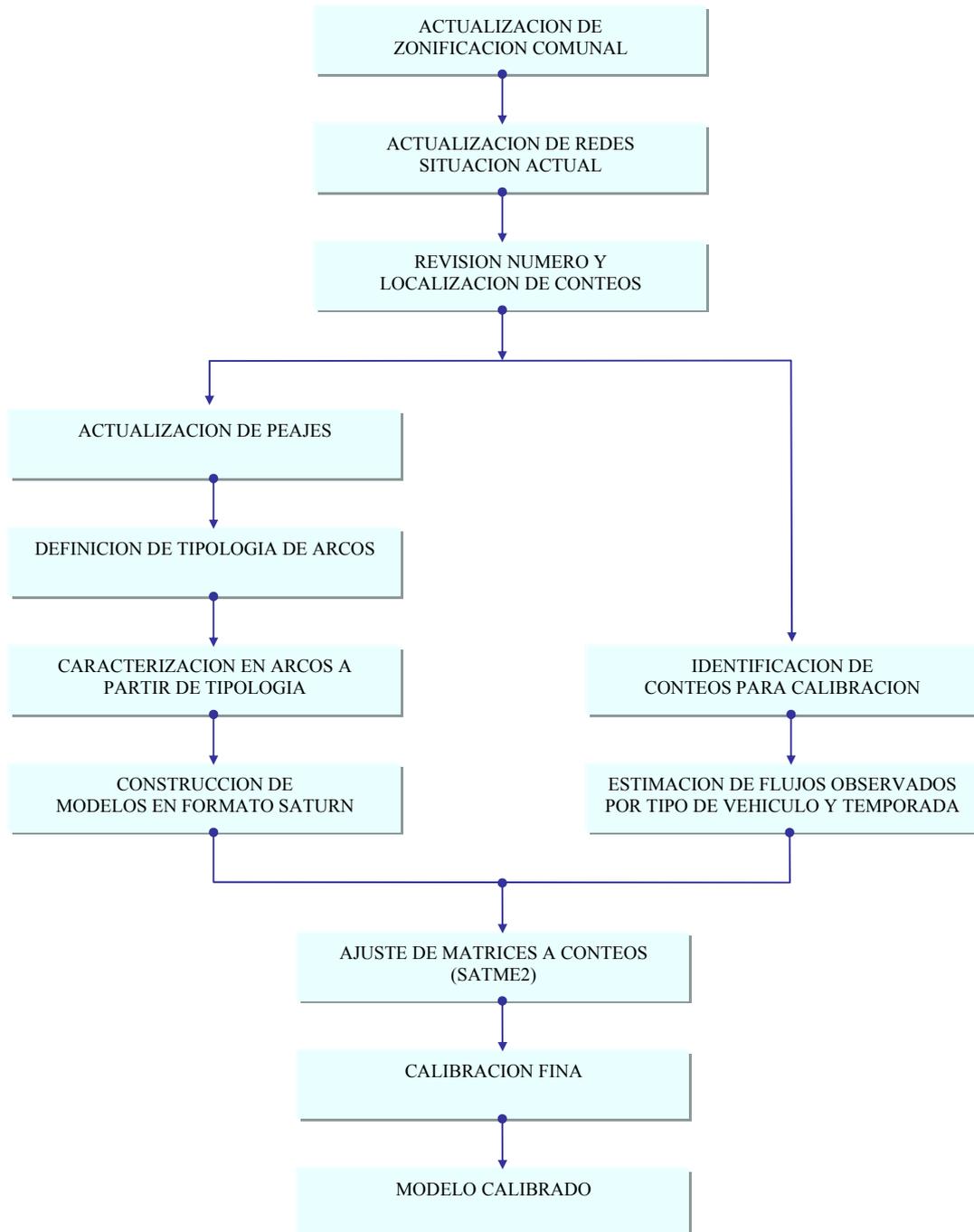
En cuanto a la representación de la demanda, el modelo de redes 2000 considera 2 períodos: una hora promedio diurno (14 horas) de un día laboral durante la temporada normal y una hora promedio diurno de un día laboral de la temporada estival.

La metodología adoptada para la etapa de calibración de los modelos de redes considera como criterios básicos replicar las proporciones de elección de rutas entregadas por los estudios de preferencia y ajustar los viajes en la red de modo

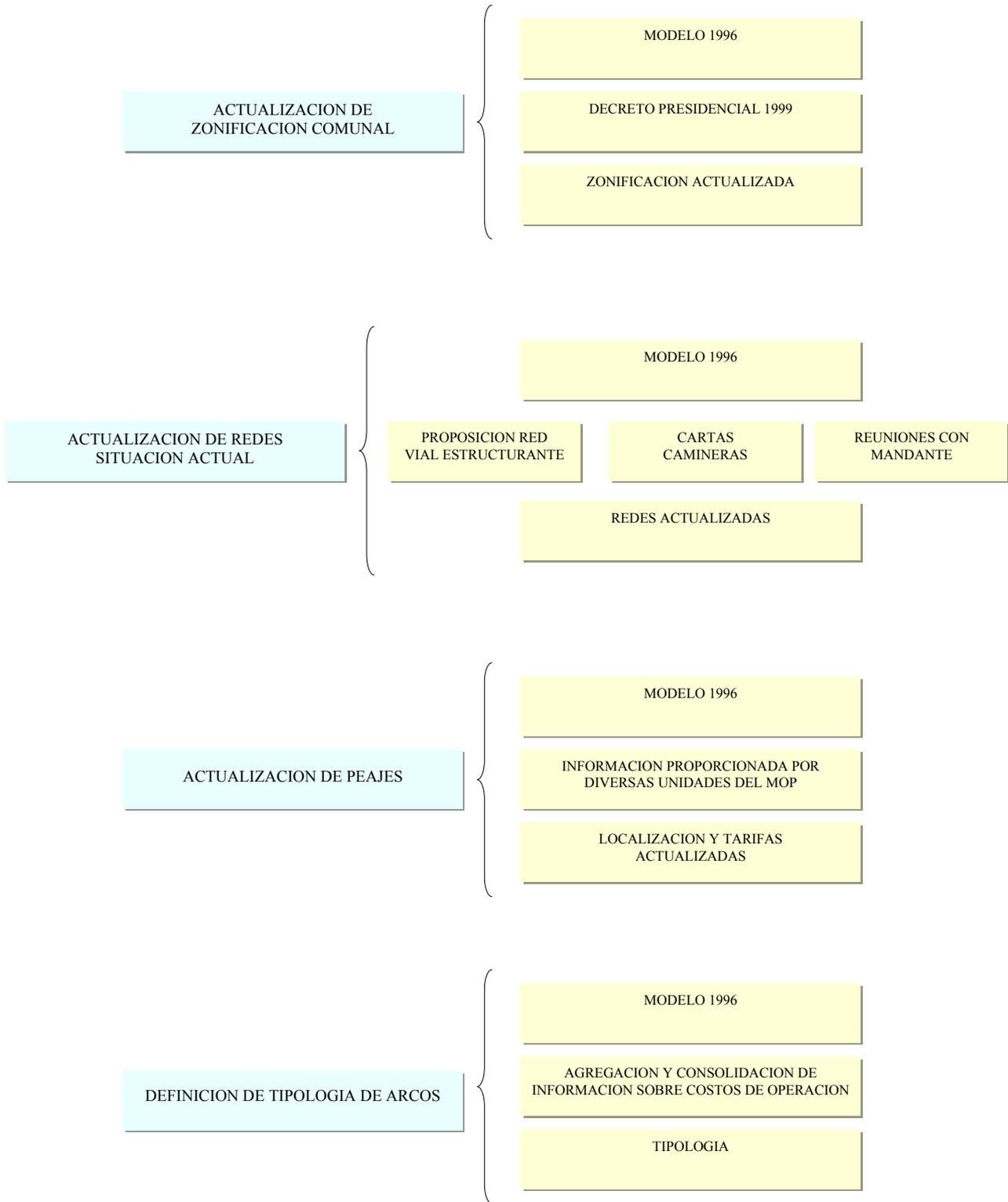
de replicar los flujos observados en distintos tramos de la malla vial. De dicha forma se asegura que los modelos logren representar la demanda vial existente, ello en términos de volúmenes de viajes como también de su distribución entre rutas alternativas.

En los Flujogramas N°6.1 y N°6.2 se ilustra el proceso de construcción del modelo de redes, incluyéndose los pasos seguidos, las fuentes de información consultadas y los diversos procesamientos desarrollados.

FLUJOGRAMA N°6.1: PROCESO DE CONSTRUCCION DE MODELO DE REDES - GENERAL



FLUJOGRAMA N°6.2: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE MODELO DE REDES - DETALLE



6.3.1 Zonificación

La zonificación establece el nivel de desagregación espacial con el cual se define la estructura origen-destino de los viajes y sus proyecciones futuras.

Los principales criterios utilizados para validar la zonificación utilizada en el modelo de 1996 fueron los siguientes:

- La oferta vial al año base (o de calibración): un apropiado conocimiento de la oferta vial existente permite definir zonas de acuerdo a la accesibilidad y conectividad.
- La disponibilidad de información: se debe considerar en la agregación espacial el nivel de detalle de la información que se dispone para la caracterización de la demanda de viajes de carga y pasajeros.
- La ubicación espacial de los polos generadores-atractores de viajes: es importante darle un adecuado tratamiento a los enlaces, a las actividades productivas y al nivel de accesibilidad entre zonas.
- Aspectos económicos: un acabado conocimiento del área de influencia del proyecto permite definir zonas que son relevantes en la atracción/generación de cargas y de pasajeros, por presentar importantes centros productivos, poblados o bien por ser centros de concentración de servicios básicos, de comercio o turismo.

En base de los criterios descritos anteriormente, así como de la revisión de la información y de los modelos disponibles, el Consultor considera adecuado utilizar el siguiente nivel de agregación espacial:

- Macrozona Norte (Regiones I a III)
- Macrozona Centro (Regiones IV a VI región, incluida la Metropolitana)
- Macrozona Sur (Regiones VII a X)
- Macrozona Austral (Regiones XI y XII)

6.3.1.1 Actualización de Comunas

Como parte del presente estudio, se actualizaron las comunas de acuerdo a la información entregada en el Decreto Presidencial de 1999 cuyo objeto era determinar una codificación única a la División Política y Administrativa del país, realizándose las siguientes modificaciones:

Quinta Región

- La comuna de Padre Hurtado fue incorporada.
- La comuna de Concón, provincia de Valparaíso, fue incorporada.

Séptima Región

- La comuna de San Rafael, provincia de Talca, fue incorporada.

Octava Región

- La comuna de Chiguayante, provincia de Concepción, fue incorporada.
- La comuna de San Pedro de la Paz, provincia de Concepción, fue incorporada.
- La comuna de Chillán Viejo, provincia de Ñuble, fue incorporada.

Novena Región

- La comuna de Pedro Las Casas, provincia de Cautín, fue incorporada.

Décima Región

- La comuna de Cochrane pasó a ser la comuna de Cochamó, provincia de Llanquihue.
- La comuna de Entre Lagos pasó a ser la comuna de Puyehue, provincia de Osorno.

La macrozona Norte abarca las Regiones I, II, y III (Figura N°6.1) y está constituida por 28 comunas: 10 se encuentran en la Primera Región, 9 en la Segunda Región y 9 en Tercera Región. En Anexo N°6.1 se entrega el listado de las comunas con el nombre de la provincia a la cual pertenece, así como el número de la zona o centroide.

La macrozona Centro abarca las Regiones IV, V, VI y Metropolitana (Figura N° 6.2) y está constituida por 136 comunas: 15 se encuentran en la Cuarta Región, 36 en la Quinta Región, 33 en la Sexta Región y 52 en la Región Metropolitana. En Anexo N°6.1 se entrega el listado de las comunas con el nombre de la provincia a la cual pertenece, así como el número de la zona o centroide.

La macrozona Sur abarca las Regiones VII, VIII, IX, y X (Figura N°6.3) y está constituida por 155 comunas: 30 se encuentran en la Séptima Región, 52 en la Octava Región, 31 en la Novena Región y 42 en la Décima Región. En Anexo N°6.1 -1 se entrega el listado de las comunas con el nombre de la provincia a la cual pertenece, así como el número de la zona o centroide.

La macrozona Austral abarca las Regiones XI y XII (Figura N°6.4) y está constituida por 20 comunas: 10 se encuentran en la Región de Aisén del General Carlos Ibañez del Campo y las otras 10 conforman la Duodécima Región de Magalles y de la Antártica Chilena. En Anexo N°6.1 se entrega el listado de las comunas con el nombre de la provincia a la cual pertenece, así como el número de la zona o centroide.

FIGURA N°6.1: ZONIFICACIÓN MACROZONA NORTE

FIGURA N°6.2: ZONIFICACIÓN MACROZONA CENTRO

FIGURA N°6.3: ZONIFICACIÓN MACROZONA SUR

FIGURA N°6.4: ZONIFICACIÓN MACROZONA AUSTRAL

6.3.2 Oferta Modelada

Como mencionado anteriormente, en el caso del presente estudio, el Consultor, conjuntamente con el Mandante, decidió establecer como situación de calibración el año 2000 y, por consiguiente, se debió proceder a la actualización de las mallas macrozonales del modelo de redes 1996.

Para esta actualización se consultaron las siguientes fuentes:

- Plan Director de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas.
- Sistema de Información Geográfico desarrollado por la Dirección de Planeamiento del MOP el cual contiene información al 2000-2001.
- Documento "*Proposición Red Vial Estructurante*", versión 1997-1999 de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas.
- Base de datos de inventario de caminos pavimentados de diciembre de 1999 preparado por la Unidad de Gestión Vial de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas.
- Cartas camineras del 2000.

También se incorporaron observaciones entregadas por el Mandante.

En términos generales, la actualización de las redes consistió en:

- la relocalización de algunos conectores de zona a fin de mejorar la accesibilidad entre la comuna y la vialidad adyacente;
- la codificación de nuevos conectores de zona a fin de mejorar la accesibilidad entre la comuna y la vialidad adyacente;
- el mejoramiento de estándar de algunos tramos o vías, incluyendo, por ejemplo, la pavimentación;
- la modificación de la geometría de algunos tramos o vías, incluyendo, por ejemplo, la ampliación;
- la codificación de nuevos tramos o vías a fin de mejorar la conectividad;
- la actualización de las plazas de peaje;
- la codificación de los principales pasos fronterizos.

Estas redes fueron traspasadas a la plataforma ArcView, formato compatible con el SIG del Mandante. A continuación (Cuadro N°6.2) se entrega la estructura definitiva de la base de datos con el nombre de los campos y los correspondientes tipos. En la sección 6.3.5 *Estructura Definitiva de Base de Datos* se detallan las fuentes de información y los procesamientos llevados a cabo por el Consultor que resultaron en la base de datos definitiva.

CUADRO N° 6.2: ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS DEFINITIVA

Field Name	Type	Width	Decimal
ID	Integer	10	
Length	Real Number	10	2
Dir	Integer	2	
NOMBRE	Character	20	
PASO_PEAJE	Character	35	
LONGITUD	Integer	4	
PAVIMENTO	Character	30	
CALZADA	Character	16	
N_PISTAS	Integer	4	
URB_INTERU	Character	25	
VIAL	Integer	4	
TIPO_ARCO	Integer	4	
HORIZONTAL	Integer	4	
VERTICAL	Integer	4	
N_AB	Real Number	8	2
VFL_AB	Integer	4	
VC_AB	Integer	4	
CAP_AB	Integer	4	
PEAJEVL_AB	Integer	4	
PEAJECL_AB	Integer	4	
PEAJECP_AB	Integer	4	
CUESTVL_AB	Integer	4	
CUESTCL_AB	Integer	4	
CUESTCP_AB	Integer	4	
N_BA	Real Number	8	2
VFL_BA	Integer	4	
VC_BA	Integer	4	
CAP_BA	Integer	4	
PEAJEVL_BA	Integer	4	
PEAJECL_BA	Integer	4	
PEAJECP_BA	Integer	4	
CUESTVL_BA	Integer	4	
CUESTCL_BA	Integer	4	
CUESTCP_BA	Integer	4	
CU_VL96	Integer	4	
CU_CL96	Integer	4	
CU_CP96	Integer	4	
COSTO_VL00	Real Number	8	2
COSTO_CL00	Real Number	8	2
COSTO_CP00	Real Number	8	2
AB_CONTEVL	Character	16	
AB_CONTECL	Character	16	
AB_CONTECP	Character	16	
BA_CONTEVL	Character	16	
BA_CONTECL	Character	16	
BA_CONTECP	Character	16	

6.3.2.1 Plazas de Peaje

Esta información es de gran interés en los estudios de demanda interurbana de transporte, ya que constituye un conteo de gran exactitud que abarca un período de tiempo con suficiente representatividad para el estudio econométrico del crecimiento de los tráficos vehiculares.

En el Cuadro N°6.3 se identifican las plazas de peaje modeladas, las cuales también se encuentran localizadas en las Figuras N°6.5 y N°6.6. Las tarifas por tipo de vehículo se entregan en el Cuadro N°6.4.

CUADRO N° 6.3: PLAZAS DE PEAJE MODELADAS AL 2000

N° REGION	REGION	PLAZA DE PEAJE	UBICACIÓN	SENTIDO DE COBRO
MACROZONA CENTRO				
IV	DE ATACAMA	Troncal La Serena Sur	Ruta 5 Norte Km. 283	Bidireccional
IV	DE ATACAMA	Troncal Norte (La Serena)	Ruta 5 Norte Km. 409	Bidireccional
V	DE VALPARAISO	Zapata	Ruta 68 Km. 65	Unidireccional Poniente-Oriente
V	DE VALPARAISO	Nogales – Puchuncaví	Ruta Nogales-Puchuncavi Km. 6,6	Bidireccional
V	DE VALPARAISO	El Melón	Ruta 5 Norte Km. 128,5	Bidireccional
V	DE VALPARAISO	Las Vegas	Longitudinal Norte Km. 88	Unidireccional Norte-Sur
V	DE VALPARAISO	Cristo Redentor	Ruta 60 Km. 145	Unidireccional Poniente-Oriente
XIII	METROPOLITANA	Melipilla 1	Autopista El Sol Ruta 78 Km. 60	Bidireccional
XIII	METROPOLITANA	Angostura	Longitudinal Sur Km. 57	Unidireccional Norte-Sur
XIII	METROPOLITANA	Lo Prado	Ruta 68 Km. 25	Unidireccional Oriente-Poniente
XIII	METROPOLITANA	Las Canteras	Ruta 57 a 1 Km A. Vespucio	Bidireccional
XIII	METROPOLITANA	Lampa	Ruta 5 Norte Km. 26	Unidireccional Sur-Norte
XIII	METROPOLITANA	Chacabuco	Ruta 57 Km. 58	Unidireccional Norte-Sur
XIII	METROPOLITANA	Puangue	Ruta G-78	Bidireccional
MACROZONA SUR				
VII	DEL MAULE	Retiro	Ruta 5 Sur Km. 325 Tramo Talca-Chillán	Bidireccional
VII	DEL MAULE	Río Claro	Ruta 5 Sur Km. 220 Tramo Talca-Chillán	Bidireccional
VII	DEL MAULE	Quinta	Longitudinal Sur Km. 164	Unidireccional Sur-Norte
VIII	DEL BIOBIO	Las Maicas	Ruta 5 Sur Km. 550	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Curalí	Ruta O-70-Q	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Coronel	Ruta 160 Km. 23	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Chaimavida	Ruta 148 Km. 10,2	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Agua Amarilla	Ruta Del Itata Km. 60 Chillán-Concepción	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Santa Clara	Ruta 5 Sur Km. 440	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Rafael	Acceso Norte a Concepción Tramo Rafael – Penco	Bidireccional
IX	DE LA ARAUCANIA	Quepe	Longitudinal Sur Km. 695	Unidireccional Sur-Norte
IX	DE LA ARAUCANIA	Pua	Ruta 5 Sur Km. 623	Bidireccional
X	DE LOS LAGOS	Troncal Puerto Montt	Ruta 5 Sur Km. 1021	Bidireccional
X	DE LOS LAGOS	Troncal Purranque	Ruta 5 Sur Km. 961	Bidireccional
X	DE LOS LAGOS	La Unión	Ruta 5 Sur Km. 888	Bidireccional
X	DE LOS LAGOS	Lanco	Ruta 5 Sur Km. 775	Bidireccional

FUENTE: Elaboración propia en base a información proporcionada por MOP

CUADRO N° 6.4: TARIFAS DE PLAZAS DE PEAJE MODELADAS AL 2000 (\$ DEL 2000)

PLAZA DE PEAJE	DIRECCIONALIDAD	TIPO DE VEHICULO		
		VL	CL	CP
MACROZONA CENTRO				
PEAJE ANGOSTURA	Unidireccional hacia Sur	\$1,900	\$3,500	\$5,000
PEAJE CHACABUCO	Unidireccional hacia Sur	\$1,900	\$3,500	\$5,000
PEAJE CRISTO REDENTOR	Unidireccional hacia Este	\$1,900	\$3,500	\$5,000
PEAJE EL MELON	Bidireccional	\$1,900	\$2,300	\$2,900
PEAJE LAMPA	Unidireccional hacia Norte	\$1,900	\$3,500	\$5,000
PEAJE LAS CANTERAS	Bidireccional	\$300	\$500	\$800
PEAJE LAS VEGAS	Unidireccional hacia Sur	\$1,900	\$3,500	\$5,000
PEAJE LO PRADO	Unidireccional hacia Oeste	\$1,900	\$3,500	\$5,000
PEAJE MELIPILLA 1	Bidireccional	\$1,200	\$2,200	\$3,800
PEAJE NOGALES-PUCHUNCAVI	Bidireccional	\$700	\$1,400	\$2,500
PEAJE PUANGUE	Bidireccional	\$450	\$850	\$1,500
PEAJE TRONCAL LA SERENA SUR	Bidireccional	\$1,500	\$2,600	\$4,600
PEAJE TRONCAL NORTE	Bidireccional	\$1,500	\$2,600	\$4,600
PEAJE ZAPATA	Unidireccional hacia Este	\$1,900	\$3,500	\$5,000
MACROZONA SUR				
PEAJE AGUA AMARILLA	Bidireccional	\$2,200	\$4,650	\$6,500
PEAJE CHAIMAVIDA	Bidireccional	\$1,000	\$1,700	\$2,500
PEAJE CORONEL	Bidireccional	\$1,000	\$1,700	\$2,500
PEAJE CURALI	Bidireccional	\$2,100	\$6,000	\$8,500
PEAJE QUEPE	Unidireccional hacia Norte	\$1,900	\$3,500	\$5,000
PEAJE QUINTA	Unidireccional hacia Norte	\$1,900	\$3,500	\$5,000
PEAJE RAFAEL	Bidireccional	\$1,100	\$2,400	\$4,600
PEAJE RETIRO	Bidireccional	\$1,300	\$2,300	\$4,100
PEAJE RIO CLARO	Bidireccional	\$1,300	\$2,300	\$4,100
PEAJE* LA UNION	Bidireccional	\$1,300	\$2,300	\$4,100
PEAJE* LANCO	Bidireccional	\$1,300	\$2,300	\$4,100
PEAJE* LAS MAICAS	Bidireccional	\$1,300	\$2,300	\$4,100
PEAJE* PUA	Bidireccional	\$1,300	\$2,300	\$4,100
PEAJE* SANTA CLARA	Bidireccional	\$1,300	\$2,300	\$4,100
PEAJE* TRONCAL PTO. MONTT	Bidireccional	\$400	\$800	\$1,400
PEAJE* TRONCAL PURRANQUE	Bidireccional	\$1,300	\$2,300	\$4,100

FUENTE: Elaboración propia en base a información proporcionada por MOP

FIGURA N°6.5: LOCALIZACIÓN DE PLAZAS DE PEAJE - MACROZONA CENTRO

FIGURA N°6.6: LOCALIZACIÓN DE PLAZAS DE PEAJE - MACROZONA SUR

6.3.3 Categorización de los Arcos

Para representar en forma simplificada y homogénea el comportamiento de los flujos vehiculares en una red de asignación, se caracterizaron los arcos agrupando aquellos con características geométricas y operacionales similares, permitiendo asociar un comportamiento específico a cada categoría a través de la relación flujo-demora.

Las categorías de arcos se definieron en función de la jerarquía de los caminos (urbano, interurbano), del tipo de calzada (bidireccional, unidireccional), así como de ciertas características físicas como la curvatura horizontal y la pendiente.

Una primera categorización de los arcos se realizó en función del estado de la calzada (pavimentado, no pavimentado), del tipo de calzada (simple, doble) y de la jerarquía de los caminos (urbano, interurbano). Estas categorías se definen en el Cuadro N°6.5. En los Cuadros N°6.6, N°6.7 y N°6.8 se presentan el inventario de la oferta modelada, así como la cobertura y características de dicha vialidad.

En cuanto a la cobertura de la red de modelación en relación a la red nacional, se debe señalar que se modelaron las siguientes categorías de rutas:

- Rutas Internacionales: solamente aquellas que están conectadas con los pasos fronterizos oficiales
- Rutas Interregionales: más del 90% del total
- Ruta Precordillerana: más del 90% del total
- Caminos Nacionales: más del 90% del total
- Red Vial Regional Principal: más del 90% del total
- Red Vial Regional Secundaria: menos del 50% del total; para dar conectividad a la red de modelación
- Red Austral: más del 90% del total
- Desarrollo Vial Areas Costeras: menos del 50% del total

CUADRO N° 6.5: CATEGORÍAS DE ARCOS SEGÚN CALZADA Y JERARQUÍA

CATEGORIA	ESTADO DE CALZADA	TIPO DE CALZADA	URBANO / INTERURBANO
1	Pavimentado	Calzada simple	Interurbano
2	Pavimentado	Calzada simple	Urbano
3	Pavimentado	Calzada doble	Interurbano
4	Pavimentado	Calzada doble	Urbano
5	No Pavimentado		Interurbano
6	No Pavimentado		Urbano
99	Balseo		

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N° 6.6: INVENTARIO DE OFERTA MODELADA POR REGIÓN (KM)

REGION	PAVIMENTADO	AGREGADO PETREO	DE TIERRA	BALSEO
I	1,130	893	22	0
II	1,674	689	60	0
III	912	255	33	0
IV	1,022	500	14	0
V	1,102	215	0	0
VI	800	311	6	0
RM	1,139	162	0	0
VII	1,224	799	50	0
VIII	1,907	828	20	0
IX	1,157	901	173	0
X	1,852	1,630	4	108
XI	154	1,281	144	0
XII	470	1,315	8	604
TOTAL	14,542	9,778	534	711

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N° 6.7: INVENTARIO DE OFERTA MODELADA POR MACROZONA (KM)

RED MACROZONA	PAVIMENTADO	AGREGADO PETREO	DE TIERRA	BALSEO
NORTE	3,716	1,837	115	0
CENTRO	4,063	1,188	20	0
SUR	6,140	4,157	247	108
AUSTRAL	624	2,596	152	604
TOTAL	14,542	9,778	534	711

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N° 6.8: COBERTURA DE OFERTA MODELADA POR MACROZONA

TIPO PAVIMENTO	TIPO CALZADA	URBANO		INTERURBANO	
		CANTIDAD DE ARCOS	LONGITUD (KM)	CANTIDAD DE ARCOS	LONGITUD (KM)
MACROZONA NORTE					
Pavimentado	Simple	42	120	184	3,579
Pavimentado	Doble			1	16
No Pavimentado	Simple	3	9	53	1,943
Balseo					
MACROZONA CENTRO					
Pavimentado	Simple	43	151	630	3,099
Pavimentado	Doble	34	147	124	666
No Pavimentado	Simple	3	15	138	1,193
Balseo					
MACROZONA SUR					
Pavimentado	Simple	24	71	1,008	5,673
Pavimentado	Doble	2	6	85	390
No Pavimentado	Simple			398	4,404
Balseo				8	108
MACROZONA AUSTRAL					
Pavimentado	Simple			56	624
Pavimentado	Doble				
No Pavimentado	Simple			98	2,749
Balseo				8	604

TIPO PAVIMENTO	TIPO CALZADA	URBANO		INTERURBANO	
		CANTIDAD DE ARCOS	LONGITUD (KM)	CANTIDAD DE ARCOS	LONGITUD (KM)
TOTAL					
Pavimentado	Simple	109	342	1,878	12,975
Pavimentado	Doble	36	153	210	1,071
No Pavimentado	Simple	6	24	687	10,288
Balseo		0	0	16	711

FUENTE: Elaboración propia

En términos globales, la red de modelación de la situación actual está conformada por 2,942 arcos (incluyendo los arcos que representan balseo) que representan un total de 25,566 kilómetros viales. Del total de kilómetros, el 98% corresponde a rutas interurbanas, mientras que el 2% restante representa vías urbanas.

De las rutas interurbanas, el 45% corresponde a vías no pavimentadas (de ripio, con agregado pétreo o balseos) y el 55% a rutas pavimentadas. De estas últimas, 8% (1,071 kms.) corresponde a rutas en doble calzada.

En cuanto a las características geométricas y operacionales, estas se encuentran resumidas en los cuadros siguientes:

CUADRO N° 6.9: RANGOS DE VALORES DE CURVATURAS HORIZONTAL Y VERTICAL

CALIFICATIVO	CURVATURA HORIZONTAL (°/KM)	CURVATURA VERTICAL (%)
A – ALTA	150	25
M – MEDIA	90	15
B – BAJA	20	5

CUADRO N° 6.10: RANGOS DE VALORES DE RUGOSIDAD

CALIFICATIVO	RUGOSIDAD MEDIA	ESTADO DE CARPETA
1	2000	Pavimentado
2	3200	Pavimentado
3	4500	Pavimentado
4	10000	No pavimentado

CUADRO N° 6.11: RANGOS DE VALORES CAPACIDAD

ESTADO DE CARPETA	TIPO DE CALZADA	CAPACIDAD (VEQ/H)
Pavimentado	Doble	4000
Pavimentado	Simple	1400
No Pavimentado	Simple	1000
Balseo		100

CUADRO N° 6.12: VELOCIDADES Y VALORES DE N

ESTADO DE CARPETA	TIPO DE CALZADA	URBANO / INTERUBANO	VFL (KM/H)	VFC (KM/H)	N
Pavimentado	Doble	Interurbano	90	60	1.9
Pavimentado	Doble	Interurbano	90	55	2.0
Pavimentado	Doble	Interurbano	90	50	2.1 - 2.2
Pavimentado	Doble	Interurbano	85	50	2.0
Pavimentado	Doble	Interurbano	85	45	2.1 - 2.2
Pavimentado	Doble	Interurbano	50	30	1.9
Pavimentado	Doble	Interurbano - Enlace	70	45	1.9
Balseo			50	25	
Pavimentado	Doble	Urbano	50	30	1.9 – 2.2
Pavimentado	Simple	Interurbano	90	50	2.1
Pavimentado	Simple	Interurbano	90	45	2.2
Pavimentado	Simple	Interurbano	90	40	2.4
Pavimentado	Simple	Interurbano	85	50	2.1
Pavimentado	Simple	Interurbano	85	45	2.1
Pavimentado	Simple	Interurbano	85	40	2.2
Pavimentado	Simple	Interurbano	85	35	2.4
Pavimentado	Simple	Interurbano	80	45	2.1
Pavimentado	Simple	Interurbano	80	40	2.2
Pavimentado	Simple	Interurbano	80	35	2.4
Pavimentado	Simple	Interurbano	75	45	2.1
Pavimentado	Simple	Interurbano	75	40	2.2
Pavimentado	Simple	Interurbano	75	35	2.4
Pavimentado	Simple	Interurbano	70	30	2.4
Pavimentado	Simple	Interurbano	60	30	2.2
Pavimentado	Simple	Interurbano – Enlace	70	45	1.9
Pavimentado	Simple	Interurbano – Enlace	70	30	2.4
Pavimentado	Simple	Interurbano – Enlace	70	45	1.9
Pavimentado	Simple	Interurbano – Enlace	70	25	2.7
Pavimentado	Simple	Interurbano – Enlace	70	20	3.2
No Pavimentado	Simple	Interurbano	50	25	2.2
Pavimentado	Simple	Urbano	50	30	2.1 – 2.4
Pavimentado	Simple	Urbano	40	20	2.2
Pavimentado	Simple	Urbano – Enlace	50	20	1.9 – 3.2
No Pavimentado	Simple	Urbano	40	20	2.2

FUENTE: Elaboración propia

6.3.3.1 Costos de Operación Unitarios

Como mencionado anteriormente, en el modelo de redes de 1996 se incorporaron los costos de operación determinados por el estudio "Análisis, Desarrollo y Evaluación Sistema de Transporte Interurbano, IX Etapa".

Puesto que los costos de operación por vehículo utilizados en el modelo de transporte de 1996 corresponden a los más actualizados, el Consultor no consideró justificado realizar nuevas corridas del modelo COPER. Para mayor información sobre la actualización y determinación de los costos de operación, el Consultor recomienda consultar el estudio "Análisis y Desarrollo Evaluación del Sistema de Transporte Interurbano, IX Etapa" (Capítulos 3 y 5, Anexos 3.1 y 5.1), A.G. Ingeniería Ltda., Informe Final 1999.

A continuación se entrega el costo unitario de operación por tipo de vehículo para las diversas combinaciones de características geométricas y carpeta de rodadura.

CUADRO N° 6.13: COSTOS UNITARIOS EN MONEDA (\$) DEL 2000

CURVATURA		RUGOSIDAD	COSTOS UNITARIOS (\$)		
HORIZONTAL	VERTICAL		VL	CL	CP
CAMINOS PAVIMENTADOS					
1	1	1-2-3	24	116	224
1	2	1-2-3	23	106	202
1	3	1-2-3	23	103	195
2	1	1-2-3	23	112	215
2	2	1-2-3	23	106	201
2	3	1-2-3	23	103	195
3	1	1-2-3	24	112	214
3	2	1-2-3	24	108	201
3	3	1-2-3	24	106	195
CAMINOS NO PAVIMENTADOS					
1	1	4	25	224	349
1	2	4	25	218	335
1	3	4	25	216	326
2	1	4	25	224	347
2	2	4	24	218	332
2	3	4	24	215	324
3	1	4	24	223	343
3	2	4	24	217	330
3	3	4	24	215	322
BALSEOS					
			0	0	0

FUENTE: Elaboración propia

En el caso de vehículos livianos se consideró solamente el consumo de combustible. Los costos considerados para los camiones son: consumo de combustible, lubricantes, neumáticos, repuestos y mano de obra. La depreciación no fue considerada como parte del consumo de otros costos de operación para ningún tipo de vehículo.

6.3.3.2 Curvas Flujo – Demora

Para representar la relación flujo-demora se utiliza una curva tipo BPR¹ la cual tiene la siguiente formulación:

$$t_a = t_o * (1 + \beta * (\frac{q}{Q})^n)$$

donde,

- t_a : Tiempo de viaje en el arco
- t_o : Tiempo de viaje a flujo libre
- q : Flujo vehicular en VEQ/HR
- Q : Capacidad del arco en VEQ/HR
- β, n : Parámetros de la función

A continuación se entregan la velocidad a flujo libre, la velocidad a capacidad, el grado de curvatura horizontal, el grado de curvatura vertical, así como el valor de

¹ Formulación definida por el Bureau of Public Roads (BPR) de Estados Unidos.

N para las diversas categorías de arcos modeladas. Como se aprecia de estos cuadros, se modelaron 93 categorías de arcos.

CUADRO Nº 6.14: TIPOS DE ARCOS – CAMINOS URBANOS CON CALZADA DOBLE

ESTADO PAVIMENTO	CURVATURA		RUG	N	VELOCIDADES		T. ARCO	
	C-HOR	C-VER			VFL	VFC	URBANO	
Pavimentado	3	3	1-2-3	1.9	50	30	11	
Pavimentado	3	2	1-2-3	2.0	50	30	12	
Pavimentado	3	2	1-2-3	2.2	50	30	13	
Pavimentado	2	3	1-2-3	2.0	50	30	14	
Pavimentado	2	2	1-2-3	2.2	50	30	15	
Pavimentado	3	3	1-2-3	1.9	50	30	17	
Pavimentado	3	1	1-2-3	2.1	50	30	18	
Pavimentado	1	3	1-2-3	2.1	50	30	19	
Pavimentado	3	3	1-2-3	1.9	50	30	511	Enlace

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO Nº 6.15: TIPOS DE ARCOS – CAMINOS URBANOS CON CALZADA SIMPLE

ESTADO PAVIMENTO	CURVATURA		RUG	N	VELOCIDADES		T. ARCO	
	C-HOR	C-VER			VFL	VFC	URBANO	
Pavimentado	3	3	1-2-3	2.1	50	30	130	
Pavimentado	3	2	1-2-3	2.2	50	30	134	
Pavimentado	3	1	1-2-3	2.4	50	30	137	
Pavimentado	2	3	1-2-3	2.1	50	30	138	
Pavimentado	2	3	1-2-3	2.1	50	30	139	
Pavimentado	2	2	1-2-3	2.2	50	30	140	
Pavimentado	2	1	1-2-3	2.4	50	30	141	
Pavimentado	2	3	1-2-3	2.1	50	30	142	
Pavimentado	2	2	1-2-3	2.2	50	30	143	
Pavimentado	2	1	1-2-3	2.4	50	30	144	
Pavimentado	1	3	1-2-3	2.1	50	30	145	
Pavimentado	1	2	1-2-3	2.2	50	30	146	
Pavimentado	1	1	1-2-3	2.4	50	30	147	
Pavimentado	1	1	1-2-3	2.4	50	30	148	
No Pavimentado	3	3	4	2.2	40	20	150	
No Pavimentado	3	2	4	2.2	40	20	154	
No Pavimentado	3	1	4	2.2	40	20	157	
No Pavimentado	2	3	4	2.2	40	20	158	
No Pavimentado	2	2	4	2.2	40	20	160	
No Pavimentado	2	1	4	2.2	40	20	161	
No Pavimentado	1	3	4	2.2	40	20	165	
No Pavimentado	1	2	4	2.2	40	20	166	
No Pavimentado	1	1	4	2.2	40	20	167	
Pavimentado	3	3	1-2-3	1.9	50	20	512	Enlace
Pavimentado	3	3	1-2-3	2.4	50	20	513	Enlace
Pavimentado	3	2	1-2-3	1.9	50	20	514	Enlace
Pavimentado	3	2	1-2-3	2.7	50	20	515	Enlace
Pavimentado	3	1	1-2-3	3.2	50	20	516	Enlace
Pavimentado	3	3	1-2-3	2.2	40	20	411	
Pavimentado	3	2	1-2-3	2.2	40	20	412	
Pavimentado	3	1	1-2-3	2.2	40	20	413	
Pavimentado	2	3	1-2-3	2.2	40	20	414	
Pavimentado	2	2	1-2-3	2.2	40	20	415	
Pavimentado	2	1	1-2-3	2.2	40	20	416	
Pavimentado	1	3	1-2-3	2.2	40	20	417	
Pavimentado	1	2	1-2-3	2.2	40	20	418	
Pavimentado	1	1	1-2-3	2.2	40	20	419	

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N° 6.16: TIPOS DE ARCOS – CAMINOS INTERURBANOS CON CALZADA DOBLE

ESTADO PAVIMENTO	CURVATURA		RUG	N	VELOCIDADES		T. ARCO	
	C-HOR	C-VER			VFL	VFC	NO URBANO	
Pavimentado	3	3	1-2-3	1.9	90	60	1	
Pavimentado	3	2	1-2-3	2.0	90	55	2	
Pavimentado	3	2	1-2-3	2.2	90	50	3	
Pavimentado	2	3	1-2-3	2.0	85	50	4	
Pavimentado	2	2	1-2-3	2.2	85	45	5	
Pavimentado	3	3	1-2-3	1.9	50	30	7	
Pavimentado	3	1	1-2-3	2.1	90	50	8	
Pavimentado	1	3	1-2-3	2.1	85	45	9	
Pavimentado	3	3	1-2-3	1.9	70	45	501	Enlace
Balseos	0	0	5		50	25	99	

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N° 6.17: TIPOS DE ARCOS – CAMINOS INTERURBANOS CON CALZADA SIMPLE

ESTADO PAVIMENTO	CURVATURA		RUG	N	VELOCIDADES		T. ARCO	
	C-HOR	C-VER			VFL	VFC	NO URBANO	
Pavimentado	3	3	1-2-3	2.1	90	50	30	
Pavimentado	3	2	1-2-3	2.2	90	45	34	
Pavimentado	3	1	1-2-3	2.4	90	40	37	
Pavimentado	2	3	1-2-3	2.1	85	50	38	
Pavimentado	2	3	1-2-3	2.1	85	45	39	
Pavimentado	2	2	1-2-3	2.2	85	40	40	
Pavimentado	2	1	1-2-3	2.4	85	35	41	
Pavimentado	2	3	1-2-3	2.1	80	45	42	
Pavimentado	2	2	1-2-3	2.2	80	40	43	
Pavimentado	2	1	1-2-3	2.4	80	35	44	
Pavimentado	1	3	1-2-3	2.1	75	45	45	
Pavimentado	1	2	1-2-3	2.2	75	40	46	
Pavimentado	1	1	1-2-3	2.4	75	35	47	
Pavimentado	1	1	1-2-3	2.4	70	30	48	
No Pavimentado	3	3	4	2.2	50	25	50	
No Pavimentado	3	2	4	2.2	50	25	54	
No Pavimentado	3	1	4	2.2	50	25	57	
No Pavimentado	2	3	4	2.2	50	25	58	
No Pavimentado	2	2	4	2.2	50	25	60	
No Pavimentado	2	1	4	2.2	50	25	61	
No Pavimentado	1	3	4	2.2	50	25	65	
No Pavimentado	1	2	4	2.2	50	25	66	
No Pavimentado	1	1	4	2.2	50	25	67	
Pavimentado	3	3	1-2-3	1.9	70	45	502	Enlace
Pavimentado	3	3	1-2-3	2.4	70	30	503	Enlace
Pavimentado	3	2	1-2-3	1.9	70	45	504	Enlace
Pavimentado	3	2	1-2-3	2.7	70	25	505	Enlace
Pavimentado	3	1	1-2-3	3.2	70	20	506	Enlace
Pavimentado	3	3	1-2-3	2.2	60	30	401	
Pavimentado	3	2	1-2-3	2.2	60	30	402	
Pavimentado	3	1	1-2-3	2.2	60	30	403	
Pavimentado	2	3	1-2-3	2.2	60	30	404	
Pavimentado	2	2	1-2-3	2.2	60	30	405	
Pavimentado	2	1	1-2-3	2.2	60	30	406	
Pavimentado	1	3	1-2-3	2.2	60	30	407	
Pavimentado	1	2	1-2-3	2.2	60	30	408	
Pavimentado	1	1	1-2-3	2.2	60	30	409	

FUENTE: Elaboración propia

6.3.4 Matrices A Priori

En el marco del estudio del "Diagnóstico Red Vial Interurbana" (A.G. Ingeniería Ltda., 1999) se generaron matrices regionales y macrozonales. (La naturaleza de los datos de base utilizados no permitió generar una matriz total de viajes.) Estas matrices representan la demanda horaria promedio diario (24 horas) para el año 1996. El Consultor factorizó estas matrices para desarrollar matrices correspondientes a una demanda horaria promedio diurno (14 horas), las cuales fueron utilizadas como matrices de viajes *a priori* para el proceso de calibración.

En el Cuadro N°6.18 se entrega el número total de viajes por tipo de vehículo para las macrozonas Norte, Centro y Sur, mientras que en el Cuadro N°6.19 se presenta la proporción de viajes internos por tipo de vehículo. De estos cuadros se aprecia que, en términos generales, la proporción de viajes entre macrozonas es bajo. Estos viajes alcanzan 10% en el caso de los vehículos livianos y no superan el 17% en el caso de los vehículos de carga. También se puede destacar que los camiones livianos representan alrededor del 10% del total de vehículos, mientras que los camiones pesados fluctúan entre 15% (macrozona Centro) y 23% (macrozona Norte).

Las matrices de la macrozona Austral fueron estimadas con el proceso de ajuste de matrices a conteos. Se utilizaron matrices presemilladas con un valor de 0.001 en todas las celdas.

CUADRO N° 6.18: TOTAL DE VIAJES POR TIPO DE VEHÍCULO (VEH/HR)¹

MACROZONA	VEHICULOS LIVIANOS	CAMIONES LIVIANOS	CAMIONES PESADOS
MZN	400	64	136
MZC	3,735	469	726
MZS	3,624	611	937
MZA	No se aplica puesto que no se desarrolló modelo para esta macrozona		

¹ Demanda horaria promedio diario (24 horas)

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados como parte del estudio "Diagnóstico de la Red Vial Interurbana" (A.G. Ingeniería Ltda., 1999).

CUADRO N° 6.19: PROPORCIÓN DE VIAJES POR TIPO DE VEHÍCULOS (%)¹

MACROZONA	VEHICULOS LIVIANOS	CAMIONES LIVIANOS	CAMIONES PESADOS
MZN	67%	11%	23%
MZC	76%	10%	15%
MZS	70%	12%	18%
MZA	No se aplica puesto que no se desarrolló modelo para esta macrozona		

¹ Demanda horaria promedio diario (24 horas)

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados como parte del estudio "Diagnóstico de la Red Vial Interurbana" (A.G. Ingeniería Ltda., 1999).

CUADRO N° 6.20: PROPORCIÓN DE VIAJES INTERNOS¹

MACROZONA	VEHICULOS LIVIANOS	CAMIONES LIVIANOS	CAMIONES PESADOS
MZN	90%	83%	90%
MZC	95%	93%	88%
MZS	95%	94%	91%
MZA	No se aplica puesto que no se desarrolló modelo para esta macrozona		

¹ Demanda horaria promedio diario (24 horas)

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados como parte del estudio "Diagnóstico de la Red Vial Interurbana" (A.G. Ingeniería Ltda., 1999).

Otro aspecto importante relacionado con las matrices es la cantidad de celdas vacías. En el siguiente cuadro se entrega esta información por tipo de vehículo y macrozona. Como se puede apreciar, el número de celdas vacías es considerable, sobre todo en el caso de las matrices de camiones livianos y pesados.

CUADRO N° 6.21: PROPORCIÓN DE CELDAS VACÍAS Y NO VACIAS¹

CELDAS	VL		CL		CP	
MACROZONA NORTE						
NO VACIAS	973	58%	764	45%	1,121	67%
VACIAS	708	42%	917	55%	560	33%
TOTAL	1,681		1,681		1,681	
MACROZONA CENTRO						
NO VACIAS	14,522	64%	8,403	37%	6,176	27%
VACIAS	8,279	36%	14,398	63%	16,625	73%
TOTAL	22,801		22,801		22,801	
MACROZONA SUR						
NO VACIAS	18,047	66%	9,653	35%	7,695	28%
VACIAS	9,178	34%	17,572	65%	19,530	72%
TOTAL	27,225		27,225		27,225	
MACROZONA AUSTRAL						
NO VACIAS	No se aplica puesto que no se desarrolló modelo para esta macrozona					
VACIAS						
TOTAL						

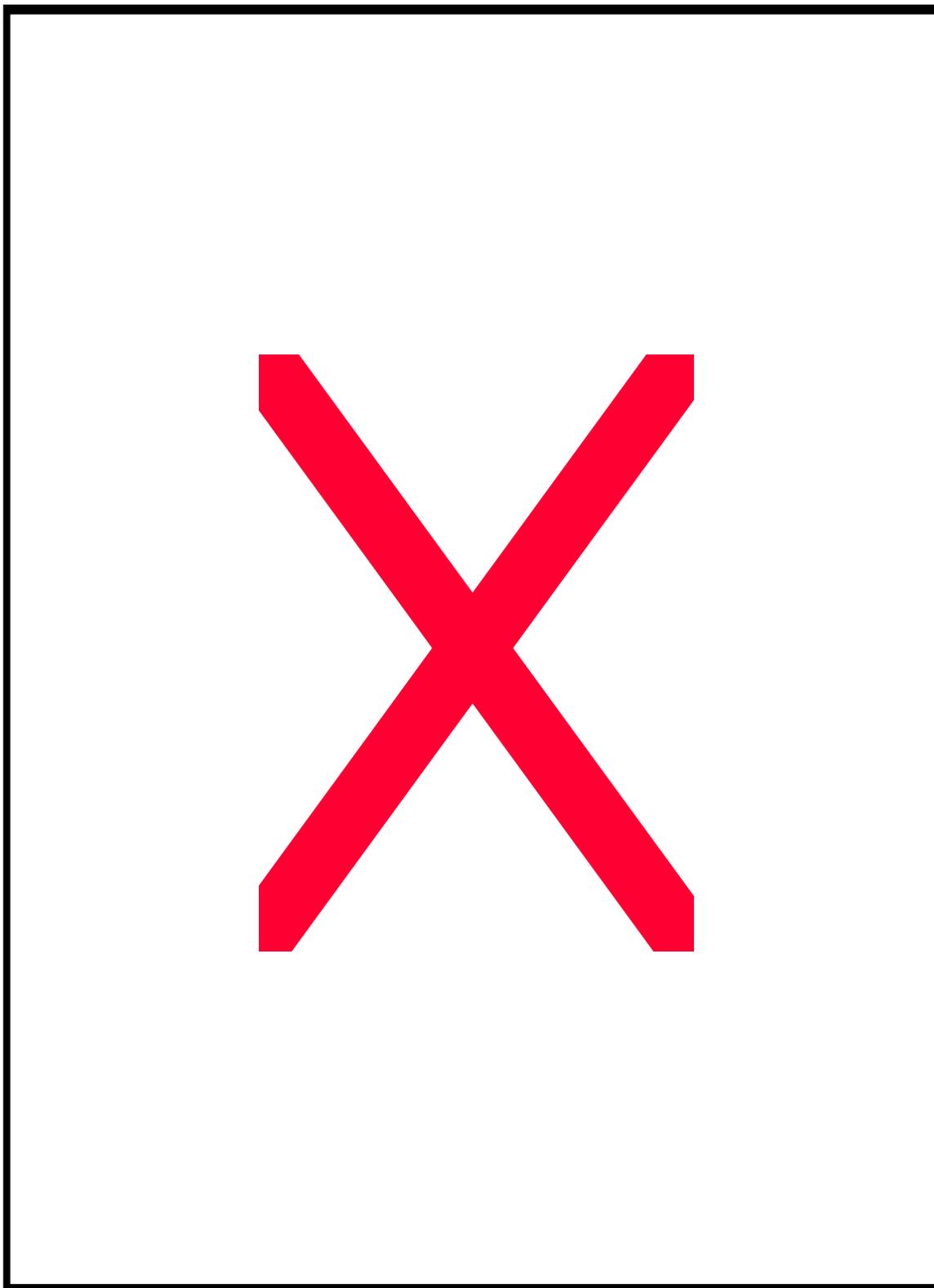
¹ Demanda horaria promedio diario (24 horas)

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados como parte del estudio "Diagnóstico de la Red Vial Interurbana" (A.G. Ingeniería Ltda. 1999).

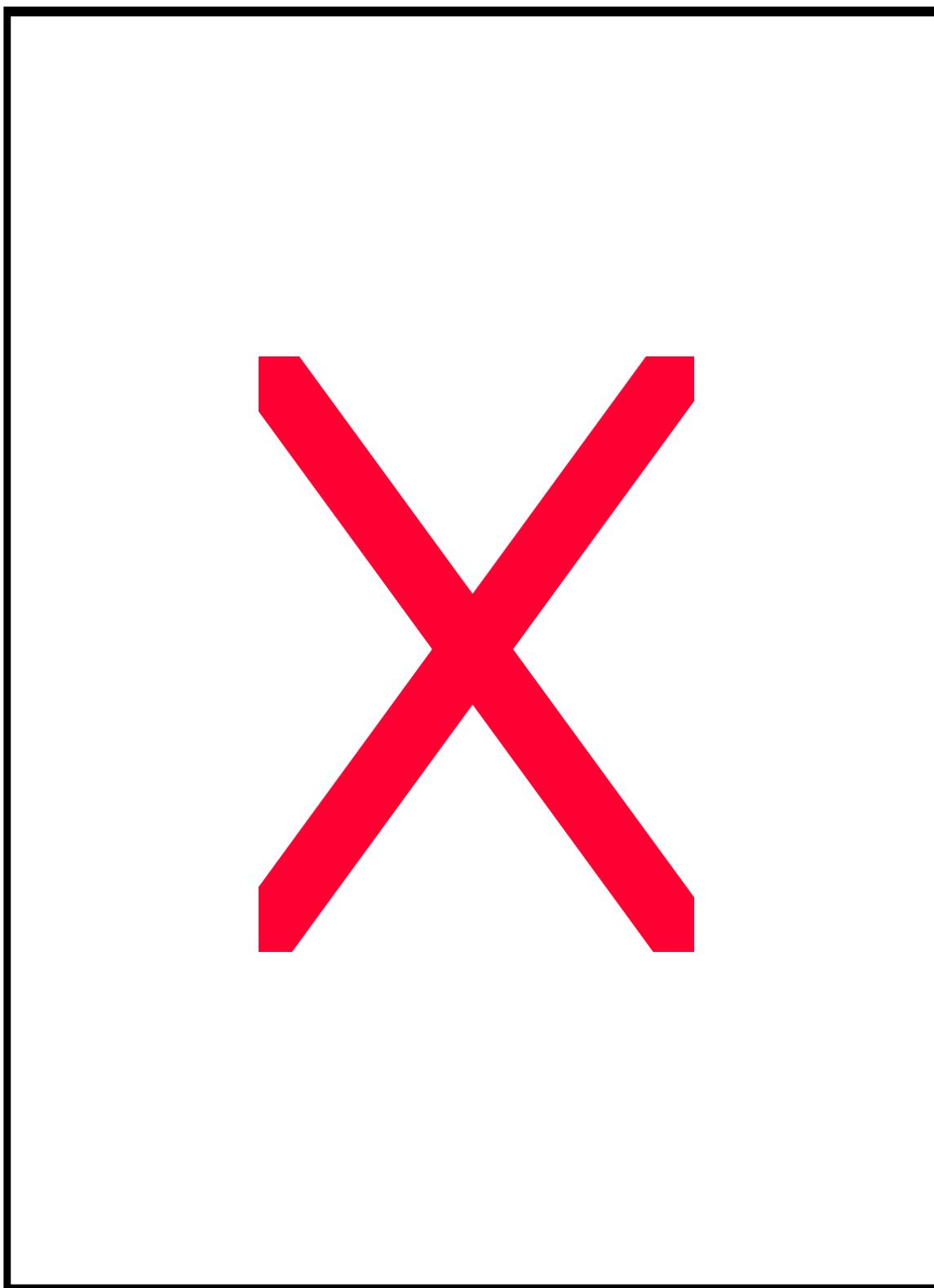
6.3.5 Estructura Definitiva de Base de Datos

A continuación se reportan las diversas fuentes consultadas y los procesamientos realizados que resultaron en la estructura definitiva de la base de datos del presente estudio.

CUADRO N° 6.22: RESUMEN DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN



CUADRO N° 6.23: ESTRUCTURA DEFINITIVA DE BASE DE DATOS, DEFINICIÓN DE CAMPOS



6.4 CALIBRACIÓN DE MODELO DE REDES 2000

6.4.1 Modelo de Asignación

El proceso de asignación, y por ende de calibración, está sujeto a las percepciones que cada uno de los tipos de usuarios tiene respecto de las variables de servicio que la red ofrece. De esta manera, el análisis requiere de la identificación de las variables que cada uno de los distintos tipos de usuarios consideran relevantes al momento de realizar su elección de viaje.

Entre las variables que componen el nivel de servicio se cuenta con el costo de operación, el cual es distinto dependiendo del tipo de vehículo, además cuenta con el tiempo de viaje que depende de la cantidad de vehículos presentes en la red de modelación.

Los costos de viaje asociables a cada usuario dependen del resto de los usuarios. En efecto, el "*Estudio de Demanda Ruta 78*" realizado por CIS Asociados Consultores en Transporte S.A. en 1994 para un inversionista privado reveló que incluso los vehículos de carga perciben el tiempo de viaje como una variable de elección de ruta, aunque en menor proporción que las variables asociadas al costo por consumo de recursos y el valor del peaje.

El procedimiento a seguir para la calibración se basa en la creación de escenarios de red para cada modo en donde cada escenario contiene las funciones de costo respectivas. Concretamente, los vehículos livianos fueron modelados en función de tiempo de viaje únicamente, el cual depende de las asignaciones del resto de los modos siendo modelados. En el caso de los vehículos pesados, se utilizó una expresión de costo generalizado que incluye el costo de operación, el costo del peaje y el tiempo de viaje. Los buses se consideran flujo fijo dentro de la red de vehículos livianos y entran en la función de costo como descuento de capacidad. Estos se reportan en Anexo N°6.2

Definidos los escenarios y las funciones de costo para cada modo, se establecen los criterios de asignación de viajes para calibración, de manera de replicar lo más cercano a la realidad las elecciones de ruta de cada modo. En el caso presente, se realiza una asignación multiusuario considerando 5 categorías de usuarios: tres categorías para los vehículos livianos según nivel de ingreso y dos para los vehículos de carga, a saber, camiones livianos o de 2 ejes y camiones pesados o de más de 2 ejes. Además, se considera un comportamiento estocástico, considerando un grado de dispersión de 30%.

En cuanto a la interacción de los modos asignados, primero se asignan los camiones livianos mediante un equilibrio estocástico, luego se asignan los camiones pesados, también mediante un equilibrio estocástico, y finalmente se asignan los vehículos livianos mediante un proceso de equilibrio estocástico multiusuario. Los flujos resultantes de la asignación de los camiones livianos y de la de los camiones pesados son utilizados como demanda fija para la asignación de los vehículos livianos.

Los factores de equivalencia utilizados son los siguientes:

Vehículos livianos:	1,0 veq/veh
Camiones de 2 ejes:	2,0 veq/veh
Buses:	2,0 veq/veh
Camiones de más de 2 ejes:	3,6 veq/veh

6.4.1.1 Criterios de Elección

Otro tema especialmente delicado, en el ajuste del modelo, es la representación de la disposición a pagar. Para efectuar esto, se revisaron los valores del tiempo asumidos en los modelos de redes de 1996. Dichos valores se consideraron bajos en comparación con los resultados de diversos estudios de disposición a pagar realizados por el Consultor.

Los valores subjetivos del tiempo estimados por el Consultor dentro del marco de estudios de disposición a pagar para concesiones interurbanas, en particular la concesión de la Ruta 5 entre Santiago y Talca, fueron utilizados como punto de referencia inicial. Estos fueron ajustados, como parte del proceso de calibración, de manera a replicar las elecciones rurales y niveles de captura entre rutas alternativas en algunos tramos claves de la red como el túnel y la cuesta El Melón, el túnel y la cuesta Zapata, la Autopista del Sol y la G-78, así como el Acceso Norte a Concepción y las rutas alternativas que son Bulnes y Cabrero.

En el presente estudio, se adoptó como criterio trabajar con un valor del tiempo sin reconocer una correlación con los atributos de las calzadas. Esta decisión se basó en el hecho que no existe suficiente información (a nivel nacional) para reconocer alguna correlación entre el valor del tiempo y el tipo de calzada. De hecho, los resultados de distintas investigaciones no son del todo concluyentes.

En tanto, la decisión de asociar a los camiones una valorización del tiempo está basada en los resultados de diversos estudios llevados a cabo por el Consultor. En particular, cabe mencionar el "*Estudio de Demanda Ruta 78*" realizado por CIS Asociados Consultores en Transporte S.A. en 1994 para un inversionista privado. Este estudio reveló que la decisión de los choferes de camiones no solo está condicionada por el costo de operación y la existencia de peaje (tarifa), sino también por la valorización del tiempo. Resultado obtenido tanto a nivel de una investigación cualitativa (grupos focales), como también en base a modelos cuantitativos (preferencias declaradas). A mayor abundamiento, el Consultor ha estudiado en detalle los costos entre el túnel y la cuesta, para Zapata y El Melón, demostrando que los camioneros al escoger el túnel valoran algo más que los costos directos de operación, ya que si consideraran sólo estos últimos deberían utilizar la cuesta.

CUADRO N° 6.24: VALORES DEL TIEMPO MODELADOS EN \$/MIN DEL 2000

TIPO DE USUARIO	PARTICIPACIÓN	VALOR DEL TIEMPO (\$/MIN)
VL-1 – Ingreso Alto	40%	150
VL-2 – Ingreso Medio	40%	100
VL-3 – Ingreso Bajo	20%	50
CL	100%	50
CP	100%	50

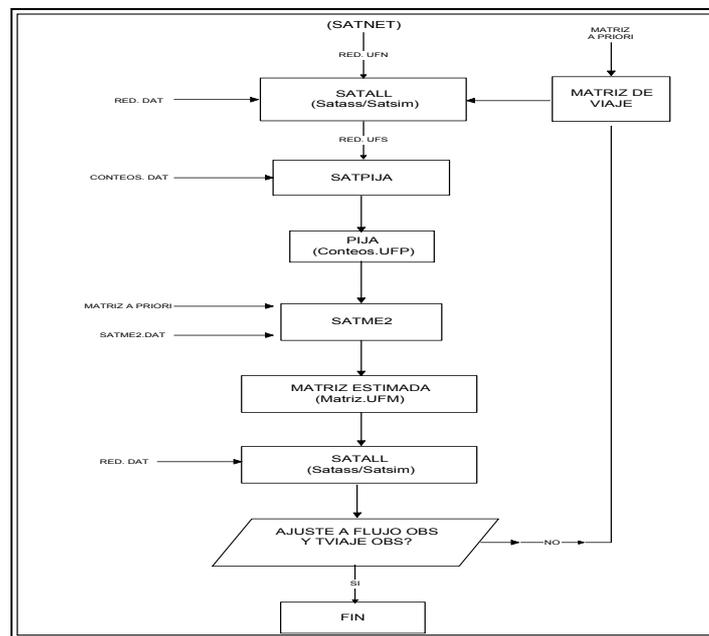
FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

Cabe señalar que las cuestas fueron modeladas con un costo adicional que representa la aversión a su utilización. Este costo fue estimado en función de la relación que existe entre el valor del tiempo en un tramo calzada simple sin y con cuesta. De acuerdo a los resultados de algunos estudios de disposición a pagar, el valor del tiempo en calzada simple sería del orden del 45% de la valoración otorgada al tiempo en una cuesta.

6.4.2 Ajuste de Matrices

Para el proceso de ajuste de las matrices a conteos se utilizó el módulo SATME2 de SATURN²; dicho proceso se ilustra a continuación.

FLUJOGRAMA N°6.3: PROCESO SATME2 DE AJUSTE DE MATRICES A CONTEOS



² Para SATURN es un modelo de asignación de vehículos de transporte privado basado en los "Principios de Wardrop", para obtener un equilibrio de tráfico en una red vial. Para ello realiza el planteamiento de un problema de optimización equivalente que se resuelve mediante el algoritmo de Frank Wolfe.

6.4.2.1 Puntos de Control para Calibración

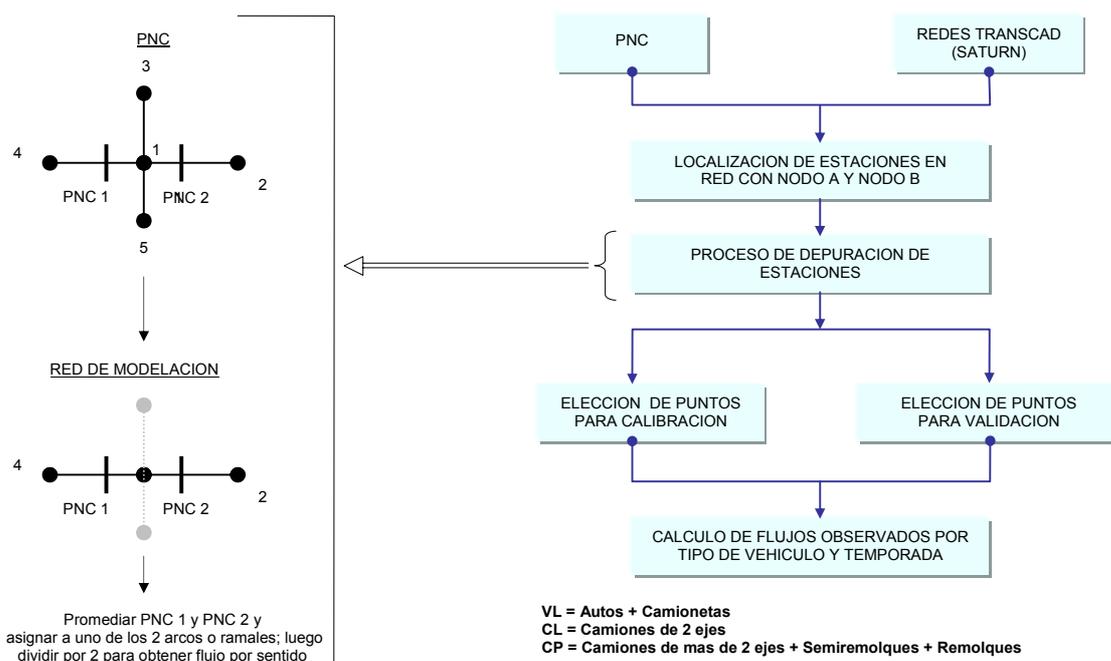
El proceso utilizado para la elección y localización de los puntos de control, así como para la estimación de los flujos observados por temporada y modo se entrega en el siguiente flujograma.

En base al Plan Nacional de Censo 1998 de la Dirección de Vialidad del MOP, el Consultor identificó un conjunto de puntos de conteo a ser utilizados para la calibración del modelo 2000. Estos puntos, su número y ubicación, le fueron entregados al Mandante a fin de que se procesaran los flujos vehiculares, en términos de TMDA por categoría de vehículo, del PNC del 2000. Los puntos de control se encuentran localizados en las Figuras N°6.7 a N°6.10 y el detalle se entrega en el Anexo N°6.3 .

El modelo de redes 2000 considera 2 períodos: una hora promedio diurno (14 horas) de un día laboral durante la temporada normal y una hora promedio diurno de un día laboral de la temporada estival.

Cabe mencionar que a partir de los TMDA por temporada (primavera, verano e invierno) entregados por el Mandante, se calculó un TMDA ponderado. En el caso de la temporada normal se acordó 50% a la primavera y 50% al invierno, mientras que para la temporada estival se acordó el 100% a la información censada en verano. Luego, se calculó la demanda horaria promedio diurno en base a 14 horas de flujo diurno; este factor fue estimado en función de datos en diversas plazas de peaje como Las Canteras y Chacabuco.

FLUJOGRAMA N°6.4: PROCESO DE ESTIMACIÓN DE FLUJOS OBSERVADOS



**FIGURA N°6.7: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL PARA CALIBRACIÓN
MACROZONA NORTE**

**FIGURA N°6.8: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL PARA CALIBRACIÓN
MACROZONA CENTRO**

**FIGURA N°6.9: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL PARA CALIBRACIÓN
MACROZONA SUR**

**FIGURA N°6.10: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL PARA CALIBRACIÓN
MACROZONA AUSTRAL**

6.4.3 Resultados

En esta sección se reportan los principales resultados del proceso de calibración y del modelo de redes calibrado.

6.4.3.1 Criterios de Ajuste

En cuanto al número y a la localización de los conteos utilizados, estos debían permitir ajustar principalmente los viajes interurbanos, o de mediana y larga distancia. En tanto, los criterios de ajuste utilizados fueron los siguientes:

- +/- 15% de ajuste en el caso de los conteos utilizados en el proceso SATME2.
- Coeficiente de correlación R^2 entre flujos observados y modelados superior a 0.80.
- +/- 25% de ajuste en el caso de los conteos utilizados en el proceso de validación de la calibración.

En el caso de rutas alternativas, participaciones de mercado ajustadas a datos observados.

6.4.3.2 Análisis Matricial

En los Cuadros N°6.25 y N°6.26 se resumen el número de zonas (internas y externas) y el número de estaciones de conteo utilizada para dicho ajuste para ambas temporadas.

CUADRO N° 6.25: NÚMERO DE ZONAS Y CONTEOS TEMPORADA NORMAL

MACROZONA	NÚMERO ZONAS	NÚMERO CONTEOS		
		VEH. LIV.	CAM. LIV.	CAM. PES.
MZN	48	72	70	70
MZC	153	242	222	232
MZS	180	202	198	192
MZA	38	64	64	70

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

CUADRO N° 6.26: NÚMERO DE ZONAS Y CONTEOS TEMPORADA VERANO

MACROZONA	NÚMERO ZONAS	NÚMERO CONTEOS		
		VEH. LIV.	CAM. LIV.	CAM. PES.
MZN	48	74	74	74
MZC	153	236	240	230
MZS	180	206	198	200
MZA	38	70	66	70

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

En el Cuadro N°6.27 se entrega el número total de viajes tanto de las matrices *a priori* del año 1996 como de las matrices calibradas al año 2000. En términos generales, el proceso de ajuste de las matrices resultó en el aumento del número de viajes. El mayor incremento (Cuadro N°6.28) se observa en la macrozona Centro, lo cual se explica por los importantes volúmenes en la Región

Metropolitana de Santiago. Además, es importante recordar que el modelo de redes 1996 simula una hora promedio diario (24 horas) lo que tiene por efecto subestimar la demanda.

CUADRO N° 6.27: NÚMERO TOTAL DE VIAJES (VEH/HR) ANTES Y DESPUÉS DE SATME2

TIPO DE VEHÍCULO	ANTES SATME2 ¹ 1996	DESPUÉS SATME2 2000	
		NORMAL	VERANO
MACROZONA NORTE			
VL	689	878	1,863
CL	113	112	139
CP	236	225	241
MACROZONA CENTRO			
VL	6,420	16,470	17,386
CL	834	1,822	5,630
CP	1,278	2,840	3,718
MACROZONA SUR			
VL	6,213	8,621	12,918
CL	1,048	1,260	1,608
CP	1,607	2,841	2,888
MACROZONA AUSTRAL			
VL	No se desarrolló modelo para esta macrozona	140	201
CL		26	28
CP		29	30

¹ Demanda horaria promedio diario (14 horas)

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

CUADRO N° 6.28: TASA ANUAL DE CRECIMIENTO DE LA DEMANDA Y RELACIÓN ENTRE TEMPORADAS

TIPO DE VEHÍCULO	TASA ANUAL DE CRECIMIENTO ENTRE 1996 Y 2000		RELACIÓN ENTRE FLUJO VERANO Y NORMAL
	NORMAL	VERANO	
MACROZONA NORTE			
VL	6%	28%	112%
CL	0%	5%	24%
CP	-1%	1%	7%
MACROZONA CENTRO			
VL	27%	28%	6%
CL	22%	61%	209%
CP	22%	31%	31%
MACROZONA SUR			
VL	9%	20%	50%
CL	5%	11%	28%
CP	15%	16%	2%
MACROZONA AUSTRAL			
VL	No se desarrolló modelo 1996 para esta macrozona		44%
CL			8%
CP			3%

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

En Anexo N°6.4 se entregan las matrices origen-destino a nivel de provincia por macrozona, temporada y modo, y en Anexo N°6.5 se incluye el diccionario de agregación zonal --para zonas internas y externas-- utilizado.

En cuanto a la distribución de los viajes entre provincias, se pueden hacer las siguientes observaciones generales:

Macrozona Norte Vehículos Livianos

- En temporada normal, más del 50% de los viajes en vehículos livianos se concentra en los siguientes pares origen-destino: Iquique-Iquique (16%), El Loa-Antofagasta (8%), Antofagasta-El Loa (8%), Antofagasta-Antofagasta (8%), Huasco-Huasco (11%). En verano, Tocopilla-El Loa-Tocopilla es el par origen-destino más importante, seguido de Iquique-Iquique y El Loa-Antofagasta-El Loa.
- En época normal, los orígenes y destinos más importantes son las provincias de Iquique, El Loa, Antofagasta y Huasco. En tanto en temporada verano, los orígenes y destinos más importantes son Iquique, Tocopilla, El Loa y Antofagasta; Copiapó y Huasco también aparecen como polos interesantes con 8% de viajes cada una.

Macrozona Norte Camiones Livianos

- En temporada normal, 16% del total de viajes en camiones livianos (y 12% en verano) se efectúan dentro de los límites de la provincia de Iquique, mientras que entre las provincias de El Loa y Antofagasta se mueve el 16% de los camiones livianos (20% en verano).
- Los orígenes y destinos más importantes en ambas temporadas son Iquique, El Loa y Antofagasta; Tocopilla, Chañaral y el Sur del País también aparecen como polos interesantes.

Macrozona Norte Camiones Pesados

- Aunque la distribución de los viajes en camión pesado es más difusa que la de los camiones livianos, se observa una concentración interesante de viajes dentro de los límites de las provincias de Iquique (9% del total en temporada normal) y de Antofagasta (5% del total en temporada normal). En verano, los pares OD más con mayor afluencia son: Iquique-Iquique, Antofagasta-El Loa, Copiapó-Sur del País-Copiapó.
- Los orígenes y destinos más importantes en ambas temporadas son Iquique, y Antofagasta; Chañaral, Tocopilla, Copiapó y el Sur del País también aparecen como polos interesantes.

Macrozona Centro Vehículos Livianos

- En época normal, se observa una concentración importante de vehículos livianos dentro de los límites de las provincias de Maipo (10% del total) y Cachapoal (12% del total). En verano, Cachapoal-Cachapoal y Santiago-Cachapoal son los pares origen-destino con la mayor concentración de viajes.
- En términos de orígenes y destinos, Santiago, Cachapoal y Maipo son las provincias con mayor afluencia (más de 10% del total), seguidas por Talagante, Valparaíso y Colchagua. En temporada verano, los viajes originan principalmente en Santiago, Cachapoal, Valparaíso y Melipilla; estas mismas provincias son los principales destinos.

Macrozona Centro Camiones Livianos

- En temporada normal, 8% de los viajes en camión liviano se efectúan dentro de la provincia de Santiago, 6% dentro de la provincia de Cachapoal y 5% dentro de la provincia de Maipo. En temporada verano, la distribución de los viajes en camión liviano es más difusa; Cachapaol-Cachapoal es el único par con una concentración importante de viajes.
- En época normal, los polos de generación y atracción más importantes son las provincias de Santiago, Maipo y Cachapoal, seguidas de Melipilla, Petorca, Quillota y Valparaíso. En tanto en verano, las provincias de Chacabuco, Los Andes, Talagante y Colchagua adquieren una mayor importancia.

Macrozona Centro Camiones Pesados

- En temporada normal, los pares origen-destino más importantes son Maipo-Maipo (12%), Cachapoal-Cachapoal (8%), Melipilla-Melipilla (6%), Cachapoal-Santiago (6%) y Santiago-Santiago (5%). En verano, la mayor afluencia de viajes en camión pesado se concentra en los siguientes pares OD: Maipo-Maipo (12%), Cachapoal-Cachapaol (8%), Colchagua-Sur del País (8%) y Sur del País-Colchagua (8%).
- En temporada normal, Valparaíso y el Sur del País se perfilan como polos importantes de generación y atracción. En temporada verano, Choapa, Santiago, Melipilla, Petorca y Valparaíso adquieren significancia en términos de centros generados y productores.

Macrozona Sur Vehículos Livianos

- En época normal, más del 40% de los viajes se efectúan dentro de los límites de las siguientes provincias: Curicó (6%), Ñuble (5%), Biobio (10%), Cautín (10%) y Llanquihue (10%). En verano, Concepción-Concepción (8%), Biobio-Biobio (7%), Cautín-Cautín (7%) y Llanquihue-Llanquihue (6%) se perfilan como los pares origen-destino más importantes.
- En cuanto los principales orígenes y destinos, a las 5 provincias anteriores, se deben agregar Concepción, Valdivia y Osorno en temporada normal. En verano, los polos más importantes de generación y atracción son los mismos que en temporada normal, con la excepción de Linares que produce y atrae 6% del total de los viajes.

Macrozona Sur Camiones Livianos

- En temporada normal, los pares origen-destino más importantes son los siguientes: Ñuble-Biobio (5%), Biobio-Biobio (6%), Cautín-Cautín (9%), Osorno-Osorno (5%), Llanquihue-Llanquihue (5%). En temporada verano, Valdivia-Valdivia, Curicó-Curicó y Cautín-Cautín son los principales pares OD con 8%, 7% y 5% de los viajes, respectivamente.
- Los principales polos de generación y atracción de viajes en temporada normal son las provincias de Curicó, Talca, Ñuble, Biobio, Concepción, Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue. En verano, grandes centros productores y atractores son los mismos en temporada normal, a excepción de Linares que adquiere una mayor importancia en el periodo estival.

Macrozona Sur Camiones Pesados

- En época normal, la mayor concentración de viajes en camión pesado se encuentra localizada en los siguientes pares OD: Curicó-Curicó, Ñuble-Ñuble, Ñuble-Biobio, Biobio-Ñuble, Biobio-Biobio, Arauco-Arauco, Malleco-Malleco y Cautín-Cautín. En temporada verano, Curicó-Talca, Ñuble-Ñuble, Biobio-Biobio, Cautín-Cautín y Valdivia-Valdivia son los principales pares OD con 5%, 6%, 7%, 6% y 10% de los viajes, respectivamente.
- En términos de orígenes y destinos, además de las provincias anteriores, también se perfilan Talca y Concepción en temporada normal.

Macrozona Austral Vehículos Livianos

- Los usuarios de vehículos livianos efectúan viajes principalmente entre las siguientes provincias: Aisén-Argentina-Aisén (ambas temporadas), Magallanes-Magallanes (temporada normal) y Antártica Chilena-Magallanes (temporada normal).
- En temporada normal, los principales polos de generación y atracción son: Coihaique, Aisén, Magallanes, Antártica Chilena y Argentina. En temporada verano, las provincias de Última Esperanza y Tierra del Fuego también se perfilan como polos de interés.

Macrozona Austral Camiones Livianos

- En época normal, los principales pares OD son: Aisén-Argentina (10%), Magallanes-Magallanes (11%), Magallanes-Antártica Chilena (7%), Antártica Chilena-Magallanes (7%) y Argentina-Aisén (10%). En tanto, en verano, los mercados importantes son los siguientes: Coihaique-Aisén (7%), Aisén-Coihaique (7%), Aisén-Argentina (18%), Magallanes-Magallanes (6%) y Argentina-Aisén (18%).
- Los principales polos generadores y atractores de viajes son los mismos para ambas temporadas: Coihaique, Aisén, Magallanes, Antártica Chilena y Argentina.

Macrozona Austral Camiones Pesados

- En época normal, los principales intercambios se efectúan desde y hacia las provincias de Magallanes, Tierra del Fuego, Antártica Chilena y Argentina. En verano, también se observan viajes entre Coihaique y Aisén.

6.4.3.3 Análisis entre Flujos Observados y Modelos

Como mencionado anteriormente, la calibración debe poder replicar los flujos observados y representar las elecciones rurales. A continuación se entregan los valores del coeficiente de correlación R^2 entre los flujos observados y modelados antes y después del proceso de ajuste de las matrices. Se puede considerar que los tres modelos de redes han sido calibrados de manera satisfactoria puesto que el R^2 es superior a 0.80 en la mayoría de los casos a excepción de los camiones livianos de las macrozonas Centro y Sur en temporada verano, así como los vehículos livianos y camiones livianos de la macrozona Austral (ambas temporadas).

CUADRO N° 6.29: VALORES DE R^2 AJUSTADO ANTES Y DESPUÉS DE SATME2

TIPO DE VEHÍCULO	ANTES SATME2 1996	DESPUÉS SATME2 2000	
		NORMAL	VERANO
MACROZONA NORTE			
VL	-0.0017	0.83	0.97
CL	0.26	0.90	0.95
CP	0.41	0.94	0.92
MACROZONA CENTRO			
VL	0.03	0.81	0.76
CL	0.02	0.81	0.51
CP	0.02	0.81	0.87
MACROZONA SUR			
VL	0.35	0.91	0.94
CL	0.43	0.81	0.78
CP	0.48	0.94	0.82
MACROZONA AUSTRAL			
VL		0.46	0.56
CL		0.72	0.68
CP		0.87	0.84

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

También se comparó la relación entre el flujo modelado y el flujo observado en los diversos puntos de control. En la serie de figuras presentadas al final de esta sección (Figuras N°6.11 a N°6.22) se ha graficado este indicador. Un valor inferior a 1 significa que el modelo de redes subestima la demanda, mientras que un valor superior a 1 indica que el modelo sobrestima los viajes. Se entregan los resultados de la calibración del modelo de redes para la temporada normal: tres planos (vehículos livianos, camiones livianos y camiones pesados) por macrozona. Estos resultados y los de la temporada de verano también se reportan en formato tabular en Anexo N°6.6.

Finalmente, en Anexo N°6.7 se presentan los flujos modelados a nivel de total diurno (14 horas) para cada uno de los arcos de cada una de las 4 redes macrozonales. Esta información se entrega tanto para ambas temporadas y se complementa con la relación, o porcentaje de diferencia, entre ellas.

6.4.3.4 Participación de Mercado

En los Cuadros N°6.30 y N°6.31 se presenta la participación de mercado entre algunas concesiones importantes y sus rutas alternativas: el túnel Zapata y el túnel El Melón. Según la información disponible, aproximadamente el 80% de los vehículos livianos que circulan entre Santiago y la costa por la Ruta 68 utiliza la vía concesionada; la participación de los vehículos pesados de 60%-65%. En el caso del túnel El Melón, las capturas son las siguientes: 60% vehículos livianos, 35% camiones livianos y 45% camiones pesados.

Como se aprecia de los siguientes cuadros, el modelo de redes asigna al túnel Zapata, en sentido de cobro del peaje (Poniente-Oriente), 74% de los vehículos livianos (76% en verano), 66% de los camiones livianos (71% en verano) y 57% de los camiones pesados (60% en verano). En cuanto al túnel El Melón, en temporada normal los niveles de captura considerando ambos sentidos son: 51% vehículos livianos, 33% camiones livianos y 46% camiones pesados.

CUADRO N° 6.30: FLUJOS MODELADOS EN TÚNEL Y CUESTA ZAPATA Y EL MELON

VIALIDAD	SENTIDO	FLUJO MODELADO (VEH/HR) - NORMAL			FLUJO MODELADO (VEH/HR) - VERANO		
		VL	CL	CP	VL	CL	CP
TÚNEL Y CUESTA ZAPATA							
Túnel Zapata	Hacia el Poniente	379	53	97	562	50	101
Cuesta Zapata	Hacia el Poniente	3	1	2	4	1	2
Túnel Zapata	Hacia el Oriente	265	47	75	391	43	77
Cuesta Zapata	Hacia el Oriente	91	24	56	123	17	51
TÚNEL Y CUESTA EL MELÓN							
Túnel El Melón	Hacia el Norte	62	13	27	107	36	30
Cuesta El Melón	Hacia el Norte	55	23	28	100	73	39
Túnel El Melón	Hacia el Sur	59	9	19	109	43	32
Cuesta El Melón	Hacia el Sur	65	22	25	115	71	35

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

CUADRO N° 6.31: ELECCIÓN RUTAL ENTRE TÚNEL EL MELÓN Y CUESTA ZAPATA

VIALIDAD	SENTIDO	TEMPORADA NORMAL			TEMPORADA VERANO		
		VL	CL	CP	VL	CL	CP
TÚNEL Y CUESTA ZAPATA							
Túnel Zapata	Hacia el Poniente	99%	98%	98%	99%	98%	99%
Cuesta Zapata	Hacia el Poniente	1%	2%	2%	1%	2%	1%
Túnel Zapata	Hacia el Oriente	74%	66%	57%	76%	71%	60%
Cuesta Zapata	Hacia el Oriente	26%	34%	43%	24%	29%	40%
TÚNEL Y CUESTA EL MELÓN							
Túnel El Melón	Hacia el Norte	53%	36%	48%	52%	33%	44%
Cuesta El Melón	Hacia el Norte	47%	64%	52%	48%	67%	56%
Túnel El Melón	Hacia el Sur	48%	29%	44%	49%	38%	48%
Cuesta El Melón	Hacia el Sur	52%	71%	56%	51%	62%	52%

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

La elección rutal en otros dos puntos de interés de la macrozona Centro fueron debidamente analizados y ajustados: el túnel Lo Prado y la cuesta Barriga, así como entre la Autopista del Sol y la Ruta G-78 entre Santiago y Melipilla. En la macrozona Sur, se analizó el Acceso Norte a Concepción conjuntamente con sus dos rutas alternativas que son Cabrero para todos los tipos de vehículos y Bulnes para vehículos livianos y camiones livianos (los camiones pesados no pueden circular por esta vía). Estos resultados se presentan a continuación.

CUADRO Nº 6.32: TÚNEL LO PRADO Y CUESTA BARRIGA

VIALIDAD	SENTIDO	TEMPORADA NORMAL			TEMPORADA VERANO		
		VL	CL	CP	VL	CL	CP
FLUJO MODELADO (VEH/HR)							
Túnel Lo Prado	Hacia el Poniente	291	22	10	491	84	67
Cuesta Barriga	Hacia el Poniente	31	8	7	34	6	6
Túnel Lo Prado	Hacia el Oriente	302	25	16	576	143	102
Cuesta Barriga	Hacia el Oriente	46	2	7	33	1	7
ELECCIÓN RUTAL (%)							
Túnel Lo Prado	Hacia el Poniente	90%	73%	59%	93%	93%	92%
Cuesta Barriga	Hacia el Poniente	10%	27%	41%	7%	7%	8%
Túnel Lo Prado	Hacia el Oriente	86%	93%	58%	94%	99%	91%
Cuesta Barriga	Hacia el Oriente	14%	7%	42%	6%	1%	9%

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

CUADRO Nº 6.33: FLUJOS MODELADOS EN AUTOPISTA DEL SOL Y RUTA G-78

VIALIDAD	SENTIDO	FLUJO MODELADO (VEH/HR) – NORMAL			FLUJO MODELADO (VEH/HR) – VERANO		
		VL	CL	CP	VL	CL	CP
SANTIAGO – MALLOCO – TALAGANTE							
Ruta 78	Hacia el Poniente	414	27	21	599	99	46
G-78	Hacia el Poniente	309	20	7	334	116	6
Ruta 78	Hacia el Oriente	387	36	22	530	79	16
G-78	Hacia el Oriente	244	12	5	198	113	2
SANTIAGO – MELIPILLA – COSTA							
Ruta 78	Hacia el Poniente	292	49	23	743	50	40
G-78	Hacia el Poniente	1	0	0	2	0	0
Ruta 78	Hacia el Oriente	369	36	20	634	70	24
G-78	Hacia el Oriente	1	0	0	3	0	0

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

CUADRO Nº 6.34: ELECCIÓN RUTAL ENTRE AUTOPISTA DEL SOL Y RUTA G-78

VIALIDAD	SENTIDO	ELECCIÓN RUTAL ENTRE TÚNEL Y CUESTA NORMAL			ELECCIÓN RUTAL ENTRE TÚNEL Y CUESTA VERANO		
		VL	CL	CP	VL	CL	CP
SANTIAGO – MALLOCO – TALAGANTE							
Ruta 78	Hacia el Poniente	57%	58%	74%	64%	46%	89%
G-78	Hacia el Poniente	43%	42%	26%	36%	54%	11%
Ruta 78	Hacia el Oriente	61%	75%	80%	73%	41%	89%
G-78	Hacia el Oriente	39%	25%	20%	27%	59%	11%
SANTIAGO – MELIPILLA – COSTA							
Ruta 78	Hacia el Poniente	100%	100%	100%	100%	99%	100%
G-78	Hacia el Poniente	0%	0%	0%	0%	1%	0%
Ruta 78	Hacia el Oriente	100%	99%	100%	100%	100%	100%
G-78	Hacia el Oriente	0%	1%	0%	0%	0%	0%

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

CUADRO Nº 6.35: ACCESO NORTE A CONCEPCIÓN – TEMPORADA NORMAL

VIALIDAD	SENTIDO	FLUJO MODELADO (VEH/HR)			ELECCIÓN RUTAL		
		VL	CL	CP	VL	CL	CP
Cabrero	P-O	66	6	25	35%	26%	34%
Cabrero	O-P	78	4	24	36%	10%	46%
Bulnes	P-O	27	3	0	14%	13%	0%
Bulnes	O-P	66	13	0	30%	35%	0%
Acceso Norte	P-O	95	14	48	50%	60%	66%
Acceso Norte	O-P	73	20	28	34%	55%	54%
Línea Pantalla	P-O	188	23	74	100%	100%	100%
Línea Pantalla	O-P	216	37	52	100%	100%	100%

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

CUADRO Nº 6.36: ACCESO NORTE A CONCEPCIÓN – TEMPORADA VERANO

VIALIDAD	SENTIDO	FLUJO MODELADO (VEH/HR)			ELECCIÓN RUTAL		
		VL	CL	CP	VL	CL	CP
Cabrero	P-O	81	5	28	36%	19%	41%
Cabrero	O-P	110	2	14	43%	7%	33%
Bulnes	P-O	42	3	0	18%	11%	0%
Bulnes	O-P	63	14	0	25%	38%	0%
Acceso Norte	P-O	104	20	40	46%	70%	59%
Acceso Norte	O-P	79	21	30	32%	56%	67%
Línea Pantalla	P-O	227	29	68	100%	100%	100%
Línea Pantalla	O-P	252	38	44	100%	100%	100%

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

CUADRO Nº 6.37: ACCESO NORTE, BULNES Y CABRERO – FLUJO TOTAL DIURNO¹

VIALIDAD	SENTIDO	TEMPORADA NORMAL			TEMPORADA VERANO		
		VL	CL	CP	VL	CL	CP
Cabrero	Ambos sentidos	2,016	135	692	2,668	110	596
Bulnes	Ambos sentidos	1,285	223	0	1,466	245	0
Acceso Norte	Ambos sentidos	2,351	447	1,068	2,567	578	983

¹ El flujo total diurno corresponde a 14 horas.

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

CUADRO N° 6.38: ACCESO NORTE - PEAJES CHAIMÁVIDA Y AGUA AMARILLA

VIALIDAD	SENTIDO	TEMPORADA NORMAL			TEMPORADA VERANO		
		VL	CL	CP	VL	CL	CP
PEAJE CHAIMÁVIDA							
Flujo Modelado	P-O	68	9	25	55	6	28
Flujo Modelado	O-P	108	15	20	106	14	13
Flujo Observado	P-O	69	17	25	69	17	25
Flujo Observado	O-P	69	17	25	69	17	25
Nivel de Ajuste	P-O	1%	94%	-2%	24%	164%	-12%
Nivel de Ajuste	O-P	-36%	12%	26%	-35%	25%	85%
PEAJE AGUA AMARILLA							
Flujo Modelado	P-O	95	14	48	104	20	40
Flujo Modelado	O-P	73	20	28	79	21	30
Flujo Observado	P-O	107	19	43	107	19	43
Flujo Observado	O-P	107	19	43	107	19	43
Nivel de Ajuste	P-O	13%	35%	-12%	3%	-8%	6%
Nivel de Ajuste	O-P	46%	-7%	52%	35%	-11%	42%

FUENTE: Elaboración propia basada en modelos de redes desarrollados por Consultor

6.5 PROYECCIONES DE LA DEMANDA

6.5.1 Antecedentes Teóricos

El esquema clásico de la modelación de demanda de transporte incluye como primeras etapas la generación/atracción de los viajes y su distribución. En el caso de distribución, el problema es calcular una matriz de viajes dados los totales de filas y columnas. Para ello se utilizan los vectores O_i y D_j (totales de viajes producidos y atraídos por cada zona) obtenidos de los procesos de generación/atracción, y lo que hace el modelo de distribución es "llenar" la matriz O/D. En otras palabras, se busca la forma en que se distribuyen los totales de viajes sobre cada par de la matriz.

Existen múltiples modelos de distribución, tales como el de factor de crecimiento, el de máxima entropía y los gravitacionales. Los modelos gravitacionales son muy populares, pues en general presentan un esquema bastante sencillo. En un principio se consideraban ecuaciones de la forma:

$$v_{ij} = K \frac{P_i P_j}{d_{ij}^n} \quad (1)$$

donde P representaba la población (o algún otro indicador de atractividad de la zona) y d la distancia. Es claro que estos modelos trataban de emular el problema físico de gravitación. Posteriormente el problema se formuló a partir de atracciones y producciones de viajes:

$$v_{ij} = K \frac{O_i D_j}{d_{ij}^n} \quad (2)$$

Para obtener una matriz consistente con la etapa de generación/atracción de viajes es fundamental que se cumplan las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \sum_i v_{ij} &= D_j \\ \sum_j v_{ij} &= O_i \\ \sum_{i,j} v_{ij} &= V \end{aligned} \quad (3)$$

donde V es el total de viajes.

La estructura de los modelos gravitacionales depende de la función objetivo W que describe los microestados compatibles con el mesoestado. Uno de los métodos

más difundidos es el **método biproporcional**. Dada una matriz de números no negativos y sumas deseadas de filas y columnas, se trata de ajustar los elementos lo menos posible de modo que se cumplan las sumas totales. Considérese una matriz base X , y totales O_i y D_j . El método biproporcional plantea que la nueva matriz de viajes se puede encontrar a partir de ajustes de filas y columnas de forma tal que se mantenga la estructura interna, cumpliendo con las restricciones fundamentales. Así,

$$\begin{aligned}
 P) \quad & V_{ij} = a_i b_j x_{ij} \\
 & s.a. \\
 & \sum_i V_{ij} = D_j \\
 & \sum_j V_{ij} = O_i
 \end{aligned} \tag{4}$$

Se puede demostrar que el método más adecuado para resolver este problema es el algoritmo multiplicativo de **Kruithof**, que preserva los ceros y la positividad de la matriz original.

Descripción del Algoritmo

Paso 1: Se inicializa la variable $b^{(0)}$ considerando cualquier valor arbitrario, típicamente un vector de 1.

Paso 2: Calcular

$$a_i^{(n)} = \frac{O_i}{\sum_{j=1}^N b_j^{(n-1)} x_{ij}} \tag{5}$$

$$b_j^{(n)} = \frac{D_j}{\sum_{i=1}^N a_i^{(n)} x_{ij}} \tag{6}$$

$$V_{ij} = a_i^{(n)} b_j^{(n)} x_{ij} \tag{7}$$

Paso 3: Verificar condición de salida (ε , nivel de tolerancia dado).

$$\begin{aligned}
 a_1^{(n)} - a_1^{(n-1)} &\leq \varepsilon \\
 \vdots & \\
 a_N^{(n)} - a_N^{(n-1)} &\leq \varepsilon
 \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned} b_1^{(n)} - b_1^{(n-1)} &\leq \varepsilon \\ \vdots & \\ b_N^{(n)} - b_N^{(n-1)} &\leq \varepsilon \end{aligned} \tag{9}$$

Si no se cumple, entonces $(n) = (n + 1)$ y volver al Paso 2.

Por el contrario, si se cumple (8) y (9) esto es equivalente a decir que los ponderadores no presentan variaciones entre iteraciones sucesivas. En otras palabras, se ha alcanzado convergencia.

Puede verse claramente que el algoritmo cumple con las restricciones por condición estructural de construcción del método. De igual forma, se mantiene la estructura interna de la matriz original, pues es ésta la que se toma como base para darle forma a la distribución de los viajes.

6.5.2 Metodología

Se acaba de realizar una breve reseña con los modelos de distribución de viajes. Por sus ventajas y potencialidades se decidió utilizar un modelo biproportional usando la metodología del algoritmo multiplicativo de Kruithof. Entre las razones que motivaron su uso es posible destacar la facilidad de su implementación y el hecho de que mantiene la estructura de la matriz cumpliendo con las restricciones impuestas. Por otro lado, existe evidencia que muestra que su aplicación en este contexto resulta adecuada.

Para el correcto uso del método se debe contar con los siguientes datos: matrices base y totales de viajes producidos y atraídos, resultado de modelos de generación y atracción. En esta sección se discutirá cuál será la metodología a aplicar para la obtención de dicha información.

Sin embargo, antes de la descripción de la metodología propiamente tal, se debe introducir ciertos aspectos prácticos, como la zonificación y periodización adoptada.

Se construyeron cuatro modelos, asociado cada uno a las siguientes macrozonas:

- Macrozona Norte: De la Región I a la III.
- Macrozona Centro: De la Región IV a la VI, considerando la Metropolitana.
- Macrozona Sur: De la VII a la X.
- Macrozona Austral: Regiones XI y XII.

Nótese que al interior de cada modelo se trabaja siempre a nivel comunal, con el objetivo de mantener la diferenciación territorial de las proyecciones. De esta forma, las tasas de generación y atracción, así como las correcciones, todas son a nivel comunal. En el texto se presentan resultados globales sólo por fines prácticos.

La modelación se realizará considerando las siguientes categorías:

- Vehículos Livianos
- Camiones Livianos
- Camiones Pesados

Además, los siguientes períodos del año: Normal y Verano

Para cada categoría resultante se cuenta con una matriz O/D que corresponde a la situación de la distribución al año 2000, que será considerado como el año base. Cada una de estas matrices pasaron por un proceso de validación, observando que los resultados fueran coherentes, sin viajes extraños para pares de zonas determinados. Es importante recordar que el método biproporcional mantendrá la estructura interna de estas matrices.

Para calcular los nuevos totales que la nueva matriz deberá respetar, en primer lugar se consideraron tasas de crecimiento de la generación/atracción asociadas a las siguientes categorías:

- Vehículos livianos normal
- Vehículos livianos verano
- Camiones Livianos
- Camiones Pesados

Una vez calculadas estas tasas de crecimiento se estimaron los nuevos totales O_i y D_j para cada zona, y se procedió a ejecutar el método biproporcional. Finalmente, para realizar un ajuste de los resultados se utilizó información sobre las elasticidades flujo de vehículos-PIB. En el Cuadro N°6.39 se reportan estas elasticidades, que son resultado de modelos de series de tiempo construidos a partir de información de flujo de vehículos por plazas de peajes.

En efecto, se construyeron modelos de series de tiempo con información de flujos para distintas plazas de peaje del país. Los modelos más robustos correspondieron a la plaza de peaje de Lampa, para la cual se usó información anual en el período 1975-2001. Para definir el modelo más robusto se hicieron pruebas de estacionariedad de cada serie (test de Dickey-Fuller) y de cointegración de las mismas (Prueba de Engle-Granger). A su vez se analizó la correlación de los residuos (Durbin Watson), así como los tests más tradicionales.

CUADRO N° 6.39: ELASTICIDADES FLUJO DE VEHICULOS-PIB

TIPO DE VEHÍCULO	ELASTICIDAD FLUJO-PIB
Vehículos Livianos	1.13
Camiones Livianos	0.89
Camiones Pesados	1.17

FUENTE: Elaboración Propia

Con estas elasticidades en conjunto con los escenarios del Cuadro N°6.40, es posible calcular factores de corrección de las matrices O/D obtenidas del método biproportional de forma de asegurar que el crecimiento de los vehículos se ajuste a estos indicadores.

CUADRO N° 6.40: ESCENARIO CRECIMIENTO DEL PIB

PERÍODO	CRECIMIENTO PIB
2000-2005	3.70%
2005-2010	5.80%

FUENTE: Proyecciones Elaboradas para Plan Director II

Conociendo la elasticidad PIB y considerando los escenarios de crecimiento recién descritos se calcula el total de viajes que se espera para cada macrozona en cada corte temporal. Por lo tanto, el ajuste que se realiza es mediante factores multiplicativos tales que el total de las matrices obtenidas del modelo biproportional sea igual al total de viajes obtenidos a través de las elasticidades.

6.5.3 Proyecciones Matrices O/D Vehículos Livianos

Para encontrar las tasas de generación/atracción de viajes de los vehículos livianos se consideraron como variables relacionadas las tasas de crecimiento de los siguientes indicadores a nivel comunal:

- Población (las proyecciones tendenciales se entregan en Anexo N°6.8)
- Turismo: tasas de crecimiento promedio asociadas al número de establecimientos turísticos y viviendas dedicadas a turismo

Los indicadores de turismo se basan en lo presentado en el análisis del sector presentado con anterioridad (Anexo N°6.9).

En conjunto, estos indicadores permiten construir tasas de crecimiento asociables a la Generación/Atracción de los viajes. Debe notarse que se hace una distinción entre las tasas de los períodos Normal y Verano, ya que en cada período la componente asociada a turismo presenta un peso relativo distinto. De igual forma, esta componente se vuelve más importante para aquellas comunas consideradas de carácter turístico.

En el Cuadro N°6.41 se reportan las tasas promedio de generación/atracción a nivel macrozona, diferenciando la temporada normal de la de verano.

Para tener una idea más clara de las producciones comunales, determinantes para el cálculo de las tasas de generación/atracción de viajes, resulta altamente ilustrativo comprender la vocación productiva de cada comuna. Es así como en la serie de ocho Figuras (de la N°6.23 a la N°6.30) que se reportan más adelante, se muestra la vocación productiva comunal, dentro de los distintos sectores productivos que se pueden reconocer, para cada macrozona y en los cortes 2005 y 2010. De esta forma se puede determinar qué factores son los de mayor

importancia para el cálculo de las producciones. Por ejemplo, en la Figura N°6.23 se observa que Mejillones se destaca por ser una comuna eminentemente Minera y Pesquera. Es justamente ese carácter, asociado a los crecimientos esperados en el sector minero, lo que motiva las altas tasas encontradas para dicha comuna. De esta misma forma es posible extender y profundizar el análisis para el resto de las comunas de cada macrozona.

**CUADRO N° 6.41: TASAS PROMEDIO GENERACIÓN/ATRACCIÓN
(ÍNDICES DE TURISMO Y DEMOGRAFÍA)
VEHÍCULOS LIVIANOS POR MACROZONA**

MACROZONA	TASAS NORMAL 2000 –2005	TASAS NORMAL 2005- 2010	TASAS VERANO 2000 –2005	TASAS VERANO 2005- 2010
Norte	5.8%	3.0%	6.5%	3.9%
Centro	3.3%	2.7%	5.0%	4.0%
Sur	2.8%	2.0%	4.1%	3.2%
Austral	5.0%	2.6%	5.5%	3.3%

FUENTE: Elaboración Propia

Hay comunas que presentan tasas negativas que se explican tanto por decrecimiento de su sector turístico (potenciación de otras áreas de la región), como por decrecimiento demográfico (migraciones, especialmente campo-ciudad). Este efecto por decrecimiento demográfico se da principalmente en comunas del interior de la macrozona norte y en comunas rurales de las macrozonas norte y sur. Debe destacarse además que en algunos casos se encontraron tasas bajas para centros importantes, que se explican por la creación de nuevas comunas, como Chiguayante (VIII Región) y Padre Las Casas (IX Región); sin embargo, para esos centros se utilizaron datos del INE en los que se realizó un ajuste que daba cuenta de dicha situación particular.

Los resultados mostrados en el Cuadro N°6.41 corresponden, como se dijo, a crecimientos promedio de la demografía y los índices de turismo. Para obtener un crecimiento de acuerdo a lo esperado hay que corregir estos resultados de acuerdo a la elasticidad PIB para vehículos livianos. Así, usando la elasticidad PIB para vehículos livianos $\varepsilon = 1,13$ (Ver Cuadro N°6.39) en conjunto con los escenarios PIB, es posible calcular un factor de corrección de la matriz modelada.

Con las tasas de crecimiento comunales (cuyo promedio por macrozona se mostró en el Cuadro N°6.41) se procedió a calcular los nuevos totales de viajes generados y atraídos. Para ello se consideran los totales de filas y columnas de la matriz base, y se le aplica la tasa por cada comuna. Para obtener una matriz que se ajuste a las nuevas condiciones, se usó el algoritmo multiplicativo de Kruithof. Para ello se programó e implementó dicho método en Fortran.

Una vez obtenida la matriz resultante, se le aplicó el factor de corrección según elasticidad PIB (se compara el total de viajes esperado según la elasticidad PIB con el total logrado luego de aplicar el método biproporcional). A continuación se reportan los resultados globales de la modelación, considerando ya la corrección.

CUADRO Nº 6.42: TOTAL DE VIAJES VEHÍCULOS LIVIANOS, PERÍODO NORMAL

MACROZONA	TOTAL VIAJES 2000	TOTAL VIAJES 2005	TOTAL VIAJES 2010
Norte	877	1,078	1,484
Centro	16,470	20,230	27,849
Sur	8,620	10,588	14,575
Austral	140	172	237

FUENTE: Elaboración Propia

CUADRO Nº 6.43: TOTAL DE VIAJES VEHÍCULOS LIVIANOS, PERÍODO VERANO

MACROZONA	TOTAL VIAJES 2000	TOTAL VIAJES 2005	TOTAL VIAJES 2010
Norte	1,863	2,289	3,151
Centro	17,386	21,357	29,396
Sur	12,917	15,869	21,843
Austral	201	247	340

FUENTE: Elaboración Propia

Una forma de validar estos resultados globales es ver si el total de viajes presenta crecimientos dentro de lo esperado. Para ello recordemos que la elasticidad PIB es de 1.13. De esta forma, en el período 2000-2005 se espera un crecimiento promedio anual del orden del 4.2%; mientras que para el período 2005-2010 la tasa es del 6.6%. Si se calculan las tasas de crecimiento de los totales de viajes se obtiene lo siguiente:

CUADRO Nº 6.44: TASAS DE CRECIMIENTO TOTAL DE VIAJES, VEHÍCULOS LIVIANOS

MACROZONA	TASA CRECIMIENTO 2005, NORMAL	TASA CRECIMIENTO 2005, VERANO	TASA CRECIMIENTO 2010, NORMAL	TASA CRECIMIENTO 2010, VERANO
Norte	4.2%	4.2%	6.6%	6.6%
Centro	4.2%	4.2%	6.6%	6.6%
Sur	4.2%	4.2%	6.6%	6.6%
Austral	4.2%	4.2%	6.6%	6.6%

FUENTE: Elaboración Propia

En el Cuadro Nº6.44 se muestra las tasas de crecimiento promedio anuales resultantes del total de viajes modelados. Como era de esperar, ya que se tratan de los totales ajustados al crecimiento del PIB, en todas las macrozonas y categorías se obtiene el crecimiento esperado.

6.5.4 Proyecciones Matrices O/D Camiones Livianos y Pesados

Para estimar tasas de crecimiento a escala comunal se trabajó en dos etapas. En la primera se calcularon los crecimientos de la carga (toneladas), a partir de la información de producción a nivel comunal de los distintos productos y sus proyecciones, ambas reportadas en el informe anterior, se calcularon tasas de crecimiento del movimiento de camiones. En una segunda etapa se transformó el dato de carga a camiones equivalentes, a partir de información disponible sobre los tamaños de embarque normales. De esta forma se pudo determinar tasas de crecimiento de los camiones empleados en cada movimiento.

En el Cuadro N°6.45 se reportan las tasas de crecimiento promedios encontradas a nivel de macrozona.

CUADRO N° 6.45: TASAS PROMEDIO GENERACIÓN/ATRACCIÓN CAMIONES POR MACROZONA

MACROZONA	TASAS 2000 –2005	TASAS 2005 –2010
Norte	9.2%	9.2%
Centro	4.1%	4.1%
Sur	6.9%	6.9%
Austral	7.3%	7.3%

Fuente: Elaboración Propia

En general, las tasas de la macrozona norte resultan un tanto más altas que el resto. Si se revisan los datos a nivel comunal, hay algunos datos que es preciso destacar. Por ejemplo, en la Macrozona Norte, se observa para Antofagasta una disminución del 3% para el período 2000-2005, mientras que para ese mismo período, la comuna de Mejillones presenta un aumento del 58%. Esta alta tasa de crecimiento se explica en parte por la puesta en funcionamiento del complejo portuario de Mejillones. Así, parte de la carga que salía por Antofagasta comienza a salir por el puerto de Mejillones. Por otro lado, este crecimiento se explica por las altas tasas esperadas para el desarrollo minero de la zona. En el período 2005-2010 Mejillones se estabiliza con una tasa del 3% anual.

Para los pasos internacionales se utilizó modelos tendenciales a partir de información de carga que pasa por las aduanas. Como se trata de tendencias, para pasos que experimentaron crecimientos importantes en los últimos años se obtienen tasas de crecimiento del mismo orden. Por ejemplo, esto sucede con los pasos Tambo Quemado (Bolivia 1), con un 22% en el período 2000-2005, Futaleufú (Argentina 9), con un 66%. En general se puede señalar que toda zona que presenta un crecimiento muy superior a la media se explica por una sustitución con el movimiento reportado en otras zonas, las cuales presentan una tasa más baja que el promedio, o bien, una tasa de crecimiento negativa. Sin embargo, se debe notar que éstos corresponden a casos especiales y que, en general, las tasas se mantienen cercanas al promedio.

Con estas tasas de crecimiento más la información base correspondiente a una asignación de viajes para el 2000, es posible determinar los totales de viajes generados y atraídos por cada zona en el corte temporal correspondiente a los años 2005 y 2010.

Como esta información corresponde a tasas de crecimiento de generación/atracción, se realizó un ajuste de acuerdo a la elasticidad PIB que diera cuenta de la relación entre niveles de flujo y el ingreso. En las tablas siguientes se reportan los totales de la aplicación del método biproporcional, con el ajuste de acuerdo a la elasticidad. Este ajuste se efectuó de forma homóloga al caso de vehículos livianos.

CUADRO Nº 6.46: TOTAL DE VIAJES CAMIONES LIVIANOS, NORMAL

MACROZONA	TOTAL VIAJES 2000	TOTAL VIAJES 2005	TOTAL VIAJES 2010
Norte	112	131	169
Centro	1,821	2,143	2,759
Sur	1,259	1,482	1,908
Austral	25	30	39

FUENTE: Elaboración Propia

CUADRO Nº 6.47: TOTAL DE VIAJES CAMIONES LIVIANOS, VERANO

MACROZONA	TOTAL VIAJES 2000	TOTAL VIAJES 2005	TOTAL VIAJES 2010
Norte	139	163	210
Centro	5,629	6,622	8,531
Sur	1,607	1,891	2,434
Austral	28	33	42

FUENTE: Elaboración Propia

CUADRO Nº 6.48: TOTAL DE VIAJES CAMIONES PESADOS, NORMAL

MACROZONA	TOTAL VIAJES 2000	TOTAL VIAJES 2005	TOTAL VIAJES 2010
Norte	225	278	386
Centro	2,839	3,504	4,870
Sur	2,840	3,505	4,869
Austral	29	36	50

FUENTE: Elaboración Propia

CUADRO Nº 6.49: TOTAL DE VIAJES CAMIONES PESADOS, VERANO

MACROZONA	TOTAL VIAJES 2000	TOTAL VIAJES 2005	TOTAL VIAJES 2010
Norte	241	298	414
Centro	3,717	4,588	6,375
Sur	2,887	3,564	4,951
Austral	30	37	51

FUENTE: Elaboración Propia

Tal como se hizo en el caso de vehículos livianos, para validar de forma general los resultados corresponde analizar qué sucede con las tasas de crecimientos globales de los totales modelados. En primer lugar, debe tomarse en cuenta que se espera, en el caso de camiones livianos, un crecimiento esperado de 3.3% para el período 2000-2005 y 5.2% para el período 2005-2010. En el caso de camiones pesados, el crecimiento esperado para el período 2000-2005 es 4.3%; para los años 2005-2010, 6.8%.

CUADRO Nº 6.50: TASAS DE CRECIMIENTO TOTAL DE VIAJES, CAMIONES, NORMAL

MACROZONA	TASA CRECIMIENTO 2005, LIVIANO	TASA CRECIMIENTO 2005, PESADO	TASA CRECIMIENTO 2010, LIVIANO	TASA CRECIMIENTO 2010, PESADO
Norte	3.3%	4.3%	5.2%	6.8%
Centro	3.3%	4.3%	5.2%	6.8%
Sur	3.3%	4.3%	5.2%	6.8%
Austral	3.4%	4.3%	5.2%	6.8%

FUENTE: Elaboración Propia

CUADRO Nº 6.51: TASAS DE CRECIMIENTO TOTAL DE VIAJES, CAMIONES, VERANO

MACROZONA	TASA CRECIMIENTO 2005, LIVIANO	TASA CRECIMIENTO 2005, PESADO	TASA CRECIMIENTO 2010, LIVIANO	TASA CRECIMIENTO 2010, PESADO
Norte	3.3%	4.3%	5.2%	6.8%
Centro	3.3%	4.3%	5.2%	6.8%
Sur	3.3%	4.3%	5.2%	6.8%
Austral	3.4%	4.3%	5.2%	6.8%

FUENTE: Elaboración Propia

Una vez más y como resultado de la metodología aplicada en la que se realiza un ajuste de la matriz a posteriori, las tasas resultantes corresponden exactamente a los crecimientos esperados. Se observa una pequeña diferencia en el caso de los vehículos livianos de la Macrozona Sur (3.4% en vez de 3.3%) que tiene que ver con problemas de aproximación.

6.5.5 Conclusiones Generales de la Modelación

Hasta ahora se ha descrito la metodología y los resultados globales obtenidos de la aplicación del algoritmo de Kruithof para un modelo biproporcional. En síntesis, la metodología consistió en determinación de tasas de crecimiento a nivel comunal. A partir de una matriz base se calculan los totales de viajes originados y atraídos, usando las tasas de crecimiento se calculan los totales esperados para los cortes temporales definidos. Con la matriz base y los nuevos totales se distribuyen los viajes de acuerdo al modelo biproporcional, y este resultado se ajusta según la elasticidad flujo – PIB.

Un análisis detallado permite validar los resultados anteriores, concluyendo que la metodología usada resulta adecuada para el objetivo buscado. Es así, como se cuenta con matrices O/D proyectadas que serán utilizadas en el proceso de asignación de viajes.

En las tablas siguientes se resumen los resultados de la modelación. Para razones de simplicidad se reportan los totales a nivel provincial. Es así como en estas tablas se muestra de forma sintética, para cada macrozona, categoría de vehículo y período el total de flujos originados y atraídos por provincia, tanto para el año base como para los cortes temporales de los años 2005 y 2010.

CUADRO N° 6.52: TOTALES GENERACIÓN/ATRACCIÓN VEHÍCULOS LIVIANOS POR PROVINCIA

		Base Normal		2005 Normal		2010 Normal		Base Verano		2005 Verano		2010 Verano	
		Originados	Atraídos	Originados	Atraídos	Originados	Atraídos	Originados	Atraídos	Originados	Atraídos	Originados	Atraídos
I Región	Arica	54	54	59	59	70	70	59	59	65	65	74	74
	Parinacota	3	3	4	4	7	6	2	3	3	3	6	5
	Iquique	162	162	228	228	369	368	220	220	324	323	537	534
II Región	Tocopilla	52	53	50	50	53	53	369	368	320	319	289	288
	El Loa	92	91	134	133	215	213	415	415	632	632	1,057	1,058
	Antofagasta	173	174	195	196	233	233	238	240	270	271	315	317
III Región	Chañaral	55	45	54	45	61	50	108	114	110	116	119	124
	Copiapó	55	65	73	84	116	130	157	151	198	192	277	269
	Huasco	134	134	147	147	177	179	140	140	155	157	182	185
TOTAL		781	781	945	945	1,301	1,302	1,709	1,708	2,079	2,078	2,856	2,853

		Base Normal		2005 Normal		2010 Normal		Base Verano		2005 Verano		2010 Verano	
		Originados	Atraídos										
IV Región	Elqui	179	177	267	262	445	432	384	368	615	597	1,157	1,127
	Limarí	170	170	200	198	277	269	169	176	217	226	344	353
	Choapa	87	87	111	109	160	156	211	199	279	264	430	404
V Región	Petorca	480	473	753	682	1,124	980	644	670	1,280	994	2,048	1,425
	Los Andes	549	450	686	562	936	772	526	468	673	594	897	806
	San Felipe	439	464	652	683	984	1,006	490	571	808	907	1,285	1,412
	Quillota	736	713	879	848	1,193	1,145	582	605	662	677	870	858
	Valparaíso	990	1,057	1,264	1,355	1,760	1,891	1,387	1,426	1,750	1,871	2,392	2,607
	San Antonio	316	261	410	336	592	479	810	790	1,079	1,055	1,535	1,488
VI Región	Cachapoal	2,754	2,884	3,225	3,428	4,399	4,797	3,147	3,822	3,460	4,336	4,557	5,930
	Colchagua	915	906	1,148	1,121	1,734	1,660	724	754	922	974	1,565	1,663
	Cardenal Caro	158	136	194	170	293	262	277	272	316	310	473	451
RM	Santiago	3,139	2,684	3,858	3,355	5,213	4,566	3,934	3,377	4,636	4,135	5,940	5,339
	Chacabuco	808	924	949	1,111	1,248	1,488	406	363	628	569	987	890
	Cordillera	463	544	572	676	789	936	729	717	832	832	1,058	1,059
	Maipo	2,296	2,650	2,740	3,153	3,665	4,195	736	510	796	542	959	635
	Melipilla	749	690	867	795	1,123	1,022	913	982	965	1,041	1,136	1,213
	Talagante	972	934	1,135	1,077	1,492	1,393	754	770	806	825	967	979
TOTAL		16,198	16,203	19,910	19,920	27,428	27,448	16,820	16,840	20,723	20,750	28,599	28,641

CUADRO N° 6.52: TOTALES GENERACIÓN/ATRACCIÓN VEHÍCULOS LIVIANOS POR PROVINCIA (CONTINUACIÓN)

		Base Normal		2005 Normal		2010 Normal		Base Verano		2005 Verano		2010 Verano	
		Originados	Atraídos	Originados	Atraídos	Originados	Atraídos	Originados	Atraídos	Originados	Atraídos	Originados	Atraídos
VII Región	Curicó	980	976	1,115	1,106	1,383	1,366	909	890	982	950	1,088	1,033
	Talca	294	308	327	341	398	414	493	487	504	490	524	493
	Linares	318	311	350	339	420	402	723	754	764	787	829	840
	Cauquenes	74	74	81	80	117	113	162	171	165	172	217	234
VIII Región	Ñuble	863	833	987	935	1,254	1,162	1,077	1,035	1,188	1,121	1,398	1,281
	Biobío	1,268	1,295	1,546	1,617	2,057	2,207	1,456	1,494	1,696	1,804	2,050	2,289
	Concepción	680	694	928	956	1,503	1,570	1,588	1,594	2,226	2,261	3,974	4,089
IX Región	Arauco	267	267	314	311	408	400	300	307	336	339	388	387
	Malleco	251	236	283	265	348	323	503	484	537	511	592	555
X Región	Cautín	1,178	1,178	1,463	1,476	1,948	1,973	1,720	1,751	2,150	2,237	2,802	2,961
	Valdivia	571	577	757	751	1,155	1,124	1,105	1,091	1,555	1,503	2,631	2,474
	Osorno	568	565	625	616	748	731	862	850	885	869	932	909
	Llanquihue	942	944	1,350	1,344	2,213	2,187	1,024	1,041	1,514	1,535	2,623	2,638
	Chiloé	182	181	234	232	324	318	322	322	510	477	743	680
	Palena	49	48	55	54	69	67	51	44	55	47	62	52
TOTAL		8,484	8,486	10,414	10,422	14,343	14,357	12,295	12,314	15,066	15,103	20,854	20,915

		Base Normal		2005 Normal		2010 Normal		Base Verano		2005 Verano		2010 Verano	
		Originados	Atraídos	Originados	Atraídos	Originados	Atraídos	Originados	Atraídos	Originados	Atraídos	Originados	Atraídos
XI Región	Coihaique	10	10	10	10	12	12	17	17	19	18	23	22
	Aisén	33	33	37	37	46	47	36	36	41	41	52	52
	General Carrera	3	3	3	3	4	4	7	7	8	8	10	10
	Capitán Prat	2	2	2	2	3	3	6	6	7	7	9	9
XII Región	Última Esperanza	5	4	6	5	8	7	12	12	14	14	19	19
	Magallanes	21	22	22	24	27	29	27	27	30	31	38	38
	Tierra del Fuego	17	16	19	19	24	24	38	38	43	43	54	54
TOTAL		90	90	100	101	124	125	143	143	162	162	203	203

FUENTE: Elaboración Propia

CUADRO N° 6.53: TOTALES GENERACIÓN/ATRACCIÓN CAMIONES LIVIANOS POR PROVINCIA

		Base Normal		2005 Normal		2010 Normal		Base Verano		2005 Verano		2010 Verano	
		Originados	Atraídos										
I Región	Arica	5	5	5	5	7	7	3	3	3	3	4	4
	Parinacota	3	3	4	4	5	5	3	3	3	3	4	4
	Iquique	23	22	25	25	33	33	24	24	26	26	34	35
II Región	Tocopilla	12	12	14	14	16	16	14	14	17	17	19	19
	El Loa	14	14	16	16	20	20	20	20	23	23	28	28
	Antofagasta	19	19	26	26	37	37	26	26	37	36	52	51
III Región	Chañaral	8	8	9	9	12	12	14	14	15	15	19	19
	Copiapó	7	7	8	8	9	10	10	10	11	11	13	13
	Huasco	10	10	11	11	14	14	10	10	11	11	13	14
TOTAL		100	100	118	118	152	152	122	122	145	144	186	186

		Base Normal		2005 Normal		2010 Normal		Base Verano		2005 Verano		2010 Verano	
		Originados	Atraídos										
IV Región	Elqui	27	28	33	33	42	43	46	47	57	58	72	74
	Limarí	18	19	23	24	29	30	19	19	23	23	30	29
	Choapa	11	10	11	10	13	12	103	119	100	115	116	133
V Región	Petorca	94	88	108	100	132	123	200	193	227	219	277	267
	Los Andes	41	42	51	53	70	70	314	277	392	347	522	454
	San Felipe	62	58	74	71	94	90	150	189	182	227	233	287
	Quillota	97	102	116	124	149	165	330	351	395	426	504	560
	Valparaíso	109	110	128	125	164	158	542	483	636	574	835	758
	San Antonio	44	29	51	33	64	42	120	114	139	132	176	166
VI Región	Cachapoal	191	201	227	238	299	311	1,036	1,049	1,215	1,236	1,572	1,606
	Colchagua	74	74	80	80	97	96	386	387	415	415	500	498
	Cardenal Caro	37	34	38	35	44	40	70	83	73	87	86	102
RM	Santiago	434	384	516	458	674	597	572	675	689	810	916	1,074
	Chacabuco	59	123	72	148	101	205	319	329	387	398	523	535
	Cordillera	63	61	77	74	98	93	234	231	288	284	373	365
	Maipo	201	185	234	220	302	286	481	330	569	393	742	512
	Melipilla	117	150	133	170	165	212	264	261	296	292	365	359
	Talagante	87	76	101	85	129	105	271	319	309	358	391	448
TOTAL		1,766	1,773	2,071	2,080	2,664	2,677	5,455	5,455	6,394	6,393	8,229	8,226

CUADRO N° 6.53: TOTALES GENERACIÓN/ATRACCIÓN CAMIONES LIVIANOS POR PROVINCIA (CONTINUACION)

		Base Normal		2005 Normal		2010 Normal		Base Verano		2005 Verano		2010 Verano	
		Originados	Atraídos										
VII Región	Curicó	102	101	99	98	125	123	188	188	203	188	237	233
	Talca	66	48	74	52	104	72	95	99	108	110	150	154
	Linares	31	54	30	56	39	73	121	105	128	108	165	140
	Cauquenes	15	14	27	26	40	38	21	33	41	54	62	80
VIII Región	Ñuble	168	152	208	187	348	332	200	202	242	250	412	412
	Biobío	168	172	185	187	237	242	145	146	171	171	221	224
	Concepción	91	102	110	131	111	127	97	95	121	124	115	120
IX Región	Arauco	55	56	53	53	51	52	65	67	77	79	88	90
	Malleco	54	57	97	100	129	136	71	69	103	97	137	129
	Cautín	174	171	189	183	229	225	154	154	166	164	197	197
X Región	Valdivia	92	93	110	119	125	126	198	197	224	240	272	276
	Osorno	101	104	130	134	167	171	92	97	120	125	152	159
	Llanquihue	95	94	108	107	133	131	95	94	112	108	135	133
	Chiloé	23	23	26	25	33	33	33	33	37	36	47	46
	Palena	7	5	7	6	9	7	8	6	10	7	12	9
TOTAL		1,241	1,245	1,453	1,464	1,881	1,887	1,584	1,583	1,861	1,860	2,402	2,401

		Base Normal		2005 Normal		2010 Normal		Base Verano		2005 Verano		2010 Verano	
		Originados	Atraídos										
XI Región	Coihaique	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3
	Aisén	4	4	5	5	6	6	8	8	9	9	11	11
	General Carrera	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Capitán Prat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XII Región	Última Esperanza	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Magallanes	6	6	6	7	7	8	4	4	4	4	5	5
	Tierra del Fuego	4	3	4	4	5	5	4	3	4	3	5	4
TOTAL		19	19	20	20	24	24	20	20	21	21	25	25

FUENTE: Elaboración Propia

CUADRO N° 6.54: TOTALES GENERACIÓN/ATRACCIÓN CAMIONES PESADOS POR PROVINCIA

		Base Normal		2005 Normal		2010 Normal		Base Verano		2005 Verano		2010 Verano	
		Originados	Atraídos										
I Región	Arica	12	12	14	15	19	19	10	10	12	12	16	16
	Parinacota	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4
	Iquique	34	34	39	39	52	53	54	54	63	62	84	84
II Región	Tocopilla	17	16	21	20	26	24	16	16	23	23	27	27
	El Loa	14	14	16	17	21	22	20	20	26	25	33	32
	Antofagasta	40	41	61	62	94	95	40	40	54	56	88	90
III Región	Chañaral	29	31	33	34	46	48	24	24	27	27	38	38
	Copiapó	17	16	20	18	26	24	24	24	28	28	37	37
	Huasco	20	20	24	24	31	31	15	15	18	18	24	23
TOTAL		185	186	230	232	318	320	205	205	253	254	351	352

		Base Normal		2005 Normal		2010 Normal		Base Verano		2005 Verano		2010 Verano	
		Originados	Atraídos										
IV Región	Elqui	60	61	79	80	108	111	35	33	45	42	63	58
	Limarí	10	12	13	15	18	21	15	11	20	15	27	20
	Choapa	14	12	15	13	20	17	205	228	208	233	260	292
V Región	Petorca	68	62	82	75	110	100	202	186	245	226	328	305
	Los Andes	39	42	52	56	74	80	17	21	23	28	34	40
	San Felipe	96	94	119	116	161	158	107	100	137	129	191	180
	Quillota	44	48	55	61	78	86	68	64	86	81	119	114
	Valparaíso	226	196	261	228	344	306	280	255	318	293	413	385
	San Antonio	55	45	65	54	85	73	87	81	106	99	145	136
VI Región	Cachapoal	477	457	606	559	876	778	503	515	646	642	938	904
	Colchagua	146	169	167	192	218	252	374	385	438	453	588	609
	Cardenal Caro	43	37	47	41	60	53	48	39	53	44	67	56
RM	Santiago	383	489	476	616	672	877	443	415	557	527	800	761
	Chacabuco	91	56	117	72	183	108	45	42	58	54	83	81
	Cordillera	69	55	98	81	138	117	117	87	172	137	248	202
	Maipo	372	399	469	497	663	699	523	520	663	654	943	927
	Melipilla	329	362	397	440	537	602	171	260	206	317	279	432
	Talagante	141	69	157	84	202	117	67	65	73	81	92	113
TOTAL		2,664	2,665	3,274	3,281	4,546	4,554	3,307	3,307	4,052	4,054	5,616	5,615

CUADRO N° 6.54: TOTALES GENERACIÓN/ATRACCIÓN CAMIONES PESADOS POR PROVINCIA (CONTINUACION)

		Base Normal		2005 Normal		2010 Normal		Base Verano		2005 Verano		2010 Verano	
		Originados	Atraídos										
VII Región	Curicó	339	319	375	336	482	439	299	303	337	309	499	413
	Talca	189	208	216	233	285	333	265	247	305	273	451	414
	Linares	66	66	69	68	86	92	174	176	206	195	301	285
	Cauquenes	24	25	54	55	84	93	29	38	67	73	118	123
VIII Región	Ñuble	513	536	588	611	1,321	1,093	435	478	501	540	733	870
	Biobío	495	487	576	615	722	867	424	392	504	523	707	782
	Concepción	169	150	236	184	225	204	154	133	212	158	226	179
IX Región	Arauco	183	187	206	211	225	256	89	90	110	104	128	127
	Malleco	245	243	418	401	529	546	142	147	221	240	310	351
X Región	Cautín	293	293	333	324	399	416	276	285	320	311	428	419
	Valdivia	136	136	176	218	204	212	371	370	481	555	633	595
	Osorno	69	70	96	92	121	124	77	75	100	95	142	136
	Llanquihue	73	69	95	87	111	110	74	70	96	83	126	112
	Chiloé	16	16	20	19	25	26	11	11	13	13	19	18
	Palena	9	11	11	12	14	17	11	16	14	18	19	25
TOTAL		2,818	2,817	3,468	3,466	4,832	4,826	2,830	2,828	3,489	3,489	4,841	4,851

		Base Normal		2005 Normal		2010 Normal		Base Verano		2005 Verano		2010 Verano	
		Originados	Atraídos										
XI Región	Coihaique	1	1	2	2	2	2	4	4	5	5	6	6
	Aisén	1	1	1	1	2	2	4	4	4	4	6	6
	General Carrera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Capitán Prat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XII Región	Última Esperanza	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2
	Magallanes	10	10	12	12	15	15	8	7	9	9	12	12
	Tierra del Fuego	9	9	11	11	15	15	10	11	13	13	18	18
TOTAL		24	24	28	28	37	37	27	27	33	33	44	44

FUENTE: Elaboración Propia

De estos resultados, que corresponden a las matrices obtenidas del método biproporcional ajustados según elasticidad PIB, es posible calcular las tasas resultantes por comuna que se muestran en las tablas siguientes.

CUADRO Nº 6.55: TASAS DE CRECIMIENTO POR PROVINCIA, VEHÍCULOS LIVIANOS

		2005 Normal		2010 Normal		2005 Verano		2010 Verano	
		O	D	O	D	O	D	O	D
I Región	Arica	1.8%	1.8%	3.3%	3.3%	2.0%	2.0%	2.6%	2.7%
	Parinacota	6.8%	5.0%	10.7%	9.7%	7.7%	5.3%	10.6%	8.4%
	Iquique	7.1%	7.1%	10.1%	10.1%	8.1%	8.0%	10.6%	10.6%
II Región	Tocopilla	-1.0%	-1.0%	1.3%	1.3%	-2.8%	-2.8%	-2.1%	-2.0%
	El Loa	7.8%	7.8%	10.0%	9.9%	8.8%	8.8%	10.8%	10.9%
	Antofagasta	2.4%	2.4%	3.6%	3.6%	2.5%	2.5%	3.1%	3.2%
III Región	Chañaral	-0.3%	-0.2%	2.4%	2.5%	0.4%	0.3%	1.5%	1.4%
	Copiapó	5.7%	5.4%	9.6%	9.0%	4.8%	4.3%	6.9%	7.0%
	Huasco	1.9%	1.9%	3.8%	3.9%	2.1%	2.3%	3.2%	3.3%
IV Región	Elqui	8.3%	8.1%	10.8%	10.5%	9.9%	10.2%	13.5%	13.5%
	Limarí	3.3%	3.0%	6.8%	6.3%	5.1%	5.2%	9.6%	9.4%
	Choapa	4.9%	4.7%	7.7%	7.5%	5.7%	5.8%	9.1%	8.9%
V Región	Petorca	9.4%	7.6%	8.3%	7.5%	14.7%	8.2%	9.9%	7.5%
	Los Andes	4.6%	4.5%	6.4%	6.6%	5.0%	4.9%	5.9%	6.3%
	San Felipe	8.3%	8.0%	8.6%	8.1%	10.5%	9.7%	9.7%	9.3%
	Quillota	3.6%	3.5%	6.3%	6.2%	2.6%	2.3%	5.6%	4.8%
	Valparaíso	5.0%	5.1%	6.8%	6.9%	4.8%	5.6%	6.4%	6.9%
VI Región	San Antonio	5.4%	5.2%	7.6%	7.4%	5.9%	6.0%	7.3%	7.1%
	Cachapoal	3.2%	3.5%	6.4%	7.0%	1.9%	2.6%	5.7%	6.5%
	Colchagua	4.6%	4.4%	8.6%	8.2%	4.9%	5.3%	11.2%	11.3%
RM	Cardenal Caro	4.3%	4.6%	8.6%	9.0%	2.7%	2.6%	8.4%	7.8%
	Santiago	4.2%	4.6%	6.2%	6.4%	3.3%	4.1%	5.1%	5.2%
	Chacabuco	3.3%	3.8%	5.6%	6.0%	9.1%	9.4%	9.4%	9.3%
	Cordillera	4.3%	4.5%	6.6%	6.7%	2.7%	3.0%	4.9%	5.0%
	Maipo	3.6%	3.5%	6.0%	5.9%	1.6%	1.2%	3.8%	3.2%
VII Región	Melipilla	3.0%	2.9%	5.3%	5.2%	1.1%	1.2%	3.3%	3.1%
	Talagante	3.1%	2.9%	5.6%	5.3%	1.4%	1.4%	3.7%	3.5%
	Curicó	2.6%	2.5%	4.4%	4.3%	1.5%	1.3%	2.1%	1.7%
	Talca	2.1%	2.0%	4.0%	3.9%	0.5%	0.1%	0.8%	0.1%
	Linares	1.9%	1.7%	3.7%	3.5%	1.1%	0.9%	1.7%	1.3%
VIII Región	Cauquenes	1.8%	1.6%	7.6%	7.2%	0.4%	0.2%	5.6%	6.3%
	Ñuble	2.7%	2.3%	4.9%	4.4%	2.0%	1.6%	3.3%	2.7%
	Biobío	4.0%	4.5%	5.9%	6.4%	3.1%	3.8%	3.9%	4.9%
IX Región	Concepción	6.4%	6.6%	10.1%	10.4%	7.0%	7.2%	12.3%	12.6%
	Arauco	3.3%	3.1%	5.4%	5.2%	2.2%	2.0%	3.0%	2.7%
	Malleco	2.4%	2.3%	4.2%	4.1%	1.3%	1.1%	2.0%	1.7%
X Región	Cautín	4.4%	4.6%	5.9%	6.0%	4.6%	5.0%	5.4%	5.8%
	Valdivia	5.8%	5.4%	8.8%	8.4%	7.1%	6.6%	11.1%	10.5%
	Osorno	1.9%	1.8%	3.7%	3.5%	0.5%	0.4%	1.0%	0.9%
	Llanquihue	7.5%	7.3%	10.4%	10.2%	8.1%	8.1%	11.6%	11.4%
	Chiloé	5.2%	5.1%	6.7%	6.5%	9.6%	8.2%	7.8%	7.3%
XI Región	Palena	2.5%	2.3%	4.4%	4.2%	1.5%	1.4%	2.5%	2.3%
	Coihaique	0.9%	0.9%	3.0%	2.9%	1.9%	1.9%	4.0%	4.0%
	Aisén	2.6%	2.5%	4.7%	4.7%	2.7%	2.7%	4.8%	4.8%
	General Carrera	2.5%	2.5%	4.7%	4.7%	2.7%	2.7%	4.9%	4.8%
XII Región	Capitán Prat	2.9%	2.9%	5.2%	5.1%	2.6%	2.6%	4.9%	4.9%
	Última Esperanza	3.8%	4.1%	6.0%	6.3%	3.2%	3.3%	5.5%	5.5%
	Magallanes	1.5%	1.6%	3.5%	3.7%	2.2%	2.3%	4.4%	4.4%
	Tierra del Fuego	2.6%	2.7%	4.8%	4.8%	2.5%	2.5%	4.6%	4.6%

FUENTE: Elaboración Propia

CUADRO N° 6.56: TASAS DE CRECIMIENTO POR PROVINCIA, CAMIONES LIVIANOS

		2005 Normal		2010 Normal		2005 Verano		2010 Verano	
		O	D	O	D	O	D	O	D
I Región	Arica	2.3%	2.4%	4.9%	4.8%	2.2%	2.4%	4.4%	4.3%
	Parinacota	2.1%	2.2%	4.3%	4.4%	2.1%	2.2%	4.1%	4.1%
	Iquique	2.1%	2.2%	5.6%	5.6%	2.0%	2.2%	5.6%	5.6%
II Región	Tocopilla	3.6%	3.7%	2.5%	2.4%	4.0%	4.1%	2.5%	2.4%
	El Loa	3.1%	3.1%	4.1%	4.0%	3.0%	3.1%	3.7%	3.7%
	Antofagasta	7.2%	7.0%	6.9%	7.0%	6.8%	6.3%	7.3%	7.5%
III Región	Chañaral	1.1%	1.2%	5.8%	5.7%	1.2%	1.3%	5.6%	5.5%
	Copiapó	1.6%	1.7%	3.9%	4.0%	1.7%	1.8%	4.0%	3.9%
	Huasco	2.3%	2.4%	4.7%	4.7%	2.1%	2.3%	4.4%	4.3%
IV Región	Elqui	3.8%	3.8%	5.0%	5.0%	4.4%	4.4%	5.0%	5.0%
	Limarí	4.5%	4.4%	5.0%	5.0%	4.3%	4.3%	4.9%	4.8%
	Choapa	0.0%	-0.2%	4.1%	4.0%	-0.6%	-0.7%	3.0%	2.9%
V Región	Petorca	2.7%	2.7%	4.1%	4.2%	2.6%	2.6%	4.0%	4.0%
	Los Andes	4.4%	4.5%	6.3%	5.9%	4.6%	4.6%	5.9%	5.5%
	San Felipe	3.6%	3.9%	4.7%	4.9%	4.0%	3.7%	5.0%	4.8%
	Quillota	3.7%	4.0%	5.0%	5.8%	3.6%	3.9%	5.0%	5.6%
	Valparaíso	3.1%	2.6%	5.1%	4.7%	3.3%	3.5%	5.6%	5.7%
	San Antonio	3.1%	3.0%	4.9%	4.7%	3.1%	3.0%	4.8%	4.7%
VI Región	Cachapoal	3.5%	3.4%	5.7%	5.5%	3.2%	3.3%	5.3%	5.4%
	Colchagua	1.6%	1.6%	3.9%	3.8%	1.5%	1.4%	3.8%	3.7%
	Cardenal Caro	0.8%	0.8%	3.0%	3.0%	1.0%	1.1%	3.2%	3.3%
RM	Santiago	3.5%	3.6%	5.5%	5.4%	3.8%	3.7%	5.9%	5.8%
	Chacabuco	4.0%	3.8%	7.1%	6.7%	4.0%	3.9%	6.2%	6.1%
	Cordillera	4.1%	4.0%	4.9%	4.8%	4.3%	4.2%	5.3%	5.2%
	Maipo	3.2%	3.6%	5.2%	5.4%	3.4%	3.6%	5.4%	5.4%
	Melipilla	2.5%	2.6%	4.4%	4.5%	2.3%	2.2%	4.3%	4.2%
	Talagante	3.0%	2.1%	5.0%	4.4%	2.7%	2.3%	4.8%	4.6%
VII Región	Curicó	-0.6%	-0.6%	4.8%	4.6%	1.5%	0.0%	3.2%	4.4%
	Talca	2.3%	1.6%	7.2%	6.8%	2.6%	2.3%	6.9%	6.9%
	Linares	-0.4%	0.9%	5.4%	5.3%	1.3%	0.6%	5.2%	5.3%
	Cauquenes	12.6%	12.8%	8.3%	8.3%	14.2%	10.5%	8.8%	8.4%
VIII Región	Ñuble	4.3%	4.2%	10.9%	12.2%	3.9%	4.4%	11.3%	10.5%
	Biobío	1.9%	1.8%	5.1%	5.2%	3.4%	3.2%	5.3%	5.5%
	Concepción	4.0%	5.2%	0.1%	-0.6%	4.5%	5.5%	-1.0%	-0.7%
	Arauco	-0.7%	-0.8%	-0.6%	-0.7%	3.4%	3.2%	2.8%	2.7%
IX Región	Malleco	12.4%	11.9%	5.9%	6.3%	7.7%	7.0%	5.8%	6.0%
	Cautín	1.6%	1.4%	4.0%	4.2%	1.5%	1.2%	3.5%	3.8%
X Región	Valdivia	3.6%	5.1%	2.6%	1.1%	2.4%	4.0%	4.0%	2.8%
	Osorno	5.1%	5.1%	5.1%	5.1%	5.3%	5.1%	4.9%	5.0%
	Llanquihue	2.8%	2.6%	4.1%	4.2%	3.3%	2.9%	3.8%	4.1%
	Chiloé	2.0%	2.0%	5.1%	5.1%	2.3%	2.1%	4.8%	5.0%
	Palena	2.2%	2.1%	4.6%	4.7%	2.7%	2.6%	4.3%	4.5%
XI Región	Coihaique	1.6%	1.5%	3.0%	3.0%	1.2%	1.2%	2.8%	2.8%
	Aisén	2.7%	2.7%	3.9%	3.9%	2.0%	2.0%	3.5%	3.5%
	General Carrera	1.8%	1.8%	3.3%	3.3%	1.1%	1.1%	3.8%	3.7%
	Capitán Prat	3.2%	3.1%	3.1%	3.2%	3.0%	3.0%	2.8%	2.8%
XII Región	Última Esperanza	1.2%	1.3%	3.1%	3.0%	0.8%	0.9%	2.5%	2.5%
	Magallanes	1.3%	1.4%	3.2%	3.3%	1.3%	1.4%	3.3%	3.3%
	Tierra del Fuego	2.3%	2.3%	4.1%	4.1%	2.0%	2.0%	3.9%	3.9%

FUENTE: Elaboración Propia

CUADRO N° 6.57: TASAS DE CRECIMIENTO POR PROVINCIA, CAMIONES PESADOS

		2005 Normal		2010 Normal		2005 Verano		2010 Verano	
		O	D	O	D	O	D	O	D
I Región	Arica	3.3%	3.3%	6.0%	6.0%	4.0%	3.8%	5.9%	5.9%
	Parinacota	3.1%	3.1%	5.4%	5.3%	3.6%	3.4%	5.5%	5.5%
	Iquique	2.9%	2.9%	6.1%	6.3%	3.0%	2.9%	6.1%	6.3%
II Región	Tocopilla	4.9%	5.0%	3.6%	3.7%	6.9%	6.7%	3.8%	3.8%
	El Loa	3.9%	3.9%	5.1%	5.0%	5.3%	5.1%	5.1%	5.1%
	Antofagasta	8.7%	8.6%	9.1%	9.0%	6.5%	7.2%	10.1%	9.9%
III Región	Chañaral	2.3%	2.3%	7.0%	6.9%	2.1%	2.0%	7.0%	7.0%
	Copiapó	2.8%	2.8%	5.7%	5.6%	3.2%	3.1%	5.8%	5.8%
	Huasco	3.1%	3.1%	5.7%	5.7%	3.6%	3.5%	5.8%	5.8%
IV Región	Elqui	5.6%	5.6%	6.5%	6.6%	5.1%	5.0%	6.8%	6.7%
	Limarí	5.6%	5.4%	6.5%	6.6%	5.8%	5.7%	6.6%	6.7%
	Choapa	1.3%	0.5%	5.6%	5.4%	0.2%	0.4%	4.6%	4.7%
V Región	Petorca	3.9%	3.8%	5.9%	6.0%	4.0%	4.0%	6.1%	6.1%
	Los Andes	6.0%	6.0%	7.5%	7.6%	5.9%	6.0%	7.6%	7.6%
	San Felipe	4.3%	4.3%	6.2%	6.3%	5.1%	5.2%	6.8%	6.9%
	Quillota	4.7%	4.8%	7.2%	7.4%	4.7%	4.9%	6.8%	6.9%
	Valparaíso	2.9%	3.1%	5.7%	6.0%	2.6%	2.8%	5.4%	5.6%
	San Antonio	3.4%	3.7%	5.6%	6.1%	4.0%	4.1%	6.4%	6.5%
VI Región	Cachapoal	4.9%	4.1%	7.6%	6.8%	5.1%	4.5%	7.7%	7.1%
	Colchagua	2.7%	2.6%	5.5%	5.6%	3.2%	3.3%	6.1%	6.1%
	Cardenal Caro	1.9%	2.1%	4.8%	5.0%	2.0%	2.3%	4.9%	5.0%
RM	Santiago	4.4%	4.7%	7.1%	7.3%	4.7%	4.9%	7.5%	7.6%
	Chacabuco	5.2%	5.0%	9.3%	8.6%	5.1%	5.2%	7.5%	8.4%
	Cordillera	7.1%	8.0%	7.2%	7.6%	7.9%	9.5%	7.6%	8.1%
	Maipo	4.8%	4.5%	7.2%	7.1%	4.9%	4.7%	7.3%	7.2%
	Melipilla	3.8%	4.0%	6.2%	6.4%	3.8%	4.0%	6.2%	6.4%
	Talagante	2.1%	4.2%	5.2%	6.9%	1.6%	4.5%	4.9%	7.0%
VII Región	Curicó	2.1%	1.0%	5.2%	5.5%	2.4%	0.4%	8.2%	6.0%
	Talca	2.7%	2.3%	5.7%	7.4%	2.9%	2.0%	8.1%	8.7%
	Linares	0.9%	0.6%	4.5%	6.3%	3.5%	2.1%	7.8%	7.9%
	Cauquenes	17.5%	16.9%	9.4%	10.9%	18.2%	14.0%	11.9%	11.2%
VIII Región	Ñuble	2.8%	2.6%	17.6%	12.4%	2.9%	2.4%	7.9%	10.0%
	Biobío	3.1%	4.8%	4.6%	7.1%	3.5%	5.9%	7.0%	8.4%
	Concepción	6.9%	4.2%	-1.0%	2.1%	6.6%	3.5%	1.3%	2.6%
	Arauco	2.4%	2.5%	1.9%	3.9%	4.4%	3.1%	3.1%	4.0%
IX Región	Malleco	11.3%	10.5%	4.8%	6.4%	9.4%	10.4%	6.9%	7.9%
	Cautín	2.6%	2.0%	3.7%	5.1%	3.0%	1.8%	6.0%	6.1%
X Región	Valdivia	5.3%	9.9%	3.1%	-0.5%	5.3%	8.5%	5.6%	1.4%
	Osorno	6.8%	5.6%	4.7%	6.1%	5.4%	4.8%	7.3%	7.3%
	Llanquihue	5.6%	4.6%	3.1%	4.8%	5.5%	3.6%	5.6%	6.1%
	Chiloé	3.5%	3.3%	4.8%	6.2%	4.0%	3.1%	6.9%	7.0%
	Palena	4.2%	3.5%	4.3%	5.8%	4.5%	3.1%	6.7%	6.8%
XI Región	Coihaique	2.7%	2.7%	4.9%	4.9%	3.3%	3.3%	6.0%	6.0%
	Aisén	3.9%	3.9%	5.9%	5.9%	3.9%	3.9%	6.1%	6.1%
	General Carrera	3.0%	3.0%	5.1%	5.1%	3.0%	2.8%	5.3%	5.5%
	Capitán Prat	4.2%	4.2%	5.0%	5.0%	4.7%	4.7%	5.4%	5.4%
XII Región	Última Esperanza	2.4%	2.3%	5.1%	5.1%	3.2%	3.1%	5.2%	5.3%
	Magallanes	2.8%	2.8%	5.4%	5.4%	3.4%	3.4%	6.1%	6.0%
	Tierra del Fuego	3.8%	3.7%	6.0%	6.0%	4.2%	4.2%	6.6%	6.6%

FUENTE: Elaboración Propia

Es posible constatar que las tasas se mantienen en el orden esperado, que a nivel total se cumple con un crecimiento igual a lo que se espere según elasticidad PIB y su escenario, pero que como se muestra los resultados no son a tasa constante entre las provincias, como resultado de que se aplicaron tasas distintas según cada comuna. Como se mencionó al describir la metodología estas distintas tasas se explican por la realidad de cada comuna; por ejemplo, en el caso de camiones, debido a que el crecimiento de la producción no es homogéneo.

6.6 MODELAMIENTO DE ESCENARIOS DE PROYECTO

6.6.1 Redes de Proyecto

Las redes de proyecto fueron construidas a partir de información generada como parte del "Plan Director de Infraestructura Chile 2000 – 2010 Etapa I" y de los proyectos contenidos en la base de datos *Exploratorio* de Junio 2002. En una primera instancia, el Consultor elaboró una propuesta de proyectos a ser modelados al 2005 y 2010 la cual le fue sometida al Mandante para discusión. Estas discusiones permitieron identificar los proyectos más susceptibles de ser implementados, así como proyectos de cierto interés, pero que requieren ser analizados en más detalle. Estos últimos fueron incluidos en el modelo como alternativas.

En cuanto al tipo de proyectos a ser modelados, su elección se basó en el hecho que el modelo de transporte es una herramienta de tipo estratégico y por lo tanto se descartaron proyectos de carácter local, así como proyectos de conservación y reposición de la carpeta. El modelo considera entonces los siguientes tipos de proyectos:

AMPLIACIÓN:	Ampliación de la calzada y aumento del número de pistas
APER-PAV:	Apertura y pavimentación del camino
APER-RIPIO:	Apertura en ripio del camino
MEJORAMIENTO:	Mejoramiento del estándar del camino, o sea de sus características físicas (curvaturas horizontal y vertical) y operacionales (velocidades a flujo libre y a capacidad)
PAVIMENTACION:	Pavimentación de la carpeta modelada a través de un mejoramiento del estándar de la ruta (costos de operación, velocidades a flujo libre y capacidad)
PAV-VIRTUAL:	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado
RIPIO-VIRTUAL:	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como no pavimentado

En el Cuadro N°6.58 se presenta un resumen de los proyectos modelados al 2005. Se puede señalar que 13% (15) de los proyectos se encuentran en la macrozona norte, 32% (36) en la macrozona centro, 47% (54) en la macrozona sur y 8% (9) en la macrozona austral. En cuanto al tipo de proyecto, más del 75% son de pavimentación, 14% corresponden a aperturas y 8% son proyectos de ampliación.

En el Cuadro N°6.59 se presenta un resumen de los proyectos modelados al 2010. Del total de 157 proyectos viales incluidos en el modelo de transporte, más del 75% son de pavimentación, 17% corresponden a construcciones o aperturas y 6% son ampliaciones. En cuanto a la distribución geográfica, más de la mitad (57%) se encuentra en la macrozona sur, 27% se concentran en la macrozona centro,

12% se localizan en la macrozona norte y el 4% restante se encuentra en la macrozona austral.

CUADRO N° 6.58: RESUMEN DE PROYECTOS MODELADOS AL 2005

REGION	AMPLIA-CION	APER-PAV	APER-RIPIO	MEJORA-MIENTO	PAVIMEN-TACION	PAV-VIRTUAL	RIP-VIRTUAL	TOTAL
MACROZONA NORTE								
1	3				2	1		6
2	1				1	1		3
3			4		1		1	6
MACROZONA CENTRO								
4		1			2			3
5	3	2			5	2		12
6			2		10	3		15
13		2			3	1		6
MACROZONA SUR								
7	2		3		6			11
8					7	1		8
9			1		14	4		19
10			1		12	3		16
MACROZONA AUSTRAL								
11				2	4			6
12					2	1		3
TOTAL	9	5	11	2	69	17	1	114
	8%	4%	10%	2%	61%	15%	1%	100%

CUADRO N° 6.59: RESUMEN DE PROYECTOS MODELADOS AL 2010

REGION	AMPLIA-CION	APER-PAV	APER-RIPIO	MEJORA-MIENTO	PAVIMEN-TACION	PAV-VIRTUAL	RIP-VIRTUAL	TOTAL
MACROZONA NORTE								
1			1		1	2		4
2	3		1		3	3		10
3	1		1		3			5
MACROZONA CENTRO								
4					5	1		6
5	1	1	1		4	3		10
6	1	3			5	3		12
13	2	2			3	8		15
MACROZONA SUR								
7		2			15	3		20
8	1	3	1		14	4		23
9	1	1			13	2		17
10		5	2		17	5		29
MACROZONA AUSTRAL								
11					2			2
12			2		1		1	4
TOTAL	10	17	9	0	86	34	1	157
	6%	11%	6%	0%	55%	22%	1%	100%

En Anexo N°6.9 se entrega el listado de los proyectos modelados al 2005 y al 2010 por región con su correspondiente programa, nombre del proyecto, nombre de la etapa y rol. En Anexo N°6.10 se presentan los proyectos a nivel de arco de modelación, para ambos cortes temporales, incluyéndose la siguiente información:

- Región: identificador numérico de 1 a 13 de cada región
- Nodo A: el primer dígito indica la región a la cual pertenece el nodo
- Nodo B: el primer dígito indica la región a la cual pertenece el nodo
- Acción: Ampliación, Aper-Pav, Aper-Ripio, Mejoramiento, Pavimentación, Pav-Virtual, Ripio-Virtual
- Nombre del camino
- Código correspondiente al tipo de arco
- Interurbano/urbano
- Estado de la carpeta: con agregado pétreo o pavimentado
- Tipo de calzada: simple o doble
- Longitud en metros
- Código único proveniente de la base de proyectos *Exploratorio*

Plazas de Peaje

En el siguiente cuadro se identifican las plazas de peaje modeladas al 2005 y 2010.

CUADRO N° 6.60: PLAZAS DE PEAJE MODELADAS AL 2005 Y 2010

N° REGION	REGION	PLAZA DE PEAJE	UBICACIÓN	SENTIDO DE COBRO
MACROZONA CENTRO				
IV	DE ATACAMA	Pichidangui	Ruta 5 Norte Km. 193	Bidireccional
IV	DE ATACAMA	Troncal La Serena Sur	Ruta 5 Norte Km. 283	Bidireccional
IV	DE ATACAMA	Troncal Norte (La Serena)	Ruta 5 Norte Km. 409	Bidireccional
V	DE VALPARAISO	Zapata	Ruta 68 Km. 65	Unidireccional Poniente-Oriente
V	DE VALPARAISO	Nogales – Puchuncaví	Ruta Nogales-Puchuncavi Km. 6,6	Bidireccional
V	DE VALPARAISO	El Melón	Ruta 5 Norte Km. 128,5	Bidireccional
V	DE VALPARAISO	Las Vegas	Longitudinal Norte Km. 88	Bidireccional
V	DE VALPARAISO	Cristo Redentor	Ruta 60 Km. 145	Unidireccional Poniente-Oriente
V	DE VALPARAISO	Proyecto V-91 Troncal Sur	Entre Quilpué y Villa Alemana	Bidireccional
XIII	METROPOLITANA	Melipilla 1	Autopista El Sol Ruta 78 Km. 60	Bidireccional
XIII	METROPOLITANA	Angostura	Longitudinal Sur Km. 57	Unidireccional Norte-Sur
XIII	METROPOLITANA	Lo Prado	Ruta 68 Km. 25	Unidireccional Oriente-Poniente
XIII	METROPOLITANA	Las Canteras	Ruta 57 a 1Km A. Vespucio	Bidireccional
XIII	METROPOLITANA	Lampa	Ruta 5 Norte Km. 26	Bidireccional
XIII	METROPOLITANA	Troncal Chacabuco	Ruta 57 Km. 58	Bidireccional
XIII	METROPOLITANA	Troncal Puangue	Ruta G-78	Bidireccional
MACROZONA SUR				
VII	DEL MAULE	Retiro	Ruta 5 Sur Km. 325 Tramo Talca-Chillán	Bidireccional
VII	DEL MAULE	Río Claro	Ruta 5 Sur Km. 220 Tramo Talca-Chillán	Bidireccional
VII	DEL MAULE	Quinta	Longitudinal Sur Km. 164	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Las Maicas	Ruta 5 Sur Km. 550	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Curalí	Ruta O-70-Q	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Coronel	Ruta 160 Km. 23	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Chaimavida	Ruta 148 Km. 10,2	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Agua Amarilla	Ruta Del Itata Km. 60 Chillán-Concepción	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Santa Clara	Ruta 5 Sur Km. 440	Bidireccional
VIII	DEL BIOBIO	Rafael	Acceso Norte a Concepción Tramo Rafael – Penco	Bidireccional
IX	DE LA ARAUCANIA	Quepe	Longitudinal Sur Km. 695	Unidireccional Sur-Norte
IX	DE LA ARAUCANIA	Pua	Ruta 5 Sur Km. 623	Bidireccional
X	DE LOS LAGOS	Troncal Puerto Mont	Ruta 5 Sur Km. 1021	Bidireccional
X	DE LOS LAGOS	Troncal Purranque	Ruta 5 Sur Km. 961	Bidireccional
X	DE LOS LAGOS	La Unión	Ruta 5 Sur Km. 888	Bidireccional
X	DE LOS LAGOS	Lanco	Ruta 5 Sur Km. 775	Bidireccional

FUENTE: Elaboración propia

6.6.2 Modelamiento Escenarios de Proyecto

En las siguientes secciones se presenta un análisis de los niveles de servicio y del crecimiento de la demanda por región y para la totalidad de los arcos modelados. Además se entrega un análisis los niveles de flujo vehicular para cada uno de los proyectos modelados al 2005.

6.6.2.1 Balance entre Oferta y Demanda

Como parte del balance entre la oferta y la demanda, se determinaron los déficit de infraestructura que existen al año base 2000, como también las necesidades que se deslumbran en el corto y mediano plazo. El análisis se realizó en base a los resultados obtenidos del modelo de transporte desarrollado dentro del marco del Plan Director Etapa II; en esta sección se analizan los resultados de los modelos macrozonales de la temporada Normal. Cabe mencionar que la oferta vial modelada al 2005 y 2010 incluye los proyectos viales de construcción, ampliación, pavimentación y mejoramiento identificados conjuntamente con el Mandante y descritos en detalle en la sección 6.6.1. Además, las necesidades indicadas no son acumulativas en el tiempo y por consecuente representan el balance entre la oferta y la demanda de cada uno de los cortes temporales analizados.

Al año de calibración 2000, se modelaron aproximadamente 25,500 kms de caminos de los cuales 40% son en ripio, 52% son pavimentados en calzada simple, 5% corresponden a calzadas dobles y el 3% restante representa balseos. Al 2005, se modelaron casi 750 kms. más de caminos que en el año base; tanto la proporción de caminos pavimentados como la de calzadas dobles aumentaron en un 3% en detrimento de los caminos en ripio. Al segundo corte temporal, la oferta vial aumentó en un 4% con respecto al 2005, pasando de unos 26,300 kms a casi 27,400 kms. de caminos modelados. En términos porcentuales, los caminos no pavimentados corresponden a 27% del total, los caminos pavimentados en calzada simple representan el 62% y las calzadas dobles alcanzan el 9% de la oferta vial modelada.

CUADRO N° 6.61: KILOMETRAJE DE CAMINOS MODELADOS POR TIPO DE CAMINO Y CORTE TEMPORAL

TIPO DE CAMINO	2000		2005		2010	
	Kms	%	Kms	%	Kms	%
NO PAVIMENTADO	10,313	40%	9,120	35%	7,334	27%
PAVIMENTADO EN CALZADA SIMPLE	13,275	52%	14,335	55%	16,924	62%
CALZADA DOBLE	1,264	5%	2,135	8%	2,420	9%
BALSEOS	712	3%	712	3%	697	3%
TOTAL	25,564	100%	26,302	100%	27,375	100%

Necesidades de Vías Pavimentadas por Concepto de Demanda

Los parámetros de demanda que definen los requerimientos de infraestructura vial están asociados a los criterios de estándar que la Dirección de Vialidad pretende otorgarle a sus caminos. De acuerdo a lo informado por ello, un camino al alcanzar una demanda de 250 veh/día ya generaría un beneficio social que hace rentable económicamente su pavimentación, por lo que fue ese el criterio utilizado para determinar las necesidades de infraestructura por concepto de demanda.

Como resultado del análisis, se obtuvo que al año 2000 existe una necesidad de pavimentar casi 3,000 kms. de caminos; al año 2005, habrían 2,482 kms. con una demanda superior al umbral definido; mientras que en el año 2010 el déficit sería de 2,450 kms.

Los resultados por macrozona (Cuadro N°6.62) muestran que al 2000 las mayores necesidades se encuentran en la Macrozona Sur, donde el déficit de caminos pavimentados explica el 70% del déficit total nacional. Le sigue en volumen la Macrozona Centro, donde el déficit alcanza los 421 kms. Al 2005, el déficit más importante se encontraría en la Macrozona Sur (1,585 kms.); en términos de volumen seguiría la Macrozona Norte con necesidades del orden de 400 kms. de caminos pavimentados. Al 2010, la Macrozona Sur es la región con nuevamente mayores necesidades concentrándose un 54% del déficit nacional.

En cuanto a la relación entre los kilómetros de caminos que deberían ser pavimentados y la longitud total de caminos en ripio modelados, los resultados arrojan que al 2010 los caminos a ser pavimentados representarían el 14% del total de los caminos en ripio en el caso de la Macrozona Norte, la mitad en el caso de las Macrozonas Centro y Sur, y el 26% en lo que respecta a la Macrozona Austral.

CUADRO N° 6.62: NECESIDADES DE PAVIMENTACIÓN POR MACROZONA (EN KMS.)

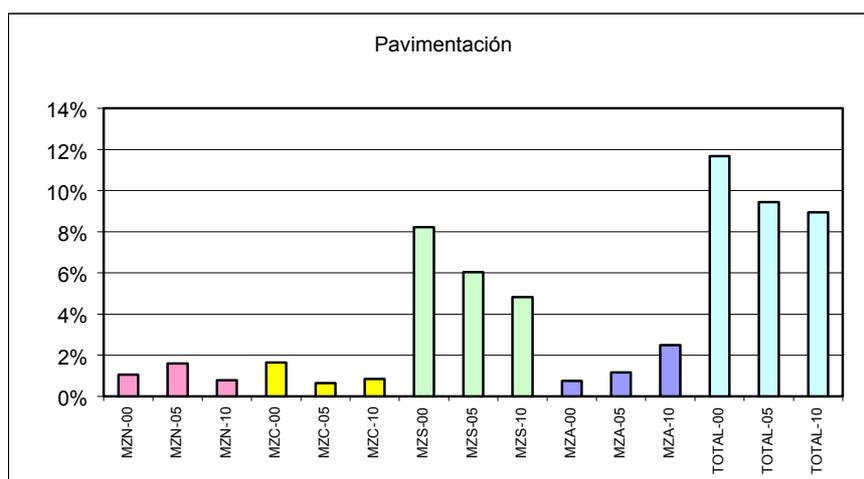
AÑO	MZN	MZC	MZS	MZA	TOTAL
NECESIDADES DE PAVIMENTACION					
2000	269	421	2,103	193	2,986
2005	421	172	1,585	304	2,482
2010	216	231	1,321	682	2,450
CAMINOS NO PAVIMENTADOS					
2000	1,953	1,207	4,404	2,749	10,313
2005	2,082	884	3,609	2,545	9,120
2010	1,521	511	2,647	2,655	7,334
DEFICIT VERSUS TOTAL DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS					
2000	14%	35%	48%	7%	29%
2005	20%	19%	44%	12%	27%
2010	14%	45%	50%	26%	33%

A nivel regional (Cuadro N°6.63), se puede mencionar que, tanto al 2000 como al 2005, las mayores necesidades en cuanto a pavimentación se encuentran en las regiones VII, VIII, IX y X, mientras que al 2010 los déficit importantes se concentran en las regiones VIII, IX, X y XI con un 65% de total nacional.

CUADRO N° 6.63: NECESIDADES DE PAVIMENTACIÓN POR REGIÓN (EN KMS.)

AÑO	I	II	III	IV	RM	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOTAL
NECESIDADES DE PAVIMENTACIÓN														
2000	103	114	52	147	80	105	89	484	561	465	592	175	18	2,986
2005	103	141	177	28	57	60	27	321	454	335	476	286	18	2,482
2010	187	8	21	95	41	44	51	175	350	328	468	450	232	2,450
CAMINOS NO PAVIMENTADOS														
2000	915	749	289	479	163	249	316	857	874	1,039	1,634	1,426	1,323	10,313
2005	841	700	541	364	127	160	233	694	773	775	1,368	1,272	1,273	9,120
2010	728	420	373	165	78	114	154	402	572	509	1,164	1,236	1,419	7,334
NECESIDADES RESPECTO AL DEFICIT NACIONAL														
2000	3%	4%	2%	5%	3%	4%	3%	16%	19%	16%	20%	6%	1%	100%
2005	4%	6%	7%	1%	2%	2%	1%	13%	18%	13%	19%	12%	1%	100%
2010	8%	0%	1%	4%	2%	2%	2%	7%	14%	13%	19%	18%	9%	100%

Finalmente, el siguiente gráfico compara las necesidades de pavimentación entre los tres cortes temporales modelados para cada una de las macrozonas. En el caso de la Macrozona Sur, se observa una disminución de las necesidades en el tiempo; al 2010 el déficit en las Macrozonas Norte y Centro alcanza apenas 1%. En el caso de la Macrozona Austral, las necesidades aumentan entre los cortes temporales, en especial en el segundo quinquenio.



Necesidades de Ampliación de Calzadas por Concepto de Demanda

Las necesidades de dobles calzadas fueron determinadas en base a un indicador de índole económico, asociado al tránsito demandado por las distintas rutas. Para ello como parámetro se consideró un TMDA de 5000 veh/día, ya que de acuerdo a lo informado por la Dirección de Vialidad, al alcanzar dicha demanda un camino generaría un beneficio social que hace rentable económicamente su ampliación.

Del análisis desarrollado se logró identificar un total de 3,319 kilómetros acumulados de caminos que estarían en esa condición. Al igual que para el caso de pavimentaciones, nuevamente el resultado del año 2000 arroja un déficit histórico de infraestructura vial, registrándose una necesidad de 774 kms. de dobles calzadas; en el 2005 dicho déficit disminuiría levemente pasando a 623 kms.; en el 2010 el déficit se incrementaría en 1,299 kms con respecto al 2005 alcanzando 1,922 kms.

La distribución del déficit por macrozonas (Cuadro N°6.64) muestra que al 2000 y 2005 la totalidad se concentra en las zonas Centro y Sur del país; al 2010, aparecen necesidades en la Macrozona Norte. En la Macrozona Austral no se identificaron déficit.

CUADRO N° 6.64: NECESIDADES DE AMPLIACIÓN POR MACROZONA (EN KMS.)

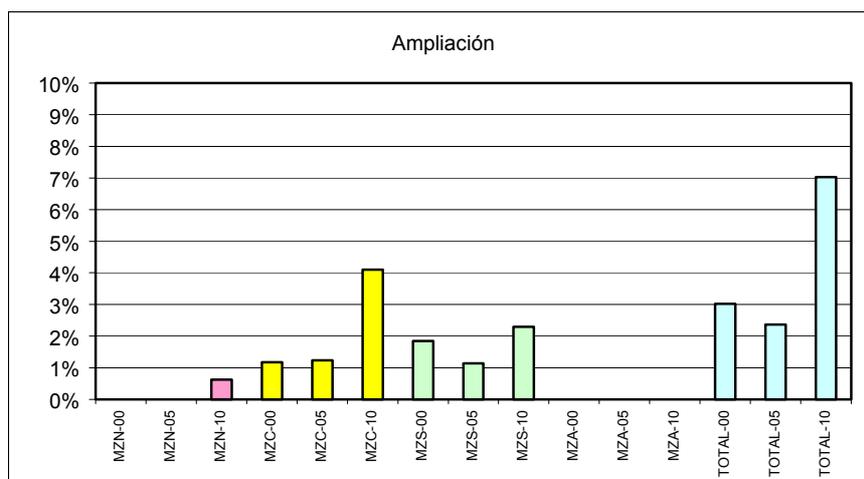
AÑO	MZN	MZC	MZS	MZA	TOTAL
NECESIDADES DE AMPLIACIÓN					
2000	0	302	472	0	774
2005	0	325	298	0	623
2010	172	1,122	628	0	1,922
CAMINOS PAVIMENTADOS EN CALZADA SIMPLE					
2000	3,660	3,249	5,744	622	13,275
2005	3,843	3,552	6,114	826	14,335
2010	4,568	4,105	7,360	891	16,924
DEFICIT VERSUS TOTAL DE CAMINOS EN CALZADA SIMPLE					
2000	0%	9%	8%	0%	6%
2005	0%	9%	5%	0%	4%
2010	4%	27%	9%	0%	11%

En cuanto a la distribución por región (Cuadro N°6.65) de las necesidades de ampliación, se puede señalar que los déficit más importantes -sobre un 20% del total nacional-, se concentran en las regiones V, Metropolitana y VIII, seguidas de la Región VI.

CUADRO N° 6.65: NECESIDADES DE AMPLIACIÓN POR REGIÓN (EN KMS.)

AÑO	I	II	III	IV	RM	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOTAL
NECESIDADES DE AMPLIACIÓN														
2000	0	0	0	0	148	103	51	36	241	124	70	0	0	774
2005	0	0	0	0	166	85	74	57	157	41	43	0	0	623
2010	57	115	0	144	408	384	186	120	284	71	153	0	0	1,922
CAMINOS PAVIMENTADOS EN CALZADA SIMPLE														
2000	1,090	1,658	912	770	806	971	702	1,027	1,725	1,135	1,857	153	469	13,275
2005	1,204	1,696	943	882	784	1,037	849	1,189	1,672	1,274	1,979	307	519	14,335
2010	1,403	2,084	1,081	1,091	885	1,175	954	1,514	1,996	1,543	2,306	343	548	16,924
NECESIDADES RESPECTO AL DEFICIT NACIONAL														
2000	0%	0%	0%	0%	19%	13%	7%	5%	31%	16%	9%	0%	0%	100%
2005	0%	0%	0%	0%	27%	14%	12%	9%	25%	7%	7%	0%	0%	100%
2010	3%	6%	0%	7%	21%	20%	10%	6%	15%	4%	8%	0%	0%	100%

El siguiente gráfico ilustra la evolución entre quinquenios del déficit; se observa un aumento en el tiempo de las necesidades de ampliación de calzada, en particular en el segundo quinquenio.

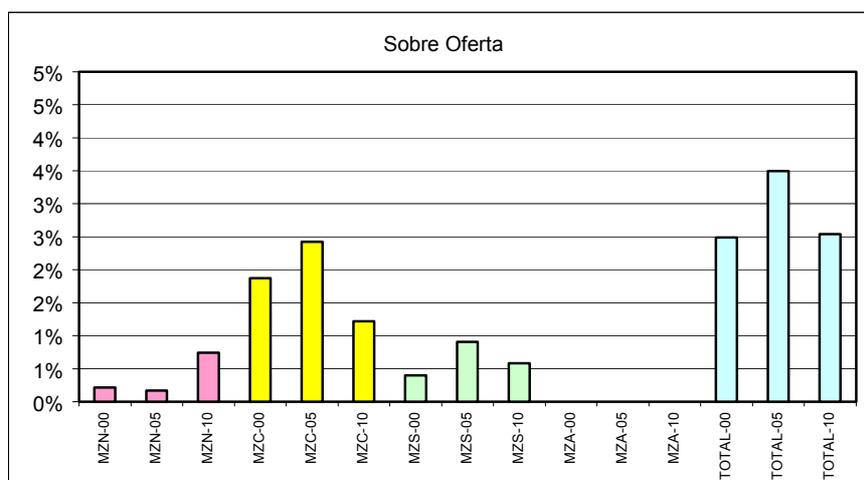


Balance Oferta Demanda de Calzadas Dobles por Concepto de Demanda

En las secciones anteriores, se presentó una discusión sobre las necesidades de pavimentación y ampliación. En esta sección se analiza el balance entre la oferta y la demanda de las dobles calzadas a fin de cuantificar y localizar los caminos modelados con dos calzadas, pero cuyo TMDA es menor a 5,000 veh/día, umbral definido por la Dirección de Vialidad y a partir del cual la doble calzada se justificaría desde el punto de la rentabilidad económica. Ahora bien, es importante señalar que la demanda es sólo uno de entre varios criterios -por ejemplo, la conectividad- que sirven para justificar la existencia de dobles calzadas. Por lo tanto, los tramos de caminos identificados en esta sección no son necesariamente el resultado de inversiones equivocadas. También podrían reflejar un crecimiento

de la demanda menor o más lento al previsto por los estudios de tráfico originales. De hecho, el siguiente gráfico muestra que la sobre oferta en materia de dobles calzadas tiende a disminuir en el tiempo.

A nivel de grandes zonas (Cuadro N°6.66), existirían al 2000 636 kms de dobles calzadas cuyo TMDA no alcanza 5,000 veh/día; más del 75% de este volumen se concentra en la Macrozona Centro. En el caso de la Macrozona Norte, la totalidad de las dobles calzadas no podrían ser justificadas por concepto de demanda. En cuanto a los otros dos cortes temporales, la sobre oferta sería de 919 kms. al 2005 y de 696 al 2010 kms.



CUADRO N° 6.66: BALANCE OFERTA DEMANDA DE CALZADAS DOBLES POR MACROZONA (EN KMS.)

AÑO	MZN	MZC	MZS	MZA	TOTAL
SOBRE OFERTA DE CALZADAS DOBLES					
2000	55	478	103	0	636
2005	44	637	238	0	919
2010	203	333	160	0	696
CAMINOS EN CALZADA DOBLE					
2000	55	813	396	0	1,264
2005	44	1,057	1,034	0	2,135
2010	203	1,106	1,111	0	2,420
SOBRE OFERTA VERSUS TOTAL DE CALZADAS DOBLES					
2000	100%	59%	26%		50%
2005	100%	60%	23%		43%
2010	100%	30%	14%		29%

La distribución regional (Cuadro N°6.67) muestra que, en los tres cortes temporales, más del 35% de la sobre oferta nacional se encuentra en la Región IV. Además, el 19% se concentra en la Región Metropolitana al 2000, mientras que al 2005 la sobre oferta en las Regiones V y Metropolitana alcanza un 34% del total nacional. Al 2010, un 27% de la sobre oferta se concentra en las Regiones II y III, seguidas por las Regiones IX y X con un 16%.

CUADRO N° 6.67: BALANCE OFERTA DEMANDA DE CALZADAS DOBLES POR REGION (EN KMS.)

AÑO	I	II	III	IV	RM	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOTAL
SOBRE OFERTA DE CALZADAS DOBLES														
2000	39	16	0	251	121	88	18	25	77	0	0	0	0	636
2005	16	28	0	308	180	131	18	6	92	72	68	0	0	919
2010	16	111	76	297	7	29	0	34	15	55	56	0	0	696
CAMINOS EN CALZADA DOBLE														
2000	39	16	0	251	333	131	98	201	178	0	18	0	0	1,264
2005	16	28	0	308	430	221	98	201	350	217	265	0	0	2,135
2010	16	111	76	308	414	252	132	201	392	253	265	0	0	2,420
SOBRE OFERTA RESPECTO AL TOTAL NACIONAL														
2000	6%	3%	0%	39%	19%	14%	3%	4%	12%	0%	0%	0%	0%	100%
2005	2%	3%	0%	34%	20%	14%	2%	1%	10%	8%	7%	0%	0%	100%
2010	2%	16%	11%	43%	1%	4%	0%	5%	2%	8%	8%	0%	0%	100%

Balance Oferta Demanda

A fin de complementar el análisis numérico del balance oferta demanda, objeto de las secciones anteriores, se presenta a continuación una serie de figuras (Figuras N°6.31 a N°6.42) en las cuales se ilustra la oferta modelada, las necesidades de pavimentación y ampliación, la sobre oferta de dobles calzadas, así como los proyectos viales modelados. Esta información se entrega por macrozona para los cortes temporales 2005 y 2010, y la temporada Normal.

Una comparación entre los dos horizontes de modelación permite verificar si los proyectos viales, tanto el tipo (pavimentación, ampliación, etc.) como su localización y longitud, responden a las necesidades en infraestructura detectadas por el balance oferta demanda. Más precisamente:

- En el caso de los caminos no pavimentados (desplegados en verde), existe un déficit o el camino debería pavimentarse si el TMDA es superior a 250 veh/día (línea verde oscuro por el centro del arco verde)
- En el caso de los caminos pavimentados (desplegados en azul), existe un déficit o el camino debería ampliarse si el TMDA es superior a 5000 veh/día (línea azul oscuro por el centro del arco azul)
- En el caso de los caminos pavimentados (desplegados en azul), existe un superávit si el TMDA es inferior a 250 veh/día (línea verde claro por el centro del arco azul)

- En el caso de los caminos en calzada doble (desplegados en rojo), existe un superávit si el TMDA es inferior a 5000 veh/día (línea naranja por el centro del arco rojo)

A continuación se presentan algunos ejemplos de este análisis:

Macrozona Norte

- La pavimentación de la Ruta A-55 al sur de Isluga (Región I) al 2010 se ve justificada por el criterio de demanda, puesto que al 2005 el TMDA de este camino es superior a 250 veh/día.
- De acuerdo a los resultados del modelo de transporte, la Ruta Altiplánica al norte de Isluga (Región I) tiene un TMDA superior a 250 veh/día al 2005 y, por lo tanto, en base al concepto de demanda, debería ser pavimentada. Sin embargo, este tramo no se identificó como proyecto de pavimentación en el segundo quinquenio manteniéndose el déficit en infraestructura al 2010.

Macrozona Centro

- La pavimentación de la Ruta D-37-E al sur de Illapel (Región IV) al 2010 se ve justificada por el criterio de demanda, puesto que al 2005 el TMDA de este camino es superior a 250 veh/día.
- La ampliación de la Ruta 60 a la altura de Quillota (Región V) se ve justificada por el criterio de demanda, puesto que al 2005 el TMDA de este camino es superior a 5000 veh/día.
- En el 2005, la doble calzada de la Autopista Los Libertadores entre Américo Vespucio y el camino hacia Lampa no se justifica por concepto de demanda; habría que esperar hasta el 2010. Sin embargo, este es un ejemplo de proyecto de ampliación basado en un criterio de continuidad de la malla vial.

Macrozona Sur

- La pavimentación de la Ruta R-42 entre Lumaco y Purén (Región IX) al 2010 se ve justificada por el criterio de demanda, puesto que al 2005 el TMDA de este camino es superior a 250 veh/día.
- Al 2010, el TMDA de la Ruta N-70-M entre San Carlos y Ninhue (Región VIII) superaría los 250 veh/día y por lo tanto este camino podría ser identificado como proyecto potencial de pavimentación.
- Las rutas R-71 y R-761 entre Victoria y Curacautín (Región IX) se pavimentaron al 2010, pero la demanda al 2005 no lo justificaba.

Macrozona Austral

- La Ruta A-7 a la altura de Chile Chico (Región XI) debería pavimentarse al 2005 por concepto de demanda, puesto que más de 250 veh/día transitan por este camino según los resultados del modelo de transporte. Al 2010, la necesidad de pavimentación fue nuevamente identificada.

6.6.2.2 Niveles de Flujo de Proyectos – Temporada Normal

En esta sección se entrega una descripción numérica y cualitativa del potencial e impacto de cada uno de los proyectos modelados al 2005. Como parte de este análisis, presentado por macrozona, se entregan los flujos en ambos sentidos -- por tipo de vehículo (veh/h) y TMDA (veh/h)-- al 2000, 2005 y 2010 de los arcos considerados como proyectos al 2005.

En Anexo N°6.12 se reportan las tasas de crecimiento entre quinquenios para los proyectos modelados al 2005. En Anexo N°6.13, se reportan los niveles de flujo (en ambos sentidos) al 2000, 2005 y 2010 de aquellos arcos que se transforman en proyectos viales al 2010, así como las tasas de crecimiento entre cortes temporales.

Ahora bien, es importante señalar que un aumento de los niveles de flujo entre el año base 2000 y el 2005 en aquellos arcos que representan proyectos modelados al 2005 no solamente se explica por el mejoramiento de estándar o aumento de capacidad de la vía, acciones que reducen los costos operacionales y aumentan la atraktividad de la vía. Este aumento también se puede deber al crecimiento de la demanda, a cambios en los patrones de viajes (pares origen-destino) relacionados con las proyecciones de la demanda, así como a reasignaciones de tráfico.

Macrozona Norte

CUADRO N° 6.68: NIVELES DE FLUJO AL 2000, 2005 Y 2010 DE ARCOS QUE REPRESENTAN PROYECTOS VIALES AL 2005

MACROZONA NORTE					ESCENARIO 2000 - NORMAL				ESCENARIO 2005 - NORMAL				ESCENARIO 2010 - NORMAL			
					VL	CL	CP	TMDA	VL	CL	CP	TMDA	VL	CL	CP	TMDA
A LA ALTURA DE ARICA																
RUTA 5	I-1	RUTA H	ARICA	N-S	1,708	84	196	1,988	3,080	112	294	3,486	3,514	140	266	3,920
RUTA A-73	I-2	POCONCHILE	AZAPA	O-P					0	28	42	70	140	56	140	336
A LA ALTURA DE CAMIÑA																
RUTA A-45	I-8	CAMIÑA	RUTA 5	O-P	70	28	42	140	42	42	42	126	112	56	84	252
A LA ALTURA DE TARAPACA																
RUTA A-55	I-10	CHUSMIZA	HUARA	O-P	210	56	70	336	140	56	126	322	308	84	196	588
A LA ALTURA DE IQUIQUE																
RUTA 16	ALT-I-11	HUMBERSTONE	IQUIQUE	O-P	1,820	252	322	2,394	2,366	280	434	3,080	4,788	406	616	5,810
RUTA 1	ALT-I-12	IQUIQUE	PUNTA GRUESA	N-S	448	56	112	616	350	84	266	700	462	112	308	882
A LA ALTURA DE ANTOFAGASTA																
RUTA B-400	ALT-II-4	RUTAS URIBE	RUTA 1 AL NORTE DE CERRO MORENO	N-S												
RUTA 26	II-3	RUTA 5	ANTOFAGASTA	O-P	1,400	154	70	1,624	1,456	168	42	1,666	1,904	224	112	2,240
A LA ALTURA DE TALTAL																
RUTA 1	II-9	PUNTA CASCABELES	TALTAL	N-S	364	28	182	574	658	70	378	1,106	1,512	266	1,232	3,010
A LA ALTURA DE EL SALVADOR																
	III-3	AL ORIENTE DE POTRERILLOS		O-P					14	28	98	140	14	14	28	56
	III-4	LA OLA	RUTA 31	N-S					14	28	98	140	14	14	28	56
A LA ALTURA DE COPIAPO																
RUTA 1	III-12	CALDERA	BAHIA COPIAPO	N-S					28	28	28	84	28	28	28	84
A LA ALTURA DEL LIMITE PROVINCIA DE COPIAPO/HUASCO																
RUTA 1	III-11	BAHIA SALADO	LIMITE PROVINCIA COPIAPO/HUASCO	N-S					28	28	28	84	28	28	28	84
RUTA C-35	III-7	LAUTARO	IGLESIA COLORADA	N-S	1,274	112	112	1,498	1,344	112	140	1,596	2,800	140	168	3,108
A LA ALTURA DE HUASCO																
RUTA 1	III-10	PUNTA LOBOS	HUASCO	N-S					28	28	28	84	28	28	28	84

**CUADRO N° 6.69: IMPACTO DE PROYECTOS MODELADOS AL 2005
MACROZONA NORTE**

PROYECTO	REGIÓN	ACCIÓN	COMENTARIO
I-1	1	Ampliación	Con la ampliación de este tramo, el flujo total diario pasaría de 2,000 veh/día al 2000 a unos 3,500 veh/día al 2005
I-2	1	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	El impacto de este proyecto sería insignificante en cuanto al flujo asignado, tanto de vehículos livianos como pesados
I-8	1	Pavimentación	El impacto de este proyecto de pavimentación sería insignificante en cuanto al flujo asignado, tanto de vehículos livianos como pesados
I-10	1	Pavimentación	Si bien este proyecto de pavimentación se justificaría por concepto de demanda con un TMDA superior a los 250 veh/día al 2000, no se observa un aumento de la demanda al 2005
Alt-I-11	1	Ampliación	Este proyecto de ampliación aparenta tener un potencial interesante, tanto para vehículos livianos como para camiones; el flujo total diario pasaría de unos 2,400 veh/día al 2000 a unos 3,100 veh/día al 2005 y a unos 5,800 veh/día al 2010
Alt-I-12	1	Ampliación	Este proyecto de ampliación aparenta tener un cierto potencial para vehículos pesados; en el primer quinquenio, los camiones livianos aumentarían en un 50% y los camiones pesados pasarían de 112 veh/día al 2000 a 266 veh/día al 2005
Alt-II-4	2	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	
II-3	2	Ampliación	El impacto de este proyecto de ampliación sería poco significativo; se observaría un leve aumento del flujo de vehículos y camiones livianos, pero una disminución de los camiones pesados
II-9	2	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto importante sobre el flujo de vehículos livianos y camiones pesados; el flujo total diario pasaría de unos 600 veh/día al 2000 a 1,100 veh/día al 2005, o sea un aumento del 93%
III-3	3	Apertura en ripio	Este proyecto no aparenta tener mayor potencial puesto que el flujo total diario sería de apenas 140 veh/día al 2005
III-4	3	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como no pavimentado	Este proyecto no aparenta tener mayor potencial puesto que el flujo total diario sería de apenas 140 veh/día al 2005
III-12	3	Apertura en ripio	La Ruta 1, a la altura de Huasco, sería utilizada por apenas unos 80 veh/día al 2005; tampoco se espera un crecimiento de la demanda en el segundo quinquenio
III-11	3	Apertura en ripio	La Ruta 1, a la altura de Huasco, sería utilizada por apenas unos 80 veh/día al 2005; tampoco se espera un crecimiento de la demanda en el segundo quinquenio
III-7	3	Pavimentación	Al 2005, el impacto de este proyecto de pavimentación sería poco significativo, sin embargo en el segundo quinquenio demanda total podría crecer en un 95% con una colaboración importante de los vehículos livianos
III-10	3	Apertura en ripio	La Ruta 1, a la altura de Huasco, sería utilizada por apenas unos 80 veh/día al 2005; tampoco se espera un crecimiento de la demanda en el segundo quinquenio

Macrozona Centro

CUADRO N° 6.70: NIVELES DE FLUJO AL 2000, 2005 Y 2010 DE ARCOS QUE REPRESENTAN PROYECTOS VIALES AL 2005

MACROZONA CENTRO						ESCENARIO 2000 - NORMAL				ESCENARIO 2005 - NORMAL				ESCENARIO 2010 - NORMAL			
						VL	CL	CP	TMDA EQ	VL	CL	CP	TMDA EQ	VL	CL	CP	TMDA EQ
A LA ALTURA DE VICUÑA																	
RUTA 41	IV-5	JUNTA DEL TORO	GUANTA	O-P	56	28	28	112	84	42	28	154	84	42	28	154	
A LA ALTURA DE COMBARBALA																	
RUTA D-705	IV-3	COMBARBALA	ILLAPEL	N-S					1,036	126	84	1,246	1,050	168	266	1,484	
RUTA D-71	IV-9	COMBARBALA	CANELA BAJA	O-P	476	70	28	574	70	28	28	126	56	28	28	112	
A LA ALTURA DE LIMITE REGION COQUIMBO/VALPARAISO																	
RUTA 5	V-25	LOS VILOS	PICHIDANGUI	N-S	1,540	462	1,176	3,178	1,666	490	1,400	3,556	1,960	476	1,610	4,046	
A LA ALTURA DE PETORCA																	
RUTA E-37-D	V-90	LIM REGION COQUIMBO/VALPARAISO	PEDEGUA	N-S					434	84	154	672	1,232	280	616	2,128	
RUTA 5	V-25	LIM REGION VALPARAISO/COQUIMBO	PULLALY	N-S	1,540	462	1,176	3,178	1,652	490	1,386	3,528	1,946	448	1,582	3,976	
A LA ALTURA DE LA LIGUA																	
RUTA E-41	V-6	LA VEGA	GUAYACAN	N-S	896	84	56	1,036	1,260	364	238	1,862	1,204	574	630	2,408	
A LA ALTURA DE PUTAENDO																	
RUTA E-41	V-7	EL MANZANO	GUAYACAN	O-P	896	84	56	1,036	1,260	364	238	1,862	1,204	574	630	2,408	
RUTA E-41	V-8	EL MANZANO	PUTAENDO	N-S	896	84	56	1,036	1,260	364	238	1,862	1,204	574	630	2,408	
A LA ALTURA DE EL MELON																	
RUTA 5	V-25	TUNEL EL MELON	EL MELON	N-S	3,388	938	1,400	5,726	3,304	770	1,498	5,572	4,522	896	1,904	7,322	
A LA ALTURA DE LA LIGUA																	
RUTA F-190	V-18	PUCHUNCAVI	VILLA ALEGRE	N-S					5,754	490	812	7,056	8,736	574	1,148	10,458	
RUTA F-216	V-19	VILLA ALEGRE	RUTA F-30-E	O-P	0	0	0	0	2,786	280	448	3,514	4,508	336	686	5,530	
RUTA 5	V-25	LA CALERA	HIJUELAS	N-S	4,102	1,008	1,820	6,930	4,018	882	1,904	6,804	5,698	1,008	2,254	8,960	
RUTA 60	V-26	CHAGRES	RUTA 5	N-S	2,590	882	868	4,340	3,038	896	882	4,816	5,250	1,176	1,218	7,644	
A LA ALTURA DE VALPARAISO																	
TRONCAL SUR	V-91			O-P					28	14	28	70	126	14	14	154	
A LA ALTURA DE PLACILLA																	
	V-20	LAS TABLAS	LLANPAIQUILLO	N-S					0	0	0	0	0	0	0	0	
A LA ALTURA DE EL TABO																	
CONC CARTAGENA-QUINTAY	V-24	EL TABO	LAS CRUCES	N-S					1,050	238	56	1,344	1,638	252	56	1,946	
A LA ALTURA DE COLINA																	
RUTA G-15	V-27	QUILAPILUN	ESMERALDA	N-S	4,970	896	1,288	7,154	5,152	826	1,498	7,476	19,180	1,596	2,898	23,674	
RUTA G-16	RM-2	POLPAICO	LAMPA	N-S	7,140	518	630	8,288	13,230	1,512	1,848	16,590	17,304	2,800	3,934	24,038	
A LA ALTURA DE LAMPA																	
RUTA G-15	V-27	RUTA G-155	VESPUICIO	N-S	882	294	574	1,750	798	182	490	1,470	7,546	364	868	8,778	

MACROZONA CENTRO					ESCENARIO 2000 - NORMAL				ESCENARIO 2005 - NORMAL				ESCENARIO 2010 - NORMAL				
					VL	CL	CP	TMDA EQ	VL	CL	CP	TMDA EQ	VL	CL	CP	TMDA EQ	
A LA ALTURA DE EL NOVICIADO																	
RUTA G-184	RM-6A	RUTA G-16	EL NOVICIADO	N-S	0	0	0	0	13,524	700	392	14,616	19,530	1,232	700	21,462	
RUTA G-184	RM-6B	EL NOVICIADO	RUTA 68	N-S					13,524	700	392	14,616	19,530	1,232	700	21,462	
COSTANERA NORTE	RM-90	RUTA 5	RUTA G-26	O-P					11,270	1,456	1,862	14,588	21,406	1,988	2,786	26,180	
A LA ALTURA DE MARIA PINTO																	
RUTA G-76	RM-7	SANTA INES	MARIA PINTO	O-P	742	70	98	910	2,100	252	266	2,618	2,968	504	518	3,990	
A LA ALTURA DE TALAGANTE																	
ACCESO SUR	RM-91	RUTA G-45	RUTA 5	N-S					3,990	1,162	2,226	7,378	6,580	1,554	2,590	10,724	
A LA ALTURA DE GRANEROS																	
RUTA H-10	VI-8	S FRANCISCO DE MOSTAZAL	GRANEROS	N-S	658	140	588	1,386	672	770	2,800	4,242	868	1,008	4,368	6,244	
A LA ALTURA DE LITUECHE																	
RUTA G-60	VI-37	CENTRAL RAPEL	LITUECHE	N-S	504	140	392	1,036	518	196	546	1,260	1,428	224	672	2,324	
A LA ALTURA DE LA ESTRELLA																	
RUTA I-20	VI-38	LA ESTRELLA	LAS DAMAS	O-P	56	28	28	112	84	28	28	140	462	70	84	616	
A LA ALTURA DE LAS CABRAS																	
PATAGUAS ORILLAS	VI-9	RUTA 66	RUTA H-76	N-S					994	126	238	1,358	1,134	140	308	1,582	
A LA ALTURA DE SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA																	
	V-27-B	EL TOCO	PUPILA	N-S					1,330	98	140	1,568	1,386	98	182	1,666	
A LA ALTURA DE PICHILEMU																	
RUTA COSTERA	VI-4	PICHILEMU	CAHUIL	N-S					42	28	28	98	210	28	56	294	
A LA ALTURA DE PUMANQUE																	
RUTA COSTERA	VI-5	CAHUIL	BUCALEMU	N-S					42	28	28	98	210	28	56	294	
RUTA I-60	VI-29	POBLACION	PUMANQUE	N-S	266	140	238	644	476	182	266	924	826	210	336	1,372	
RUTA I-340	VI-27-A	PUPILA	PALMILLA	N-S	0	0	0	0	1,330	98	140	1,568	1,386	98	182	1,666	
A LA ALTURA DE PICHILEMU																	
RUTA I-151	VI-17	ROMA	SAN FERNANDO	O-P	0	0	0	0	0	0	0	0	434	42	126	602	
A LA ALTURA DE PUMANQUE																	
RUTA COSTERA	VI-7	BUCALEMU	LIMITE REGION L.G.B.O./MAULE	N-S					0	0	0	0	0	0	0	0	
RUTA I-72	VI-31B	PAREDONES	BUCALEMU	O-P					42	28	28	98	210	28	56	294	
RUTA I-72	V1-31A	CRUCE RUTA I-60/RUTA I-72	PAREDONES	O-P	1,876	658	434	2,968	1,918	672	462	3,052	3,080	770	574	4,424	
RUTA I-60	VI-30	PUMANQUE	CRUCE RUTA I-60/RUTA I-72	N-S	196	84	350	630	336	84	350	770	602	84	434	1,120	
A LA ALTURA DE CHIMBARONGO																	
RUTA I-86	VI-26	CHIMBARONGO	CONVENTO VIEJO	N-S	126	84	210	420	182	140	322	644	126	196	504	826	

**CUADRO N° 6.71: IMPACTO DE PROYECTOS MODELADOS AL 2005
MACROZONA CENTRO**

PROYECTO	REGIÓN	ACCIÓN	COMENTARIO
IV-5	4	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto casi nulo en cuanto al flujo vehicular; el flujo total diario pasaría de unos 110 veh/día al 2000 a 150 veh/día al 2005
IV-3	4	Apertura y pavimentación	Este proyecto aparenta tener un potencial interesante, tanto para vehículos livianos como para camiones; al 2005, los vehículos livianos alcanzarían unos 1,000 veh/día, mientras que los camiones livianos y pesados serían del orden de 120 veh/día y 80 veh/día, respectivamente
IV-9	4	Pavimentación	Al 2005, el flujo sería menor que al 2000 lo cual indica posibles reasignaciones de tráfico
V-25	5	Ampliación	A la altura del límite regional entre las regiones de Coquimbo y Valparaíso: Se apreciaría un aumento del flujo vehicular, sobre todo de camiones pesados A la altura de Petorca: Se apreciaría un aumento del flujo vehicular, sobre todo de camiones pesados A la altura del túnel El Melón: Se apreciaría un aumento de los camiones pesados, pero una disminución de los otros tipos de vehículos A la altura de La Ligua: Se apreciaría un aumento de los camiones pesados, pero una disminución de los otros tipos de vehículos
V-90	5	Pavimentación	Este proyecto aparenta tener un cierto potencial, sobre todo para vehículos livianos; el flujo total diario sería de unos 700 veh/día al 2005
V-6	5	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto interesante sobre los flujos de camiones; el impacto en cuanto a vehículos livianos sería menor; el flujo total día pasaría de unos 1,000 veh/día al 2000 a unos 1,900 veh/día al 2005
V-7	5	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto interesante sobre los flujos de camiones; el impacto en cuanto a vehículos livianos sería menor; el flujo total día pasaría de unos 1,000 veh/día al 2000 a unos 1,900 veh/día al 2005
V-8	5	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto interesante sobre los flujos de camiones; el impacto en cuanto a vehículos livianos sería menor; el flujo total día pasaría de unos 1,000 veh/día al 2000 a unos 1,900 veh/día al 2005
V-18	5	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	Más de 7,000 veh/día utilizarían este proyecto al 2005: VL 5,800 veh/día, CL 500 veh/día, CP 800 veh/día
V-19	5	Pavimentación	Unos 3,500 veh/día utilizarían este proyecto al 2005: VL 2,800 veh/día, CL 300 veh/día, CP 450 veh/día
V-26	5	Ampliación	A la altura de La Ligua, el flujo de vehículos livianos aumentaría en un 11% entre el 2000 y 2005; el impacto sobre los camiones pesados sería bajo
V-91	5	Apertura y pavimentación	De acuerdo a la modelación, este proyecto no tendría un gran potencial puesto que menos de 100 veh/día lo utilizarían al 2005
V-20	5	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	Este proyecto no tendría ningún impacto en cuanto al flujo vehicular
V-24	5	Apertura y pavimentación	Este proyecto aparenta tener un potencial interesante puesto que más de 1,300 700 veh/día lo utilizarían al 2005 repartidos mayoritariamente entre vehículos y camiones livianos
V-27	5	Ampliación	A la altura de Colina: Se apreciaría un aumento de los vehículos livianos y camiones pesados A la altura de Lampa: Se apreciaría una disminución del flujo vehicular (todos los tipos de vehículos)
RM-2	13	Pavimentación	Este proyecto tendría un gran impacto sobre el flujo vehicular; el flujo total diario pasaría de 8,300 veh/día al 2000 a más 16,500 veh/día al 2005; los 3 tipos de vehículos modelados experimentarían aumentos importantes

Informe Final: "Plan Director de Infraestructura Chile 2000 – 2010 Etapa II"

PROYECTO	REGIÓN	ACCIÓN	COMENTARIO
RM-6A	13	Pavimentación	Este proyecto aparenta tener un gran potencial puesto que al 2005 más de 14,500 veh/día lo utilizarían repartidos de la siguiente manera: VL 13,500 veh/día, CL 700 veh/día y CP 400 veh/día
RM-6B	13	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	Este proyecto aparenta tener un gran potencial puesto que al 2005 más de 14,500 veh/día lo utilizarían repartidos de la siguiente manera: VL 13,500 veh/día, CL 700 veh/día y CP 400 veh/día
RM-90	13	Apertura y pavimentación	Este proyecto aparenta tener un gran potencial puesto que al 2005 más 14,500 veh/día lo utilizarían repartidos de la siguiente manera: VL 11,300 veh/día, CL 1,500 veh/día y CP 1,900 veh/día
RM-7	13	Pavimentación	Este proyecto de pavimentación tendría un impacto importante en cuanto al flujo vehicular; el flujo total diario pasaría de unos 900 veh/día al 2000 a unos 2,600 veh/día al 2005; los tres tipos de vehículos aumentarían en más de 150% en el primer quinquenio
RM-91	13	Apertura y pavimentación	Este proyecto aparenta tener un interesante potencial puesto que al 2005 casi 7,500 veh/día lo utilizarían
VI-8	6	Pavimentación	El impacto de este proyecto en cuanto al flujo vehicular sería importante; el flujo total diario pasaría de unos 1,400 veh/día al 2000 a más de 4,200 veh/día al 2005; este aumento se atribuiría principalmente a los camiones livianos y pesados
VI-37	6	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto menor para vehículos livianos y más importante para camiones livianos y pesados
VI-38	6	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto nulo considerando la magnitud de los flujos
VI-9	6	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	Este proyecto aparenta tener un cierto potencial puesto que unos 1,400 veh/día lo utilizarían al 2005 de los cuales caso 1,000 veh/día serían VL
VI-27B	6	Pavimentación	Este proyecto aparenta tener un cierto potencial puesto que unos 1,600 veh/día lo utilizarían al 2005 de los cuales más de 1,300 veh/día serían VL
VI-4	6	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	El potencial de este proyecto aparenta ser más bien bajo con solamente 100 veh/día al 2005
VI-5	6	Apertura en ripio	El potencial de este proyecto aparenta ser más bien bajo con solamente 100 veh/día al 2005
VI-29	6	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería más bien menor para los 3 tipos de vehículos modelados considerando la magnitud de los flujos
VI-27A	6	Pavimentación	Este proyecto aparenta tener un cierto potencial puesto que unos 1,600 veh/día lo utilizarían al 2005 de los cuales más de 1,300 veh/día serían VL
VI-17	6	Pavimentación	De acuerdo a la modelación, este proyecto no cargaría ningún flujo al 2005 y al 2010, solamente unos 600 veh/día utilizarían esta ruta
VI-7	6	Apertura en ripio	De acuerdo a la modelación, este proyecto no cargaría ningún flujo al 2005
VI-31B	6	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	El potencial de este proyecto aparente ser más bien bajo con solamente 100 veh/día al 2005
VI-31A	6	Pavimentación	El impacto de este proyecto de pavimentación en cuanto al flujo vehicular sería más bien bajo; se observaría un crecimiento global de la demanda de un 3%: 2% VL, 2% CL y 6% CP
VI-30	6	Pavimentación	El crecimiento del flujo vehicular debido a este proyecto de pavimentación sería nulo en el caso de los camiones y de 70% en el caso de los vehículos livianos
VI-26	6	Pavimentación	Este proyecto aparenta tener un potencial interesante puesto que el flujo total diario pasaría de unos 400 veh/día al 2000 a unos 650 veh/día al 2005, o sea un aumento de un 50%

Macrozona Sur

CUADRO N° 6.72: NIVELES DE FLUJO AL 2000, 2005 Y 2010 DE ARCOS QUE REPRESENTAN PROYECTOS VIALES AL 2005

MACROZONA SUR					ESCENARIO 2000 - NORMAL				ESCENARIO 2005 - NORMAL				ESCENARIO 2010 - NORMAL			
					VL	CL	CP	TMDA EQ	VL	CL	CP	TMDA EQ	VL	CL	CP	TMDA EQ
A LA ALTURA DE VICHUQUEN																
RUTA COSTERA	VII-1	BOYECURA	LA QUIRIGUA	N-S					0	0	0	0	0	0	0	0
RUTA J-60	VII-4	LIPIMAVIDA	ILOCA	N-S	238	56	126	420	126	56	112	294	126	28	84	238
A LA ALTURA DE CONSTITUCION																
RUTA M-24-K	VII-6	PUENTE LAUTARO	PUTU	N-S	1,652	70	588	2,310	2086	112	896	3094	2,254	126	1,288	3,668
A LA ALTURA DE TALCA																
RUTA K-25	VII-10	RUTA K-45	RUTA K-55	N-S	28	42	70	140	42	70	84	196	2,212	476	420	3,108
RUTA K-620	VII-40	TALCA	MAULE	N-S	658	112	448	1,218	5362	1036	1428	7826	4,662	938	1,666	7,266
A LA ALTURA DE EMPEDRADO																
RUTA M-40	VII-42	RUTA M-30-L	EMPEDRADO	N-S	2,310	224	532	3,066	2534	308	798	3640	2,772	532	1,232	4,536
A LA ALTURA DE LINARES																
RUTA L-31	VII-47	RUTA L-11	ABRANQUIL (ALT DE YERBAS BUENAS)	N-S					0	0	0	0	882	168	182	1,232
RUTA L-31	VII-46	ABRANQUIL (ALT DE YERBAS BUENAS)	LINARES	N-S					0	0	0	0	882	168	182	1,232
RUTA 115	VII-12	LAGUNA DEL MAULE	LAGO COLBUN	O-P	126	70	56	252	938	126	140	1204	490	266	252	1,008
A LA ALTURA DE CHILLAN																
RUTA N-31	VIII-23	SAN FABIAN	CACHAPOAL	O-P	728	210	56	994	896	546	126	1568	994	1,120	252	2,366
RUTA N-60-O	VIII-24	CHILLAN	PORTEZUELO	O-P	714	42	56	812	1120	98	154	1372	1,022	84	224	1,330
A LA ALTURA DE TOME																
RUTA 150	VIII-7	TOME	3.5 KM AL SUR DE TOME	N-S	0	0	0	0	3570	168	280	4018	5,558	196	476	6,230
RUTA 150	VIII-6	3.5 KM AL SUR DE TOME	LIRQUEN	N-S					3570	168	280	4018	5,558	196	476	6,230
RUTA O-66-N	VIII-25	NUEVA ALDEA	SAN IGNACIO	O-P	1,260	266	392	1,918	1568	322	630	2520	4,438	756	1,274	6,468
A LA ALTURA DE CABRERO																
RUTA O-852	VIII-33	RUTA O-70-Q A ALTURA DE LOTA	LA ACCESO SUR BY-PASS CORONEL	O-P					1764	266	434	2464	3,598	420	1,148	5,166
A LA ALTURA DE SAN ROSENDO																
RUTA O-34	VIII-53	LA LAJA		N-S	224	70	406	700	266	98	602	966	378	126	798	1,302
A LA ALTURA DE LOS ANGELES																
RUTA Q-45	VIII-19	PARQUE NACIONAL DE LA LAJA		O-P					28	28	28	84	28	28	28	84
A LA ALTURA DE LEBU																
RUTA P-30	VIII-41	CRUCE RUTA P-40	LEBU	N-S	126	28	28	182	224	56	28	308	42	84	42	168
A LA ALTURA DE MULCHEN																
RUTA Q-75	VIII-17	QUILACO	MULCHEN	O-P	224	70	84	378	308	126	210	644	616	280	672	1,568
A LA ALTURA DE VICTORIA																
RUTA R-90-P	IX-21	TRAIGUEN	LUMACO	O-P	322	70	126	518	462	126	504	1092	1,036	406	840	2,282

Informe Final: "Plan Director de Infraestructura Chile 2000 – 2010 Etapa II"

MACROZONA SUR					ESCENARIO 2000 - NORMAL				ESCENARIO 2005 - NORMAL				ESCENARIO 2010 - NORMAL			
					VL	CL	CP	TMDA EQ	VL	CL	CP	TMDA EQ	VL	CL	CP	TMDA EQ
A LA ALTURA DE ANGOL																
RUTA S-10	IX-29	LAUTARO	GALVARINO	O-P	280	42	126	448	378	98	224	700	476	112	266	854
RUTA S-16	IX-40	GALVARINO	CHOLCHOLÑ	N-S	742	126	364	1,232	1512	308	686	2506	1,680	532	1,204	3,416
A LA ALTURA DE LONQUIMAY																
RUTA R-89	IX-15	LONQUIMAY	LIUCURA	N-S					490	168	140	798	658	210	224	1,092
A LA ALTURA DE PUERTO SAAVEDRA																
RUTA S-138	ALT-IX-9	LIMITE PROVINCIA CAUTIN – MALLECO	TRANAPUENTE	N-S	1,036	140	140	1,316	1274	140	182	1596	1,400	154	280	1,834
ACCESO SUR PUENTE (2KM AL SUR TRANAPUENTE)	IX-2	RUTEA S-40	RUTA S-36	O-P					1036	112	196	1344	1,134	112	280	1,526
RUTA S-36	IX-44	CARAHUE	TRANAPUENTE	O-P	1,036	140	140	1,316	364	84	112	560	378	84	112	574
RUTA S-36	IX-45	TRANAPUENTE	NEHUENTUE	N-S					0	0	0	0	0	0	0	0
RUTA S-45	IX-47	CARAHUE	PUERTO DOMINGUEZ	N-S	154	28	56	238	70	28	98	196	56	28	70	154
A LA ALTURA DE TEMUCO																
RUTA S-269	IX-34	NIAGARA	PADRE LAS CASAS	O-P					1512	126	224	1862	1,316	168	196	1,680
RUTA S-274	IX-35	EL ALAMBRADO	NIAGARA	O-P					1512	126	224	1862	1,316	168	196	1,680
RUTA S-16	IX-41	CHOLCHOL	NUEVA IMPERIAL	N-S	266	28	126	420	770	182	476	1428	742	406	994	2,142
A LA ALTURA DE CUNCO																
RUTA S-61	IX-36	MELIPEUCO	CUNCO	O-P	1,204	196	112	1,512	2086	308	168	2562	1,988	448	280	2,716
A LA ALTURA DE PITRUFQUEN																
RUTA S-60	IX-49	TEODORO SCHMIDT	GUALPIN	N-S	196	70	252	518	322	154	616	1092	420	336	1,204	1,960
RUTA S-60	IX-6	GUALPIN	NUEVA TOLTEN	N-S	252	70	280	602	378	182	686	1246	476	364	1,274	2,114
A LA ALTURA DE NUEVA TOLTEN																
RUTA S-790	IX-7	NUEVA TOLTEN	QUEULE	N-S					336	140	308	784	448	322	756	1,526
A LA ALTURA DE VILLARICA																
RUTA S-75	IX-12	SAN PEDRO RUTA S-75	PEDREGOSO	N-S					1022	238	28	1288	2,030	392	42	2,464
RUTA S-69	IX-38	PEDREGOSO	VILLARICA	N-S					1022	238	28	1288	2,030	392	42	2,464
A LA ALTURA DE CURARREHUE																
RUTA 119	IX-16	CURARREHUE	PUESCO	N-S	28	28	42	98	14	28	28	70	28	28	28	84
A LA ALTURA DE CORRAL																
RUTA COSTERA	X-5	CORRAL	HUEICOLLA	N-S					0	0	0	0	0	0	0	0
A LA ALTURA DE LAGO RANCO																
RUTA T-55	X-12	CRUCE RUTA T-625	RUTA T-785 LLIFEN BORDE ORIENTE LAGO RANCO	N-S	1,106	126	126	1,358	1260	140	140	1540	2,114	182	238	2,534
RUTA T-55	X-13	FUTRONO	RIÑINAHUE	N-S	0	0	0	0	14	28	0	42	14	14	14	42
RUTA T-85	X-91	LLIFEN	RIÑINAHUE	N-S	0	0	0	0	14	28	0	42	14	14	14	42
A LA ALTURA DE LA UNION																
RUTA T-933	X-45	CRUCERO	RIO BUENO	O-P					70	28	140	238	462	28	210	700
A LA ALTURA DE OSORNO																
RUTA ENTRE LAGOS	X-20	CRUCERO	ENTRE LAGOS	N-S					140	28	140	308	546	28	224	798

MACROZONA SUR					ESCENARIO 2000 - NORMAL				ESCENARIO 2005 - NORMAL				EXCENARIO 2010 - NORMAL			
					VL	CL	CP	TMDA EQ	VL	CL	CP	TMDA EQ	VL	CL	CP	TMDA EQ
A LA ALTURA DE FRESIA																
RUTA V-20	X-61	FRUTILLAR	TEGUALDA	O-P	28	28	28	84	70	42	28	140	56	42	28	126
RUTA V-46	X-59	TEGUALDA	FRESIA	N-S	70	28	28	126	70	84	56	210	126	126	112	364
RUTA V-300	X-60	FRESIA	RIO FRIO	N-S	168	28	28	224	140	98	70	308	266	112	112	490
A LA ALTURA DE PUERTO MONTT																
RUTA V-505	X-70	PUERTO VARAS	PUERTO MONTT	N-S	910	56	126	1,092	2030	364	854	3248	3,836	546	1,386	5,768
RUTA 7	X-33	PUERTO MONTT	QUILLAIPE	N-S	1,316	196	364	1,876	2506	238	532	3276	1,652	336	896	2,884
A LA ALTURA DE CASTRO																
RUTA W-55	X-85	RUTA W-45	PIDPID	N-S	448	28	28	504	854	70	56	980	994	56	56	1,106
A LA ALTURA DE CHONCHI																
RUTA W-853	X-90	CHONCHI	PUNTA TERA0	N-S	588	56	42	686	616	56	42	714	770	84	56	910
RUTA W-853	X-89	PUNTA TERA0	QUEILEN	N-S	588	56	42	686	616	56	42	714	770	84	56	910
A LA ALTURA DE CHAITEN																
RUTA 7	X-92	CHAITEN	PUERTO CARDENAS LAGO YELCHO	N-S	728	126	238	1,092	1190	154	378	1722	1,050	238	686	1,974

**CUADRO N° 6.73: IMPACTO DE PROYECTOS MODELADOS AL 2005
MACROZONA SUR**

PROYECTO	REGIÓN	ACCIÓN	COMENTARIO
VII-1	7	Apertura en ripio	De acuerdo a la modelación, este proyecto no cargaría ningún flujo al 2005 ni tampoco al 2010
VII-4	7	Pavimentación	Al 2005, el flujo sería menor que al 2000 lo cual indica posibles reasignaciones de tráfico
VII-6	7	Pavimentación	Con este proyecto de pavimentación se esperaría un aumento de más del 30% de la demanda total en el primer quinquenio, pasando de unos 2,300 veh/día en el 2000 a casi 3,100 veh/día en el 2005
VII-10	7	Pavimentación	En el primer quinquenio el impacto de este proyecto sería poco significativo considerando la magnitud de los flujos; sin embargo, entre 2005 y 2010 se esperaría un aumento considerable de la demanda: el flujo total diario pasaría de 200 veh/día en el 2005 a más de 3,100 veh/día en el 2010
VII-40	7	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto considerable sobre el flujo vehicular; entre el 2000 y 2005, los VL pasarían de 650 veh/día a casi 5,400 veh/día, los CL pasarían de 100 veh/día a 1,000 veh/día y los CP aumentarían en casi 1,000 veh/día
VII-42	7	Pavimentación	El proyecto se traduciría en un aumento de 19% de la demanda total entre el 2000 y 2005; los VL aumentarían en 200 veh/día, los CL en casi 100 veh/día y los CP en más de 250 veh/día
VII-47	7	Apertura en ripio	De acuerdo a la modelación, este proyecto no cargaría flujo al 2005; al 2010, el flujo total diario alcanzaría los 1,200 veh/día repartidos de la siguiente manera: VL 900 veh/día, CL 200 veh/día y CP 200 veh/día
VII-46	7	Apertura en ripio	De acuerdo a la modelación, este proyecto no cargaría flujo al 2005; al 2010, el flujo total diario alcanzaría los 1,200 veh/día repartidos de la siguiente manera: VL 900 veh/día, CL 200 veh/día y CP 200 veh/día
VII-12	7	Pavimentación	La pavimentación de este tramo se traduciría en un aumento importante del flujo vehicular en el primer quinquenio (2000 a 2005). Los VL pasarían de unos 100 veh/día a casi 1,000 veh/día, los CL aumentarían en un 80% y los CP pasarían de unos 60 veh/día a 140 veh/día
VIII-23	8	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto importante sobre el flujo de camiones livianos y pesados; los primeros se verían incrementados en un 160% y los segundos aumentarían en un 125%. EL flujo total diario pasaría de 1,000 veh/día en el 2000 a casi 1,600 veh/día en el 2005
VIII-24	8	Pavimentación	Este proyecto tiene un potencial interesante sobre todo para los vehículos livianos que pasarían de 700 veh/día en el 2000 a más de 1,100 veh/día en el 2005
VIII-7	8	Ampliación	Este proyecto aparenta tener un importante potencial puesto que más de 4,000 veh/día lo utilizarían al 2005 de los cuales 3,600 veh/día serían VL
VIII-6	8	Ampliación	Este proyecto aparenta tener un importante potencial puesto que más de 4,000 veh/día lo utilizarían al 2005 de los cuales 3,600 veh/día serían VL
VIII-25	8	Pavimentación	El flujo total diario pasaría de 1,900 veh/día en el 2000 a 2,500 veh/día en el 2005, o sea un aumento de 31%. En términos porcentuales, los CP experimentarían el mayor incremento (61%); los VL y CL aumentarían en un 24% y 21%, respectivamente
VIII-33	8	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	Este proyecto aparenta tener un interesante potencial puesto que casi 2,500 veh/día lo utilizarían al 2005 de los cuales 1,700 veh/día serían VL
VIII-53	8	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería bajo en el caso de los VL y CL considerando la magnitud de los flujos vehiculares; los CP, sin embargo, aumentarían en casi un 50% entre el 2000 y 2005
VIII-19	8	Pavimentación	Este proyecto no se justificaría por concepto de demanda puesto que menos de 100 veh/día lo utilizarían tanto al 2005 como al 2010

Informe Final: "Plan Director de Infraestructura Chile 2000 – 2010 Etapa II"

PROYECTO	REGIÓN	ACCIÓN	COMENTARIO
VIII-41	8	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería más bien bajo considerando la magnitud de los flujos
VIII-17	8	Pavimentación	Si bien se observa un aumento de los flujos durante el primer quinquenio, el impacto de este proyecto sería más bien bajo considerando la magnitud de los flujos; el flujo total diario apenas alcanzaría 650 veh/día al 2005
IX-21	9	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto interesante sobre los camiones pesados que pasarían de unos 100 veh/día en el 2000 a 500 veh/día en el 2005
IX-29	9	Pavimentación	Si bien se observa un aumento de los flujos durante el primer quinquenio, el impacto de este proyecto sería más bien bajo considerando la magnitud de los flujos
IX-40	9	Pavimentación	El flujo total diario duplicaría entre 2000 y 2005 pasando de 1,200 veh/día a 2,500 veh/día; los tres tipos de vehículos experimentarían crecimientos importantes
IX-15	9	Pavimentación	Un total diario de casi 800 veh/día utilizaría esta vía de los cuales 500 veh/día serían VL
ALT-IX-9	9	Pavimentación	Este proyecto aparenta tener un cierto impacto sobre los VL y CP que se traduciría en un aumento de 21% de la demanda total entre 2000 y 2005
IX-2	9	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	Al 2005, un total diario de 1,300 veh/día utilizaría esta vía repartidos de la siguiente manera: VL 1,000 veh/día, CL 100 veh/día, CP 200 veh/día
IX-44	9	Pavimentación	Al 2005, el flujo sería menor que al 2000 lo cual indica posibles reasignaciones de tráfico
IX-45	9	Pavimentación	De acuerdo a la modelación, este proyecto no cargaría ningún flujo al 2005 ni tampoco al 2010
IX-47	9	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería más bien insignificante considerando la magnitud de los flujos
IX-34	9	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	Al 2005, un total diario de 1,900 veh/día utilizaría esta vía repartidos de la siguiente manera: VL 1,500 veh/día, CL 100 veh/día, CP 200 veh/día
IX-35	9	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	Al 2005, un total diario de 1,900 veh/día utilizaría esta vía repartidos de la siguiente manera: VL 1,500 veh/día, CL 100 veh/día, CP 200 veh/día
IX-41	9	Pavimentación	Este proyecto aparenta tener un potencial interesante puesto que el flujo total diario pasaría de 400 veh/día en el 2000 a 1,400 veh/día en el 2005
IX-36	9	Pavimentación	El flujo total diario aumentaría en casi un 70% entre el 2000 y el 2005; los VL pasarían de 1,200 veh/cía a 2,100 veh/día, los CL aumentarían en 100 veh/día y los CP experimentarían un crecimiento del 50%
IX-49	9	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto interesante principalmente sobre los camiones pesados que pasarían de 250 veh/día en el 2000 a más de 600 veh/día en el 2005
IX-6	9	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto interesante principalmente sobre los camiones pesados que pasarían de 280 veh/día en el 2000 a casi 700 veh/día en el 2005
IX-7	9	Pavimentación	Al 2005, la composición del flujo vehicular que utilizaría esta vía sería la siguiente: VL 300 veh/día, CL 140 veh/día, CP 300 veh/día
IX-12	9	Apertura en ripio	Un total diario de casi 1,300 veh/día utilizaría esta vía repartidos principalmente entre VL (1,000 veh/día) y CL (200 veh/día)
IX-38	9	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	Un total diario de casi 1,300 veh/día utilizaría esta vía repartidos principalmente entre VL (1,000 veh/día) y CL (200 veh/día)
IX-16	9	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería insignificante considerando la magnitud de los flujos
X-5	10	Apertura en ripio	De acuerdo a la modelación, este proyecto no cargaría ningún flujo al 2005 ni tampoco al 2010
X-12	10	Pavimentación	Este proyecto no aparenta tener un gran impacto sobre el flujo vehicular puesto que el total diario entre 2000 y 2005 aumentaría en un 13% (200 veh/día)
X-13	10	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería insignificante considerando la magnitud de los flujos

Informe Final: "Plan Director de Infraestructura Chile 2000 – 2010 Etapa II"

PROYECTO	REGIÓN	ACCIÓN	COMENTARIO
X-91	10	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería insignificante considerando la magnitud de los flujos
X-45	10	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	El flujo total diario que circularía por esta vía al 2005 no alcanzaría los 250 veh/día, nivel de demanda que no justificaría su pavimentación
X-20	10	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	El flujo total diario que circularía por esta vía al 2005 alcanzaría apenas los 300 veh/día, o sea marginalmente por encima del umbral que justifica la pavimentación de una vía
X-61	10	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería insignificante considerando la magnitud de los flujos
X-59	10	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería insignificante considerando la magnitud de los flujos
X-60	10	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería insignificante considerando la magnitud de los flujos
X-70	10	Pavimentación	Este proyecto aparenta tener un impacto interesante sobre los niveles de demanda: los VL aumentarían en más de 1,000 veh/día entre 2000 y 2005, los CL pasarían de 60 veh/día a más de 350 veh/día y los CP aumentarían en más de 700 veh/día
X-33	10	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto interesante sobre el nivel de demanda puesto que el flujo total diario pasaría de 1,900 veh/día en el 2000 a 3,300 veh/día en el 2005 (75%); los VL aumentarían en un 90%, los CL en un 20% y los CP en un 45%
X-85	10	Pavimentación	Este proyecto tendría principalmente un impacto sobre los vehículos livianos que pasarían de 450 veh/día en el 2000 a 850 veh/día en el 2005; los camiones pesados experimentarían crecimientos insignificantes
X-90	10	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería insignificante considerando la magnitud de los flujos
X-89	10	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería insignificante considerando la magnitud de los flujos
X-92	10	Pavimentación	Este proyecto tendría un impacto interesante sobre el nivel de demanda puesto que el flujo total diario pasaría de 1,100 veh/día en el 2000 a 1,700 veh/día en el 2005 (58%); los VL aumentarían en un 60%, los CL en un 20% y los CP en un 60%

Macrozona Austral

CUADRO N° 6.74: NIVELES DE FLUJO AL 2000, 2005 Y 2010 DE ARCOS QUE REPRESENTAN PROYECTOS VIALES AL 2005

MACROZONA AUSTRAL					ESCENARIO 2000 - NORMAL				ESCENARIO 2005 - NORMAL				ESCENARIO 2010 - NORMAL				
					VL	CL	CP	TMDA EQ	VL	CL	CP	TMDA EQ	VL	CL	CP	TMDA EQ	
A LA ALTURA DE PUERTO CISNES																	
RUTA 7	XI-2	CRUCE RUTA X-25	LAGUNA LAS TORRES	N-S	252	56	56	364	280	84	56	420	336	84	84	504	
RUTA 7	XI-1	VILLA AMENGUAL	CRUCE RUTA X-25	O-P	56	28	28	112	112	56	28	196	126	56	56	238	
A LA ALTURA DE AYSÉN																	
RUTA 7	XI-3	VILLA MAÑIGUALES	CRUCE RUTA 7-RUTA X-50	N-S	252	56	56	364	280	84	56	420	336	84	84	504	
A LA ALTURA DE COIHAIQUE																	
RUTA 240	XI-6	COIHAIQUE ALTO	COIHAIQUE	O-P	980	140	84	1,204	2,268	196	140	2,604	2,268	280	196	2,744	
A LA ALTURA DE BALMACEDA																	
RUTA 7	XI-4	VISTA HERMOSA	LIMITE PROVINCIA COIHAIQUE/GRAL CARRERA	N-S	252	84	56	392	252	84	56	392	308	112	56	476	
RUTA X-65	XI-10	RUTA 7	PUERTO ING. IBAÑEZ	N-S	84	56	28	168	0	0	0	0	0	0	0	0	
A LA ALTURA DE PUERTO NATALES																	
RUTA 9	XII-1	CERRO CASTILLO	PUERTO NATALES	N-S					140	28	28	196	196	28	28	252	
RUTA 250	XII-5	DOROTEA	PUERTO NATALES	N-S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
A LA ALTURA DE PUNTA DELGADA																	
RUTA 257	XII-7	MANANTIALES	CERRO SOMBRERO	N-S	84	28	56	168	84	28	56	168	0	28	56	84	

**CUADRO N° 6.75: IMPACTO DE PROYECTOS MODELADOS AL 2005
MACROZONA AUSTRAL**

PROYECTO	REGIÓN	ACCIÓN	COMENTARIO
XI-2	11	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería más bien bajo considerando la magnitud de los flujos
XI-1	11	Pavimentación	El impacto de este proyecto sería más bien bajo considerando la magnitud de los flujos
XI-3	11	Mejoramiento de estándar: velocidad y curvaturas	El impacto de este proyecto sería más bien bajo considerando la magnitud de los flujos
XI-6	11	Mejoramiento de estándar: velocidad y curvaturas	Este proyecto aparenta tener un potencial interesante, tanto para vehículos livianos como para camiones; los primeros pasarían de unos 1,000 veh/día al 2000 a unos 2,300 veh/día al 2005; el flujo total diario aumentaría de 1,200 veh/h al 2000 a unos 2,600 veh/h al 2005
XI-4	11	Pavimentación	Este proyecto no tendría ningún impacto en cuanto al flujo vehicular
XI-10	11	Pavimentación	De acuerdo a la modelación, este proyecto no cargaría al 2005
XII-1	12	Pavimentación	Al 2005, el flujo total diario alcanzaría apenas 200 veh/día
XII-5	12	Camino de bajo estándar al 2000; modelado al 2005 como pavimentado	Este proyecto no tendría ningún impacto en cuanto al flujo vehicular
XII-7	12	Pavimentación	Este proyecto no tendría ningún impacto en cuanto al flujo vehicular

FIGURAS N°6.31 A N°6.42

INDICE – CAPÍTULO 6

6	MODELO DE REDES	6-1
6.1	INTRODUCCIÓN	6-1
6.2	MODELO DE REDES 1996	6-2
6.3	MODELO DE REDES 2000	6-5
6.3.1	Zonificación	6-9
6.3.1.1	Actualización de Comunas	6-9
6.3.2	Oferta Modelada	6-15
6.3.2.1	Plazas de Peaje	6-16
6.3.3	Categorización de los Arcos	6-21
6.3.3.1	Costos de Operación Unitarios	6-24
6.3.3.2	Curvas Flujo – Demora	6-25
6.3.4	Matrices A Priori	6-28
6.3.5	Estructura Definitiva de Base de Datos	6-29
6.4	CALIBRACIÓN DE MODELO DE REDES 2000	6-32
6.4.1	Modelo de Asignación	6-32
6.4.1.1	Criterios de Elección	6-33
6.4.2	Ajuste de Matrices	6-34
6.4.2.1	Puntos de Control para Calibración	6-35
6.4.3	Resultados	6-40
6.4.3.1	Criterios de Ajuste	6-40
6.4.3.2	Análisis Matricial	6-40
6.4.3.3	Análisis entre Flujos Observados y Modelos	6-45
6.4.3.4	Participación de Mercado	6-46
6.5	PROYECCIONES DE LA DEMANDA	6-62
6.5.1	Antecedentes Teóricos	6-62
6.5.2	Metodología	6-64
6.5.3	Proyecciones Matrices O/D Vehículos Livianos	6-66
6.5.4	Proyecciones Matrices O/D Camiones Livianos y Pesados	6-68
6.5.5	Conclusiones Generales de la Modelación	6-71
6.6	MODELAMIENTO DE ESCENARIOS DE PROYECTO	6-89
6.6.1	Redes de Proyecto	6-89
6.6.2	Modelamiento Escenarios de Proyecto	6-93
6.6.2.1	Balance entre Oferta y Demanda	6-93
6.6.2.2	Niveles de Flujo de Proyectos – Temporada Normal	6-101

LISTA DE CUADROS

CUADRO Nº 6.1: PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN DE COSTO GENERALIZADO	6-4
CUADRO Nº 6.2: ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS DEFINITIVA	6-16
CUADRO Nº 6.3: PLAZAS DE PEAJE MODELADAS AL 2000	6-17
CUADRO Nº 6.4: TARIFAS DE PLAZAS DE PEAJE MODELADAS AL 2000 (\$ DEL 2000)	6-18
CUADRO Nº 6.5: CATEGORÍAS DE ARCOS SEGÚN CALZADA Y JERARQUÍA.....	6-21
CUADRO Nº 6.6: INVENTARIO DE OFERTA MODELADA POR REGIÓN (KM).....	6-22
CUADRO Nº 6.7: INVENTARIO DE OFERTA MODELADA POR MACROZONA (KM).....	6-22
CUADRO Nº 6.8: COBERTURA DE OFERTA MODELADA POR MACROZONA.....	6-22
CUADRO Nº 6.9: RANGOS DE VALORES DE CURVATURAS HORIZONTAL Y VERTICAL.....	6-23
CUADRO Nº 6.10: RANGOS DE VALORES DE RUGOSIDAD	6-23
CUADRO Nº 6.11: RANGOS DE VALORES CAPACIDAD	6-23
CUADRO Nº 6.12: VELOCIDADES Y VALORES DE N.....	6-24
CUADRO Nº 6.13: COSTOS UNITARIOS EN MONEDA (\$) DEL 2000	6-25
CUADRO Nº 6.14: TIPOS DE ARCOS – CAMINOS URBANOS CON CALZADA DOBLE	6-26
CUADRO Nº 6.15: TIPOS DE ARCOS – CAMINOS URBANOS CON CALZADA SIMPLE	6-26
CUADRO Nº 6.16: TIPOS DE ARCOS – CAMINOS INTERURBANOS CON CALZADA DOBLE.....	6-27
CUADRO Nº 6.17: TIPOS DE ARCOS – CAMINOS INTERURBANOS CON CALZADA SIMPLE ..	6-27
CUADRO Nº 6.18: TOTAL DE VIAJES POR TIPO DE VEHÍCULO (VEH/HR) ¹	6-28
CUADRO Nº 6.19: PROPORCIÓN DE VIAJES POR TIPO DE VEHÍCULOS (%) ¹	6-28
CUADRO Nº 6.20: PROPORCIÓN DE VIAJES INTERNOS ¹	6-29
CUADRO Nº 6.21: PROPORCIÓN DE CELDAS VACÍAS Y NO VACIAS ¹	6-29
CUADRO Nº 6.22: RESUMEN DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	6-30
CUADRO Nº 6.23: ESTRUCTURA DEFINITIVA DE BASE DE DATOS, DEFINICIÓN DE CAMPOS	6-31
CUADRO Nº 6.24: VALORES DEL TIEMPO MODELADOS EN \$/MIN DEL 2000	6-34
CUADRO Nº 6.25: NÚMERO DE ZONAS Y CONTEOS TEMPORADA NORMAL.....	6-40
CUADRO Nº 6.26: NÚMERO DE ZONAS Y CONTEOS TEMPORADA VERANO.....	6-40
CUADRO Nº 6.27: NÚMERO TOTAL DE VIAJES (VEH/HR) ANTES Y DESPUÉS DE SATME2.....	6-41
CUADRO Nº 6.28: TASA ANUAL DE CRECIMIENTO DE LA DEMANDA	6-41
CUADRO Nº 6.29: VALORES DE R ² AJUSTADO ANTES Y DESPUÉS DE SATME2	6-45
CUADRO Nº 6.30: FLUJOS MODELADOS EN TÚNEL Y CUESTA ZAPATA Y EL MELÓN	6-46
CUADRO Nº 6.31: ELECCIÓN RUTAL ENTRE TÚNEL EL MELÓN Y CUESTA ZAPATA	6-46
CUADRO Nº 6.32: TÚNEL LO PRADO Y CUESTA BARRIGA	6-47
CUADRO Nº 6.33: FLUJOS MODELADOS EN AUTOPISTA DEL SOL Y RUTA G-78.....	6-47
CUADRO Nº 6.34: ELECCIÓN RUTAL ENTRE AUTOPISTA DEL SOL Y RUTA G-78	6-48
CUADRO Nº 6.35: ACCESO NORTE A CONCEPCIÓN – TEMPORADA NORMAL.....	6-48
CUADRO Nº 6.36: ACCESO NORTE A CONCEPCIÓN – TEMPORADA VERANO.....	6-48
CUADRO Nº 6.37: ACCESO NORTE, BULNES Y CABRERO – FLUJO TOTAL DIURNO ¹	6-48
CUADRO Nº 6.38: ACCESO NORTE - PEAJES CHAIMÁVIDA Y AGUA AMARILLA.....	6-49
CUADRO Nº 6.39: ELASTICIDADES FLUJO DE VEHICULOS-PIB.....	6-65
CUADRO Nº 6.40: ESCENARIO CRECIMIENTO DEL PIB	6-66
CUADRO Nº 6.41: TASAS PROMEDIO GENERACIÓN/ATRACCIÓN.....	6-67
CUADRO Nº 6.42: TOTAL DE VIAJES VEHÍCULOS LIVIANOS, PERÍODO NORMAL	6-68
CUADRO Nº 6.43: TOTAL DE VIAJES VEHÍCULOS LIVIANOS, PERÍODO VERANO	6-68
CUADRO Nº 6.44: TASAS DE CRECIMIENTO TOTAL DE VIAJES, VEHÍCULOS LIVIANOS....	6-68
CUADRO Nº 6.45: TASAS PROMEDIO GENERACIÓN/ATRACCIÓN CAMIONES POR MACROZONA	6-69
CUADRO Nº 6.46: TOTAL DE VIAJES CAMIONES LIVIANOS, NORMAL	6-70
CUADRO Nº 6.47: TOTAL DE VIAJES CAMIONES LIVIANOS, VERANO	6-70
CUADRO Nº 6.48: TOTAL DE VIAJES CAMIONES PESADOS, NORMAL	6-70
CUADRO Nº 6.49: TOTAL DE VIAJES CAMIONES PESADOS, VERANO.....	6-70

CUADRO Nº 6.50: TASAS DE CRECIMIENTO TOTAL DE VIAJES, CAMIONES, NORMAL.....	6-70
CUADRO Nº 6.51: TASAS DE CRECIMIENTO TOTAL DE VIAJES, CAMIONES, VERANO.....	6-71
CUADRO Nº 6.52: TOTALES GENERACIÓN/ATRACCIÓN VEHÍCULOS LIVIANOS POR PROVINCIA.....	6-80
CUADRO Nº 6.53: TOTALES GENERACIÓN/ATRACCIÓN CAMIONES LIVIANOS POR PROVINCIA.....	6-82
CUADRO Nº 6.54: TOTALES GENERACIÓN/ATRACCIÓN CAMIONES PESADOS POR PROVINCIA.....	6-84
CUADRO Nº 6.55: TASAS DE CRECIMIENTO POR PROVINCIA, VEHÍCULOS LIVIANOS	6-86
CUADRO Nº 6.56: TASAS DE CRECIMIENTO POR PROVINCIA, CAMIONES LIVIANOS	6-87
CUADRO Nº 6.57: TASAS DE CRECIMIENTO POR PROVINCIA, CAMIONES PESADOS	6-88
CUADRO Nº 6.58: RESUMEN DE PROYECTOS MODELADOS AL 2005	6-90
CUADRO Nº 6.59: RESUMEN DE PROYECTOS MODELADOS AL 2010	6-90
CUADRO Nº 6.60: PLAZAS DE PEAJE MODELADAS AL 2005 Y 2010.....	6-92
CUADRO Nº 6.61: KILOMETRAJE DE CAMINOS MODELADOS POR TIPO DE CAMINO.....	6-93
CUADRO Nº 6.62: NECESIDADES DE PAVIMENTACIÓN POR MACROZONA (EN KMS.)	6-94
CUADRO Nº 6.63: NECESIDADES DE PAVIMENTACIÓN POR REGIÓN (EN KMS.)	6-95
CUADRO Nº 6.64: NECESIDADES DE AMPLIACIÓN POR MACROZONA (EN KMS.).....	6-96
CUADRO Nº 6.65: NECESIDADES DE AMPLIACIÓN POR REGIÓN (EN KMS.).....	6-97
CUADRO Nº 6.66: BALANCE OFERTA DEMANDA DE CALZADAS DOBLES POR MACROZONA (EN KMS.).....	6-98
CUADRO Nº 6.67: BALANCE OFERTA DEMANDA DE CALZADAS DOBLES POR REGION ...	6-99
CUADRO Nº 6.68: NIVELES DE FLUJO AL 2000, 2005 Y 2010 DE ARCOS QUE REPRESENTAN PROYECTOS VIALES AL 2005.....	6-102
CUADRO Nº 6.69: IMPACTO DE PROYECTOS MODELADOS AL 2005	6-103
CUADRO Nº 6.70: NIVELES DE FLUJO AL 2000, 2005 Y 2010 DE ARCOS QUE REPRESENTAN PROYECTOS VIALES AL 2005.....	6-104
CUADRO Nº 6.71: IMPACTO DE PROYECTOS MODELADOS AL 2005	6-106
CUADRO Nº 6.72: NIVELES DE FLUJO AL 2000, 2005 Y 2010 DE ARCOS QUE REPRESENTAN PROYECTOS VIALES AL 2005.....	6-108
CUADRO Nº 6.73: IMPACTO DE PROYECTOS MODELADOS AL 2005	6-111
CUADRO Nº 6.74: NIVELES DE FLUJO AL 2000, 2005 Y 2010 DE ARCOS QUE REPRESENTAN PROYECTOS VIALES AL 2005.....	6-114
CUADRO Nº 6.75: IMPACTO DE PROYECTOS MODELADOS AL 2005.....	6-115

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA N°6.1: ZONIFICACIÓN MACROZONA NORTE
FIGURA N°6.2: ZONIFICACIÓN MACROZONA CENTRO
FIGURA N°6.3: ZONIFICACIÓN MACROZONA SUR
FIGURA N°6.4: ZONIFICACIÓN MACROZONA AUSTRAL
FIGURA N°6.5: LOCALIZACIÓN DE PLAZAS DE PEAJE – MACROZONA CENTRO
FIGURA N°6.6: LOCALIZACIÓN DE PLAZAS DE PEAJE – MACROZONA SUR
FIGURA N°6.7: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL PARA CALIBRACIÓN -
MACROZONA NORTE
FIGURA N°6.8: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL PARA CALIBRACIÓN -
MACROZONA CENTRO
FIGURA N°6.9: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL PARA CALIBRACIÓN -
MACROZONA SUR
FIGURA N°6.10: LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL PARA CALIBRACIÓN -
MACROZONA AUSTRAL
FIGURA N°6.11: CALIBRACIÓN MODELO DE REDES MACROZONA NORTE – VEHICULOS
LIVIANOS – TEMPORADA NORMAL – RELACIÓN FLUJO MODELADO SOBRE FLUJO
OBSERVADO
FIGURA N°6.12: CALIBRACIÓN MODELO DE REDES MACROZONA NORTE – CAMIONES
LIVIANOS – TEMPORADA NORMAL – RELACIÓN FLUJO MODELADO SOBRE FLUJO
OBSERVADO
FIGURA N°6.13: CALIBRACIÓN MODELO DE REDES MACROZONA NORTE – CAMIONES
PESADOS – TEMPORADA NORMAL – RELACIÓN FLUJO MODELADO SOBRE FLUJO
OBSERVADO
FIGURA N°6.14: CALIBRACIÓN MODELO DE REDES MACROZONA CENTRO – VEHICULOS
LIVIANOS – TEMPORADA NORMAL – RELACIÓN FLUJO MODELADO SOBRE FLUJO
OBSERVADO
FIGURA N°6.15: CALIBRACIÓN MODELO DE REDES MACROZONA CENTRO – CAMIONES
LIVIANOS – TEMPORADA NORMAL – RELACIÓN FLUJO MODELADO SOBRE FLUJO
OBSERVADO
FIGURA N°6.16: CALIBRACIÓN MODELO DE REDES MACROZONA CENTRO – CAMIONES
PESADOS – TEMPORADA NORMAL – RELACIÓN FLUJO MODELADO SOBRE FLUJO
OBSERVADO
FIGURA N°6.17: CALIBRACIÓN MODELO DE REDES MACROZONA SUR – VEHICULOS
LIVIANOS – TEMPORADA NORMAL – RELACIÓN FLUJO MODELADO SOBRE FLUJO
OBSERVADO
FIGURA N°6.18: CALIBRACIÓN MODELO DE REDES MACROZONA SUR – CAMIONES
LIVIANOS – TEMPORADA NORMAL – RELACIÓN FLUJO MODELADO SOBRE FLUJO
OBSERVADO
FIGURA N°6.19: CALIBRACIÓN MODELO DE REDES MACROZONA SUR – CAMIONES
PESADOS – TEMPORADA NORMAL – RELACIÓN FLUJO MODELADO SOBRE FLUJO
OBSERVADO
FIGURA N°6.20: CALIBRACIÓN MODELO DE REDES MACROZONA AUSTRAL – VEHICULOS
LIVIANOS – TEMPORADA NORMAL – RELACIÓN FLUJO MODELADO SOBRE FLUJO
OBSERVADO
FIGURA N°6.21: CALIBRACIÓN MODELO DE REDES MACROZONA AUSTRAL – CAMIONES
LIVIANOS – TEMPORADA NORMAL – RELACIÓN FLUJO MODELADO SOBRE FLUJO
OBSERVADO
FIGURA N°6.22: CALIBRACIÓN MODELO DE REDES MACROZONA AUSTRAL – CAMIONES
PESADOS – TEMPORADA NORMAL – RELACIÓN FLUJO MODELADO SOBRE FLUJO
OBSERVADO

FIGURA N°6.23: VOCACIÓN PRODUCTIVA EN LA MACROZONA NORTE, AÑO 2005
FIGURA N°6.24: VOCACIÓN PRODUCTIVA EN LA MACROZONA CENTRO, AÑO 2005
FIGURA N°6.25: VOCACIÓN PRODUCTIVA EN LA MACROZONA SUR, AÑO 2005
FIGURA N°6.26: VOCACIÓN PRODUCTIVA EN LA MACROZONA AUSTRAL, AÑO 2005
FIGURA N°6.27: VOCACIÓN PRODUCTIVA EN LA MACROZONA NORTE, AÑO 2010
FIGURA N°6.28: VOCACIÓN PRODUCTIVA EN LA MACROZONA CENTRO, AÑO 2010
FIGURA N°6.29: VOCACIÓN PRODUCTIVA EN LA MACROZONA SUR, AÑO 2010
FIGURA N°6.30: VOCACIÓN PRODUCTIVA EN LA MACROZONA AUSTRAL, AÑO 2010
FIGURA N°6.31: BALANCE OFERTA DEMANDA, MACROZONA NORTE 2005 TEMPORADA NORMAL
FIGURA N°6.32: BALANCE OFERTA DEMANDA, MACROZONA NORTE 2010 TEMPORADA NORMAL
FIGURA N°6.33: BALANCE OFERTA DEMANDA, MACROZONA CENTRO IV REGION 2005 TEMPORADA NORMAL
FIGURA N°6.34: BALANCE OFERTA DEMANDA, MACROZONA CENTRO IV REGION 2010 TEMPORADA NORMAL
FIGURA N°6.35: BALANCE OFERTA DEMANDA, MACROZONA CENTRO REGIONES V, VI, METROPOLITANA 2005 TEMPORADA NORMAL
FIGURA N°6.36: BALANCE OFERTA DEMANDA, MACROZONA CENTRO REGIONES V, VI, METROPOLITANA 2010 TEMPORADA NORMAL
FIGURA N°6.37: BALANCE OFERTA DEMANDA, MACROZONA SUR REGIONES VII, VIII, IX 2005 TEMPORADA NORMAL
FIGURA N°6.38: BALANCE OFERTA DEMANDA, MACROZONA SUR REGIONES VII, VIII, IX 2010 TEMPORADA NORMAL
FIGURA N°6.39: BALANCE OFERTA DEMANDA, MACROZONA SUR X REGION 2005 TEMPORADA NORMAL
FIGURA N°6.40: BALANCE OFERTA DEMANDA, MACROZONA SUR X REGION 2010 TEMPORADA NORMAL
FIGURA N°6.41: BALANCE OFERTA DEMANDA, MACROZONA AUSTRAL 2005 TEMPORADA NORMAL
FIGURA N°6.42: BALANCE OFERTA DEMANDA, MACROZONA AUSTRAL 2010 TEMPORADA NORMAL

LISTA DE FLUJOGRAMAS

FLUJOGRAMA° 6.1: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE MODELO DE REDES - GENERAL
FLUJOGRAMA° 6.2: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE MODELO DE REDES - DETALLE
FLUJOGRAMA° 6.3: PROCESO SATME2 DE AJUSTE DE MATRICES A CONTEOS
FLUJOGRAMA° 6.4: PROCESO DE ESTIMACIÓN DE FLUJOS OBSERVADOS