



Santiago, Junio 17 de 2014  
SCT-14-16802

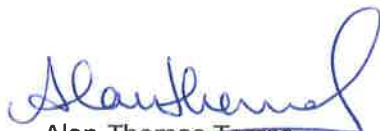
Señor  
Hernán Sepúlveda Contreras  
Ministerio de Energía  
Presente

De mi consideración:

En relación con el trabajo conjunto de análisis ambiental, adjunto envío a usted, el Pre-Informe Final del Estudio "**Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP)**".

Ruego a usted hacer llegar sus comentarios y observaciones a dicho documento, en su calidad de contraparte técnica del Estudio, a más tardar el día **Viernes 27 de Junio** con el fin de no alterar los procesos administrativos asociados al informe.

Sin otro particular, le saluda atentamente,



Alan Thomas Torres  
Director de Estudio

Adj: Documento

ATT/RTE/VTF/med  
Distribución:  
Área Metodológica y Datos  
Archivo correlativo

REPÚBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES  
SECTRA

ACTUALIZACIÓN METODOLÓGICA DEL MODELO DE CONSUMO  
ENERGÉTICO Y EMISIONES PARA EL SECTOR TRANSPORTE (STEP)



**PRE-INFORME FINAL**

SANTIAGO, 16 DE JUNIO 2014  
**SECTRA**

## MINUTA

Observaciones Informe de Avance N°2  
Estudio

**“Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP)”.**

16/06/2014

### SECTRA:

1. En general, este informe de avance cumple con todos los contenidos solicitados en las Bases de Licitación. Sin embargo, se cree necesario realizar algunas mejoras, que deberán ser resueltas en la próxima entrega del estudio. El detalle de las mejoras se especifican a continuación:
2. Con relación a los objetivos específicos, se solicita al Consultor editar el objetivo “e” con error de escritura desde las Bases de Licitación.

**R: se corrigió el objetivo e**

3. En la Tabla 2.1, se solicita aclarar que la actividad pesquera no es considerada como actividad transportes e indicar la razón técnica o directriz de este supuesto.

**R: El objetivo del capítulo 2 es realizar un diagnóstico de la versión original del modelo STEP y no explicar las modificaciones del modelo actual (STEP 2.0)**

**Se modifica el párrafo, destacando el hecho de que según las directrices del ipcc la actividad pesquera es considerada como actividad industrial y no transporte, por lo que es descartada para el modelo.**

4. En la Tabla 2.2, se solicita al Consultor mejorar la redacción del último párrafo.

**R: se corrigió el último párrafo**

5. En la Tabla 2.3 Modo “Marítimo”, no se logra comprender la conclusión respecto a descartar la información del IE en comparación al BNE, se solicita aclara dicha conclusión con algún fundamento.

**R: Se corrigió el primer párrafo del modo, para aclarar el dato de la tabla 2.2**

6. En la Tabla 2.6 se entiende que describe las fuentes de información y los supuestos considerados en la metodología de cálculo del STEP 1.0. Sin embargo, en el modo "Caminero" se indica que se utilizó la proyección del parque generada en la versión original de STEP. Se solicita corregir la tabla esta referencia circular.

**R: se retiró del campo fuentes de información la proyección del parque, pues si bien se utilizó para estimar emisiones esta es también un producto de STEP y no una fuente de información.**

7. En la Tabla 2.7 columna Capacidad de STEP en el modo Caminero y Ferroviario, se solicita revisar y corregir la redacción.

**R: Se revisa la tabla y se corrige, además se aclara que esta corresponde al diagnóstico de la versión 1.0 del modelo STEP y no a la versión actual STEP2.0**

8. El documento presenta diversos problemas de redacción y ortografía en el punto *3.2 Determinación de Series Históricas*. Se solicita revisar y corregir la coherencia y ortografía del documento.

**R: Se corrigió**

9. En la tabla 3.1 para la categoría Taxi, se identifican 2 ámbitos de transporte del tipo Urbano. De acuerdo a lo establecido durante la reunión de presentación del primer informe de avance, se clasificaría la categoría Taxi en Urbano/Rural. Favor verificar si corresponde a un error de escritura, o efectivamente se definieron dos ámbitos urbanos.

**R: Se aclaró en mail a Rubén Triviño, que los ámbitos que se definieron para la categoría taxis son básicos y colectivos, pues el ámbito rural se dejaría fuera del estudio por la poca información disponible.**

10. En la página 56 se menciona que para ilustrar la información del Anuario Estadístico, se presentan gráficos con información año 2012. Se solicita referenciar dichos gráficos.

**R: se aclara que el grafico es de elaboración propia con datos de INE**

11. En la *Tabla 3.10 Nivel de actividad estimado para cada una de las regiones según MODAGEM para el año 2010*, particularmente para Taxi, no se comprende si los datos de niveles de actividad presentados para todas las regiones, excepto la RM, corresponden a niveles de taxis básicos, colectivos o

ambos. Favor mejorar la presentación de dicha información para que el análisis sea más claro.

**R: corregido, anteriormente solo había diferencias para el caso de la región metropolitana, por eso se dejaba el resto con un solo factor para ambos**

12. En la página 73, el primer párrafo se encuentra incompleto. Favor completar la redacción.

**R: Corregido.**

13. Se solicita en general que la información utilizada en STEP procedente del proyecto MAPS, como por ejemplo tasa de ocupación, se describan en términos generales su metodología.

**R: se indica que las tasas de carga y FdC del modo caminero Carga se obtiene de Maps y se explica brevemente como se obtiene, agregando los estudios a las referencias.**

14. Se solicita que los modelos econométricos planteados para el modelo STEP incluyan las variables, constantes y los indicadores de bondad de ajuste y pruebas estadísticas.

**R: Indicación se considera en el siguiente informe.**

15. Se requiere que conforme se avanza en los desarrollos de los modelos econométricos, se informe al Director del Estudio mediante el envío de los antecedentes técnicos para su análisis.

**R: Los Antecedentes ya fueron enviados vía correo electrónico el pasado 19 de mayo.**

16. El consultor presenta una serie de pantallas donde muestra las distintas funcionalidades de la nueva aplicación STEP 2.0. Sin embargo se presentan una serie de dudas respecto a la misma, que son difíciles de resolver sin tener acceso a la aplicación misma. Se solicita habilitar un link donde el mandante pueda examinar los avances de la herramienta.

**R: La herramienta STEP 2.0 se encuentra temporalmente disponible en el siguiente enlace: <http://www.areati.cl/step/index.htm>. Para**

acceder a ella se ha creado un usuario denominado *sectra*, contraseña *secreta*.

17. En el módulo de Administrador de Escenarios, se observa un botón denominado "Crear", pero en el documento no se indica su funcionalidad. Favor incorporar la utilidad de dicho botón en los análisis del informe.

**R:** este botón no se considera necesario y ha sido eliminado en la versión actual de STEP 2.0.

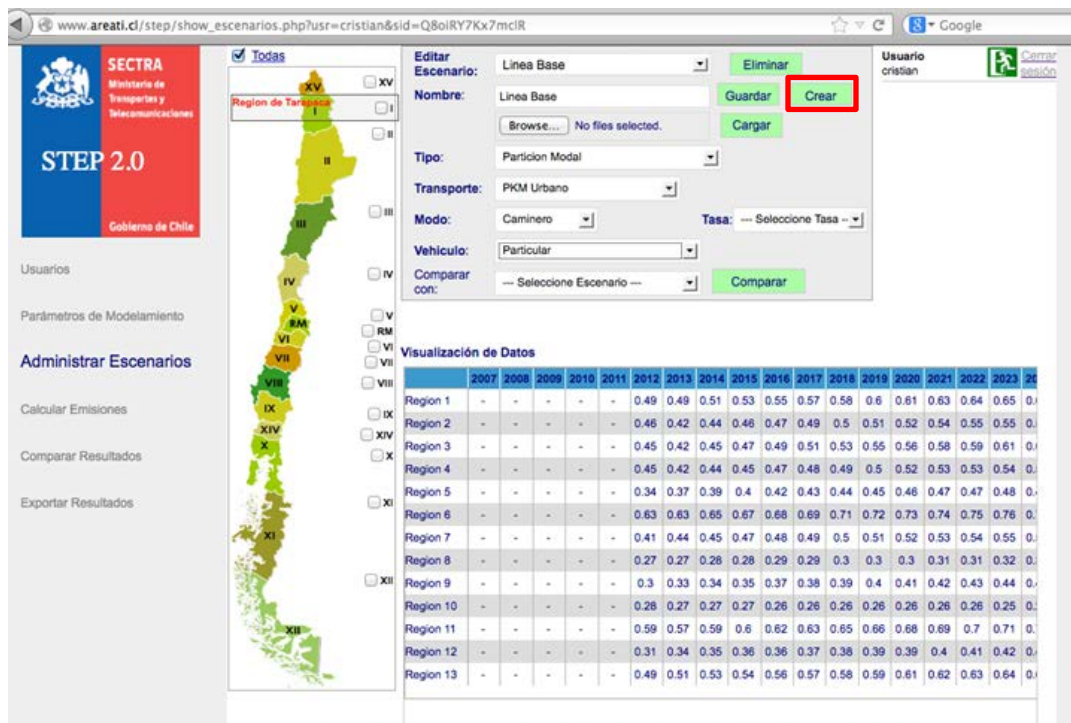


Figura 4.5 Despliegue de datos en Administrador de Escenarios

18. Respecto al módulo de Cálculo de Emisiones, no queda claro cómo se desplegarán los distintos tipos de contaminantes que el modelo evaluará. Favor indicar.

**R:** esta información será debidamente explicada en el Manual de Usuario. Los resultados de contaminantes se entregan en toneladas por año.

19. Como parte del proceso de actualización de la herramienta, el consultor deberá utilizar la última versión de factores de emisión COPERT IV correspondiente a la actualización de agosto de 2013. Dichos factores serán entregados por el Mandante del estudio para su uso.

**R:** Fueron recibidos los factores, se incorporan al modelo.

20. Respecto del módulo de Comparación de Escenarios, no queda claro cómo se podrá diferenciar entre los escenarios a comparar, esto debido a que en la imagen de muestra entregada, ambos escenarios por tipo de vehículo son denominados de igual manera. Aparte de la diferenciación por color, ¿existirá otra manera de identificar los escenarios comparados?

**R: a nivel de la herramienta en línea solo se diferencia por color, para dar una idea general de donde se producen cambios. También se ofrecen gráficos de apoyo a la comparación, con el objeto de verificar preliminarmente los resultados del escenario bajo análisis. La comparación y/o análisis final debe hacerse en un ambiente excel o similar, con toda la información disponible, una vez haya sido exportada desde STEP 2.0.**

21. Surge la inquietud si los perfiles de usuarios generados tendrán la capacidad de almacenar proyectos generados en distintos inicios de sesión, o los resultados obtenidos de las distintas modelaciones y comparaciones deberán ser exportados y almacenados de forma independiente, para ser almacenados y consultados en el futuro.

**R: la capacidad de almacenamiento está supeditada a la capacidad del servidor que se asigne para alojar la herramienta. En todo caso, debido a que esta herramienta será utilizada por muchas personas, parece ser más conveniente que el almacenamiento se realice independientemente por cada usuario.**

#### Subsecretaría de Transportes:

22. Se tiene contemplado, como producto final del estudio, generar protocolos de información, es decir si puede el consultor entregar las necesidades de información necesarias para cargar el Modelo STEP 2.0, en el cual se indique:

- Tipo de Calidad de la Información / Tipo de Validación
- Tipo de Información necesaria (Ej. Agregada, comunal, etc.)
- Origen de la Información
- Periodicidad
- Requerimientos de Información no encontrada (o que actualmente no se tenga) para la utilización del Modelo
- Cruces e Indicadores básicos de información.

**R: esto no está contemplado en este estudio ya que STEP 2.0 se basa en estudios previos que validan y explican la información utilizada (STEP 1.0 y MAPS).**

23. El Modelo STEP 2.0 contempla la validación “automática” de las proyecciones y su reformulación con la información cierta de un período determinado, es decir, si tengo proyectado para el 2018 un cierto escenario y en ese año no ocurre lo propuesto por el modelo, éste tiene contemplado generar, ya sea una adecuación a la proyección original o que se cambia la línea de base en función del último año de información validada. Explicar cómo se debiese entonces ejecutar este modelo si pasa lo que se indica anteriormente.

**R: Step es una herramienta que permite calcular consumo energético y emisiones contaminantes, dentro de su programación no se incorpora la herramienta econométrica capaz de generar proyecciones. Por lo que para generar adecuaciones del modelo a medida que se incorpora información, como lo indica el comentario, se deberá cargar una nueva serie histórica que incorpore el último año de información validada, con su respectiva proyección estadística, esta carga generará un nuevo escenario en el cual se considera la última información validada para el cálculo de consumos y emisiones contaminantes.**

24. Posee herramientas para cambiar los escenarios bases o proyectados cuando ocurran cambios ciertos en la participación modal, es decir: Nuevas líneas de metros, extensiones de líneas de metro, nuevos trenes urbanos, congelamiento (o apertura) del parque de taxis, exigencia de antigüedad del parque en transporte público, cambios normativos de emisiones, etc.

**R: este tipo de modificaciones se pueden realizar a través de los parámetros de modelamiento, para lo cual el usuario debe cambiar las relaciones de demanda de pasajeros o carga transportada en el sistema que desee analizar.**

25. Se tiene presente la evolución del parque de taxis que hoy por hoy está congelado y como lo tratan con respecto a los modelos de proyección (herramientas econométricas)

**R: se incorpora respuesta en la versión final del informe**



**REPÚBLICA DE CHILE**  
**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES**  
**SECTRA**

**Actualización Metodológica del Modelo de Consumo  
Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP)**

**PRE-INFORME FINAL**



**Santiago – 16 de Junio 2014**

## **ÍNDICE**

1	Introducción.....	1
2	Diagnóstico e identificación de mejoras para el modelo step .....	3
2.1	Análisis y Diagnóstico del Modelo STEP .....	3
2.2	Revisión Bibliográfica.....	25
2.3	Identificación de Mejoras Metodológicas del Modelo STEP.....	34
3	Actualización Metodológica del modelo STEP 2.0.....	37
3.1	Esquema Metodológico STEP 2.0.....	37
3.2	Determinación de Series Históricas.....	50
3.3	Modelos de Proyección .....	79
3.4	Actualización de Consumos Energéticos y Emisiones.....	88
4	Reprogramación del programa computacional step .....	95
4.1	Revisión y diagnóstico del programa existente .....	97
4.2	Reprogramación STEP Nivel 1 Estructura Bases de Datos .....	101
4.3	Reprogramación STEP Nivel 2 Cálculos internos e interacción.....	104
4.4	Líneas de trabajo y Objetos Geográficos.....	114
4.5	Manual de usuario .....	116
5	Resultados de proyección de variables de demanda utilizados en step 2.0.....	117
5.1	Resultados Series Históricas.....	117
5.2	Resultados de proyección de demanda de transporte .....	127
6	Resultados obtenidos con step2.0.....	145
6.1	Análisis línea base actualizada .....	145
6.2	Evaluación de escenarios.....	149
6.3	Análisis de resultados .....	160
7	Conclusiones.....	162

7.1	Conclusiones generales.....	162
7.2	Conclusiones Específicas .....	164
8	Bibliografía.....	169

# 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al *Pre-Informe Final* para el estudio “Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP)”, encargado por SECTRA a la Sociedad Consultora Sistemas Sustentables Limitada.

El objetivo principal del presente Estudio corresponde a **actualizar la metodología del modelo STEP para estimar y proyectar los consumos energéticos y las emisiones de contaminantes generados por el sector transporte a nivel regional hasta el año 2050**, permitiendo así mejorar los análisis del consumo energético y del impacto ambiental de los modos de transporte del país.

Dado este objetivo primario, se distinguen los siguientes objetivos específicos del estudio:

- a) **Identificar y emplear nuevas fuentes de información y/o actualizaciones de la información existente, respecto de los consumos de combustibles del transporte nacional**, con el propósito de incluirlas en la actualización metodológica del modelo.
- b) **Revisar y actualizar el procedimiento metodológico que estima las emisiones de contaminantes locales y globales**, que se derivan del consumo energético de los distintos sectores del transporte. El objetivo es actualizar la metodología de cálculo, incorporando los avances nacionales e internacionales en materia de emisiones y como consecuencia de ello, mejorar las proyecciones en el tiempo.
- c) **Actualizar la metodología de asignación de los consumos energéticos a los modos de transporte**, basados en los Informes Estadísticos de Energía, los Balances Nacionales Energéticos y los Registros de Combustibles Internacionales,

actualizados y generados por los organismos públicos SEC, CNE y SNA<sup>1</sup>, respectivamente.

- d) **Actualizar cada uno de los modelos econométricos que proyectan las variables esenciales de la metodología**, de manera de validar o modificar las variables predictivas utilizadas en los modelos y extender el horizonte de proyección de éstas, hasta el año 2050.
- e) **Explorar la incorporación de la partición modal para el transporte de pasajeros y carga** como parámetro fijo, en términos porcentuales en la metodología del modelo STEP, lo cual permitirá realizar evaluaciones energéticas y de las emisiones, producto de cambios en la partición modal inicial.
- f) **Reprogramar el modelo computacional STEP**, incorporando todas las modificaciones metodológicas indicadas por las Bases de Licitación y las identificadas por el Consultor, ampliando así las capacidades del modelo para realizar evaluaciones de escenarios, proyecciones, y de generar reportes de resultados, tanto en bases de datos como en coberturas geo-referenciadas.
- g) **Emplear el modelo STEP para evaluar escenarios**. Este objetivo apunta a realizar ejercicios prácticos del modelo, para generar proyecciones de consumos energéticos y de las emisiones, para los escenarios base, tendencial y con proyecto. Incluyendo la validación de resultados para el caso del escenario base.

---

<sup>1</sup> SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustible; CNE: Comisión Nacional de Energía, SNA: Servicio Nacional de Aduanas

## 2 DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN DE MEJORAS PARA EL MODELO STEP

En el presente capítulo se incluye un diagnóstico del **primer modelo STEP (STEP1.0)**, identificando fortalezas y limitaciones relacionadas a las dos componentes principales que incluye su metodología: consumo energético y estimación de emisiones (sección 2.1). Además, este capítulo presenta una revisión bibliográfica de las experiencias nacionales e internacionales (sección 2.2) y una identificación de las mejoras metodológicas para realizar en la actualización de STEP (sección 2.3).

### 2.1 Análisis y Diagnóstico del Modelo STEP

El contenido de la presente sección corresponde al análisis completo de la metodología desarrollada en el Modelo STEP (SECTRA, 2010) la cual permite, desde un enfoque “*top-down*”, proyectar el consumo energético desagregado para los distintos modos de transporte y estimar las emisiones de contaminantes locales y globales asociadas. La Figura 2.1 resume la metodología completa del Modelo STEP1.0, la cual parte definiendo los consumos energéticos históricos desagregados por modo y tipo de combustible. Posteriormente, las series de consumo energético se proyectaron con modelos estadísticos hasta el año 2025. Este último resultado permitió estimar las emisiones de contaminantes locales y globales hacia el año 2025 según 2 niveles: Tier 1 para los cuatro modos y Tier 2 sólo para el modo caminero y aéreo. Adicionalmente, se definió un módulo de evaluación de escenarios que permitió evaluar trayectorias de consumo energético y emisiones simulando tres opciones de escenarios pre definidas:

- i. Nuevas tecnologías: enfocado al modo caminero y que considera la entrada de nuevas tecnologías, distintas a las convencionales (híbrido, eléctrico, plug-in, uso de biocombustible)
- ii. Conducción eficiente: enfocado al modo caminero y que considera mejoras en el rendimiento vehicular por capacitación a conductores

- iii. **Intermodalidad:** particularmente enfocado al traspaso de carga desde el modo caminero hacia el modo ferroviario.

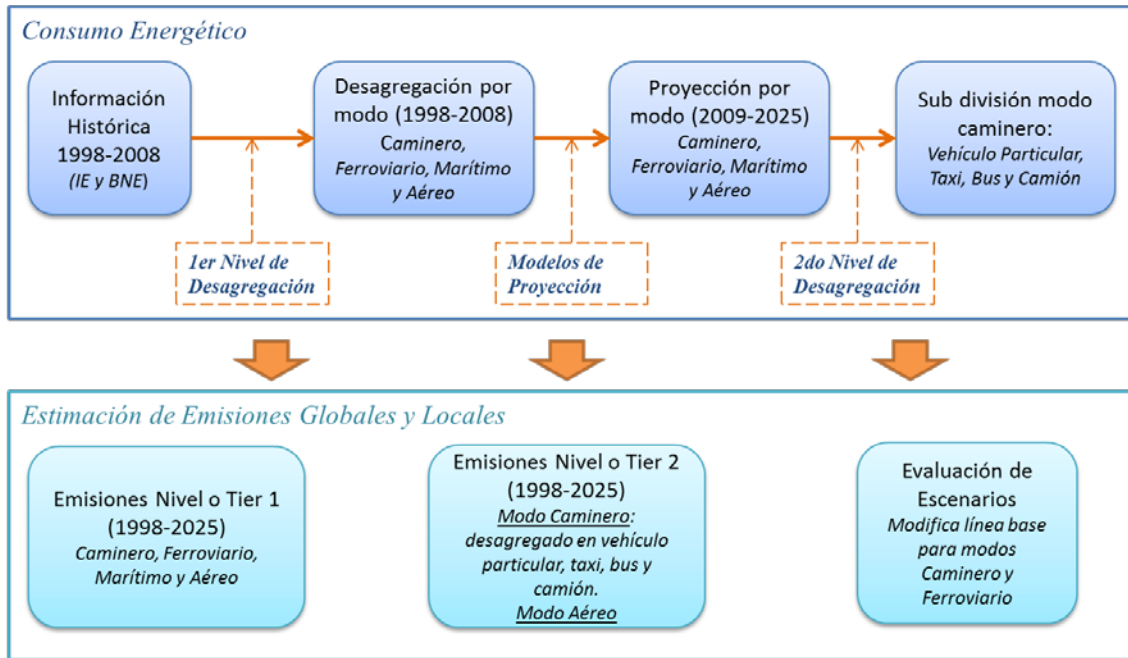


Figura 2.1 Resumen metodología Modelo STEP1.0

En base al esquema de la Figura 2.1, se realiza a continuación la descripción y análisis metodológico estructurado según las dos componentes principales que considera la metodología de la versión original del Modelo STEP1.0:

- Desagregación de consumos energéticos por modo y por región
- Estimación de emisiones, locales y globales, por modo y región

Posteriormente, se presenta un diagnóstico que identifica las limitaciones y capacidades de la metodología del Modelo STEP1.0<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> El diagnóstico de la herramienta computacional propiamente tal se incluye dentro del capítulo 5 del presente informe

### 2.1.1 Análisis Metodológico de estimación de consumos energéticos

La metodología “top-down” definida por el modelo STEP1.0 consideró como fuentes principales de información a las bases de datos anuales de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y del Ministerio de Energía (MINEN), las cuales corresponden al Informe Estadístico (IE) y el Balance Nacional de Energía (BNE), respectivamente. La Tabla 2.1 y la Tabla 2.2 caracterizan estas dos fuentes de información, además de incorporar comentarios respecto de las recomendaciones de la versión original de STEP 1.0.

Tabla 2.1 Ficha característica de Balance Nacional de Energía (BNE)

<b>Nombre Información</b>	Balance Nacional de Energía, BNE	<b>Serie Disponible</b>	1990-2012
<b>Fuente</b>	Ministerio de Energía, MINEN	<b>Tipo de Fuente</b>	Pública
<b>Características de la Información</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadísticas de consumo de combustible por modo (terrestre, ferroviario, marítimo y aéreo), por tipo de fuente energética en unidades físicas (m<sup>3</sup>) y energéticas (TJ)</li> <li>• Desagregación a nivel nacional y no regional como lo requiere el Modelo STEP</li> <li>• Actualización anual, la metodología STEP original empleó datos hasta el año 2008.</li> <li>• Hasta el año 2009 el BNE lo generaba la Comisión Nacional de Energía y ahora lo hace el Ministerio de Energía</li> <li>• Acceso directo a través de sitio web del Ministerio de Energía</li> </ul>			
<b>Comentarios Respecto a Recomendaciones primera versión del Modelo STEP</b>			
<p>Este reporte define al modo <i>terrestre</i> distinto a como considera la metodología STEP al modo caminero. Particularmente, el BNE incluye en su modo terrestre a servicio de tren urbano METRO en su consumo eléctrico.</p> <p>Sobre los consumos <i>búnker</i> en los modos aéreo y marítimo, el BNE no ha descontado explícitamente los consumos energéticos producidos por viajes internacionales asociados a dichos modos, lo cual es una dificultad para la confección de inventarios nacionales para gases de efecto invernadero (GEI), según las directrices del IPCC.</p> <p>Para el caso del modo marítimo la versión de STEP 1.0 no considera la desagregación de los consumos producidos por las actividades pesqueras, dado que según las directrices del IPCC no es considerado transporte propiamente tal, sino actividad industrial, por lo tanto el modo marítimo presentó sobreestimaciones con respecto al consumo de combustible</p>			



Tabla 2.2 Ficha característica de Informe Estadístico (IE)

<b>Nombre Información</b>	Informe Estadístico, IE	<b>Serie Disponible</b>	1990-2012
<b>Fuente</b>	Superintendencia de Electricidad y Combustible, SEC	<b>Tipo de Fuente</b>	Pública
<b>Características de la Información</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadísticas de ventas de combustible por canales de distribución y por tipo de fuente energética</li> <li>• Los canales de distribución (6) se definen como sigue:             <ol style="list-style-type: none"> <li>i. <i>Canal Minorista</i>: ventas en estaciones de servicio y locales de venta al público general</li> <li>ii. <i>Empresas de Transporte</i>: venta a empresas de transporte por calles y caminos</li> <li>iii. <i>Ranchos</i>: ventas a barcos y aviones</li> <li>iv. <i>Usuarios</i>: ventas a industria, comercio y particulares</li> <li>v. <i>Consumo interno</i>: consumos propios de las empresas distribuidoras. Estos valores no fueron considerados pues son menores al 1% para el período 1998-2008</li> <li>vi. <i>Ventas directas ENAP</i>: combustibles distribuidos por esta institución</li> </ol> </li> <li>• Desagregación a nivel regional como lo requiere STEP</li> <li>• Actualización anual, la metodología original STEP empleó datos hasta el año 2008</li> <li>• Serie 1998-2007 desagregado en 13 regiones y desde 2008 desagregado en 15 regiones</li> <li>• Acceso directo a través de sitio web de la SEC</li> </ul>			
<b>Comentarios Respecto a Recomendaciones primera versión del Modelo STEP</b>			
<p>Sobre el canal de distribución USUARIOS, las versiones actualizadas al 2012 indicaron la misma definición para ventas a Industria, Comercio y Particulares. Esta definición se consideró muy amplia en la definición de STEP1.0 lo que generó problemas en la asignación de combustibles a un modo en particular, específicamente con el diésel, el cual es empleado por el modo caminero, ferroviario y marítimo.</p> <p>Para el caso de los combustibles marítimos ocurrió algo similar, ya que aplicando la misma metodología que STEP 1.0 se observaron diferencias importantes entre el IE y el BNE en los últimos años. El año 2010 se observó una diferencia de 36% entre ambas fuentes, siendo el IE superior para ese año, esta diferencia se explicó por el canal de distribución USUARIOS al igual que en los otros modos.</p>			

En términos generales, las dos fuentes de información IE y BNE permiten desagregar los consumos energéticos según las siguientes características:

- i. Tipo de combustible: diésel, gasolina, kerosene de aviación, gasolina de aviación, petróleo combustible.
- ii. Modo de transporte: aéreo, marítimo, ferroviario y caminero. Para desagregar el modo caminero en sus subcategorías, se requiere de información adicional.

- iii. **Región:** nivel de desagregación requerido por la metodología. Se debe mencionar que el BNE entrega información de consumos por modo de transporte agregados a nivel país, mientras que el IE entrega información de ventas de combustible según canal de distribución por región.
- iv. **Año:** la metodología de la versión original de STEP1.0 disponía de datos históricos de consumos energéticos por modo para el período 1998-2008 y se proyectaba hasta el año 2025. Ahora existen en ambos reporte, ediciones para los años 2009-2012.

La obtención de los consumos históricos (1998-2008) en estas cuatro dimensiones de información proviene de aplicar la metodología de asignación de consumos energéticos históricos, la cual se divide en 2 niveles: el **primer nivel** desagrega los consumos para los cuatro modos de transporte; y el **segundo nivel**, que aplica únicamente al modo caminero, desagrega los consumos en las cuatro subcategorías consideradas en la metodología (vehículo particular, taxi, bus y camiones). A continuación se detallan los aspectos metodológicos principales que implica cada nivel.

#### **2.1.1.1 Primer nivel de asignación de consumos**

En el primer nivel, la metodología del Modelo STEP1.0 consideró la asignación de consumos energéticos mediante procesos diferenciados, dependiendo del tipo de información disponible relacionada a un modo en particular. La Tabla 2.3 recopila los aspectos metodológicos relevantes para cada modo en la versión original de STEP1.0, señalando el tipo de información empleada, los criterios que se definieron en la asignación de consumos y los tipos de combustibles que se consideraron en cada caso.

Tabla 2.3 Cuadro metodológico **primer nivel** de asignación de consumos energéticos

Modo	Fuente de Información	Principales Supuestos
Caminero	Informe Estadístico de la SEC (1998-2008)	Se asignó por cada región las ventas por canal de distribución del IE como sigue: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Empresas de Transporte</i>: todas las gasolinas y diésel</li> <li>• <i>Canal Minorista</i>: todas las gasolinas y diésel</li> <li>• <i>Ventas directas ENAP</i>: todas las gasolinas</li> <li>• <i>Usuarios</i>: todas las gasolinas</li> </ul> <p>Consideró combustible diésel y gasolina</p>
Aéreo	Informe Estadístico de la SEC (1998-2008)  Base de Datos del Servicio Nacional de Aduanas (SNA), fuente que no es pública pero que se consideró en el Modelo STEP como complemento para determinar los consumos <i>búnker</i> o internacionales.	Se asignó por cada región las ventas por canal de distribución del IE como sigue: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ranchos</i>: toda la gasolina de aviación y kerosene de aviación</li> <li>• <i>Ventas directas ENAP</i>: toda la gasolina de aviación y kerosene de aviación</li> <li>• <i>Usuarios</i>: toda la gasolina de aviación y kerosene de aviación</li> </ul> <p>Los consumos búnker fueron sustraídos al total regional definido a partir del IE, según las directrices del IPCC para aislar únicamente el consumo nacional en el modo aéreo</p> <p>Consideró combustible gasolina de aviación y kerosene de aviación</p>
Ferrovionario	Balance Nacional de Energía BNE (1998-2008)  Diagnóstico del Modo Ferrovionario 2007 (SUBTRANS, 2007)	No es posible identificar el consumo de este modo desde el IE directamente desde las definiciones de canal de distribución (ver Tabla 2.2)  Se consideró el consumo energético global desde el BNE para el modo ferrovionario.  Se desagregó el consumo nacional en regiones a partir actividad (ton) movilizadas según origen – destino por empresas de carga ferroviaria identificadas en la referencia (SUBTRANS, 2007). Consideró combustible diésel
Marítimo	Desarrollo y aplicación de una metodología local de cálculo de emisiones búnker para GEI (CONAMA, 2010)  Boletín Estadístico	El estudio de CONAMA definió el consumo asociado al cabotaje para el modo marítimo, lo cual se utilizó para definir los consumos del modo, por lo tanto las diferencias en los valores de consumo energético a nivel país para IE-Ranchos y el BNE-marítimo permitieron descartar al IE como fuente

Modo	Fuente de Información	Principales Supuestos
	Marítimo BEM (1998-2007) (DIRECTEMAR)	base de información (ver Tabla 2.2)  Consideró los totales a nivel país indicados como resultados de la referencia (CONAMA, 2010), los cuales descuentan búnker y pesca.  Se desagregó el consumo nacional en regiones según la actividad regional (ton) definida anualmente según el Boletín Estadístico Marítimo (DIRECTEMAR)  Consideró combustible diésel y petróleo combustible

La asignación de consumos energéticos en *primer nivel* descrita en la Tabla 2.3 permite concluir que el *modo caminero* se obtuvo de manera representativa y directa del IE, según los totales por región y por combustible que reporta dicha fuente. Además, el IE es una base de información de carácter público y que se actualiza anualmente, como es preferido en la metodología de STEP1.0.

El consumo energético del *modo aéreo* también fue asignado de manera directa desde el IE. Sin embargo, estos valores no descontaron los consumos búnker para el caso del combustible kerosene de aviación, por lo que en caso de actualizar, se requeriría de una fuente de información adicional que pertenece al Servicio Nacional de Aduanas (SNA) y que no es pública.

Respecto a los modos *ferroviario* y *marítimo*, dado que las fuentes de información a la fecha (IE y BNE) se siguen desarrollando de la misma forma que en la primera versión del Modelo STEP1.0, una actualización de los consumos históricos para estos modos implicaría la necesidad de fuentes de información adicionales que permitieran desagregar los consumos anuales nacionales por región, que para el caso anterior correspondieron a estudios específicos que caracterizaban dichos modos y que no se encuentran (o encontrarán) necesariamente actualizados a la fecha.

### 2.1.1.2 Segundo nivel de asignación de consumos

La metodología que consideró este nivel aplica específicamente en el modo caminero para desagregar los consumos determinados en el primer nivel, en 4 subcategorías: 1) vehículo particular, 2) taxi, 3) camiones y 4) buses. La obtención de estos resultados implicó hacer un cruce entre la metodología de nivel 1 (*top-down*) y la metodología de nivel 2 (*bottom-up*), a través del consumo energético.

Para ello, el nivel 2 determinó nuevamente los consumos energéticos por región, por tipo de combustible y por subcategoría del modo caminero a través de otras variables que corresponden al parque vehicular, nivel de actividad vehicular y factor de consumo energético. Dichas variables permitieron calcular el consumo total según la siguiente ecuación:

$$CC_{r,c}(lt) = FdC_c \left( \frac{lt}{km} \right) * NA_{r,c} \left( \frac{km}{veh} \right) * NV_{r,c}(veh) \quad (ec.1)$$

Dónde:

$CC_{r,c}$  : consumo de combustible para la región r y para la categoría vehicular c

$FdC_c$  : factor de consumo promedio para la categoría c

$NA_{r,c}$  : nivel de actividad (km) en la región r para la categoría vehicular c

$NV_{r,c}$  : parque vehicular total en la región r para la categoría vehicular c

$R$  : región del país (RI-RXV)

$C$  : categoría vehicular: vehículo particular (VP), taxi (TX), bus (B) y camión (C)

La Tabla 2.4 describe la definición de cada uno de las componentes de la ecuación (1), indicando fuentes de información y principales supuestos. El resultado obtenido de aplicar la metodología de *nivel 2* es la obtención de los porcentajes de participación en el consumo de combustible por cada una de las 4 subcategorías del modo caminero, los cuales a su vez

proviene de la determinación de los consumo según la ecuación (1). Estos porcentajes de *nivel 2* finalmente son lo que se aplicaron al resultado global de consumo energético obtenido en el *nivel 1*.

Tabla 2.4 Definición de parámetros empleados en el *nivel 2* de asignación de consumos energéticos para el modo caminero

Componente	Fuente de Información	Principales Supuestos
Parque vehicular (NV)	Anuario Estadístico (INE). Información de carácter anual y por región	Se ordenan las categorías vehiculares de (INE) según las categorías definidas por STEP: <ul style="list-style-type: none"> <li>• VP: automóvil, station wagon, todo terreno, furgón, camioneta, minibús particular, motocicleta</li> <li>• TX: taxi básico, taxi colectivo</li> <li>• B: minibús colectivo, taxibus, bus</li> <li>• C: camión simple y tracto camión</li> </ul>
Factor de Consumo (FdC)	COPERT 4 evaluados en velocidades promedio para vehículos livianos, buses y camiones según las referencias bibliográficas (SECTRA, 2007), (GEF, 2007), (SECTRA, 2007a), respectivamente.	Se proyecta el parque hacia el 2025 con modelos econométricos basados en la serie histórica 1990-2008 Dado que el parque vehicular (INE) no separa por tecnología, se asume un valor promedio de factor de consumo por tecnología.  Las categorías vehiculares se asignan por tipo de combustible según se indica a continuación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diésel: camión, bus. Para VP, se consideraron solo las categorías INE todo terreno, furgón, camioneta, minibús particular</li> <li>• Gasolina: taxis y para VP, se consideraron las categorías INE automóvil, station wagon y motocicleta</li> </ul>
Nivel de Actividad (NA)	Corridas MODEM (Modelo de Emisiones de SECTRA) para 17 ciudades del país	El nivel de actividad entregado por MODEM corresponde solo al radio urbano y no a la región completa, por lo que dado NV y FdC por región, se tienen consumos menores a los obtenidos desde el nivel 1.  Se corrige el nivel de actividad a partir del consumo obtenido del nivel 1 a escala regional, manteniendo los valores de NV y FdC previamente.  Este ajuste de NA se hace para el año 2008 y para la evaluación futura se mantienen estos valores ajustados.

## 2.1.2 Análisis Metodológico de estimación de emisiones del transporte

La segunda componente principal que contempló la metodología del Modelo STEP1.0 está referida al cálculo de emisiones para el sector transporte. Como se indicó previamente en la Figura 2.1, el cálculo de emisiones se obtiene en dos niveles: 1) agregado y que tiene como principal dato de entrada el consumo energético total por modo (Tier o Nivel 1) y 2) incorpora al cálculo de emisiones variables de actividad, el cual tiene mejor representatividad para emisiones de contaminante locales y aplica solo para los modos caminero y aéreo (Tier o Nivel 2)

### 2.1.2.1 Cálculo de emisiones Tier o Nivel 1

Este cálculo determina las emisiones de contaminantes globales y locales en base al *consumo de combustible* total proyectado por modo. Es decir, por cada modo se utilizan factores de emisión por unidad de combustible consumido por dicho modo.

Luego, para cada modo se identificaron los tipos de combustibles que aplican para el caso nacional y luego se utilizaron los factores de emisión, globales y locales. Se debe señalar que esta metodología de cálculo se ajusta muy bien para el CO<sub>2</sub>. Sin embargo, para el resto de los contaminantes globales (CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) y para los contaminantes locales, la componente tecnológica que caracteriza a un modo en particular influye en este tipo de emisiones, por lo que si se dispone de buena información es preferible usar un Tier más elevado.

Dado que la metodología de asignación de consumos proyecta en unidades físicas, se emplea el Balance Nacional de Energía (BNE) que unifica las propiedades de densidad y poder calorífico para distintos tipos de combustibles en Chile, de manera de ajustar los consumos de combustibles en las unidades que requieren los factores de emisiones, ya sean por unidad de energía (TJ) o masa ( gr).

La ecuación general para el cálculo de emisiones en este nivel se indica a continuación:

$$E_{m,i,j} = FE_{m,i,j} * CC_{m,i,j} \quad (\text{ec. 2})$$

Dónde:

$E_{m,i,j}$  : emisión del modo m para el contaminante i y combustible j

$FE_{m,i,j}$  : factor de emisión del modo m para el contaminante i y combustible j

$CC_{m,i,j}$  : consumo de combustible del modo m para el contaminante i y combustible j

La Tabla 2.5 describe la metodología de cálculo de emisiones Tier 1, señalando los aspectos más relevantes que se consideran en los cálculos específicos de cada modo.

Tabla 2.5 Cuadro metodológico de estimación de emisiones en **Tier o Nivel 1**

Modo	Fuente de Información	Principales Supuestos
Camínero	Factores de emisión globales CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O (IPCC, 2006) (IPCC, 1996)	Los factores de emisión son diferenciados por combustible: gasolina y diésel
	Factores de emisión locales CO, NO <sub>x</sub> , COVNM, MP <sub>10</sub> , MP <sub>2,5</sub> , SO <sub>x</sub> (EMEP/CORINAIR, 2007)	Para los contaminantes distintos al CO <sub>2</sub> existe influencia según tecnología. Sin embargo, dado que este nivel es agregado por combustible, se considera el factor de emisión por defecto respectivo
Aéreo	Factores de emisión globales CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O (IPCC, 2006) (IPCC, 1996)	Según las directrices del IPCC, las emisiones de Material Particulado (MP) son despreciables por lo que no se consideran en el cálculo Tier 1
	Factores de emisión locales CO, NO <sub>x</sub> , COVNM, (EMEP/CORINAIR, 2007)	Los factores de emisión son diferenciados por combustible: gasolina de aviación y para kerosene de aviación
Ferroviario	Factores de emisión globales CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O (IPCC, 2006) (IPCC, 1996)	Los factores de emisión asociados al combustible diésel
	Factores de emisión locales CO, NO <sub>x</sub> , COVNM, MP <sub>10</sub> , MP <sub>2,5</sub> , SO <sub>x</sub>	



Modo	Fuente de Información (EMEP/CORINAIR, 2007)	Principales Supuestos
Marítimo	Factores de emisión globales CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O (IPCC, 2006) (IPCC, 1996)  Factores de emisión locales CO, NO <sub>x</sub> , COVNM, MP <sub>10</sub> , MP <sub>2,5</sub> (EMEP/CORINAIR, 2007)	Los factores de emisión asociados al combustible diésel y petróleo combustible

### 2.1.2.2 Cálculo de emisiones Tier o Nivel 2

El cálculo en Tier 2 determinó las emisiones de contaminantes globales y locales en base a variables adicionales referidas a la actividad asociada a un modo en particular. El Modelo STEP1.0 contempló solamente para los modos caminero y aéreo un cálculo de emisiones Tier 2 dado que se disponía de información más específica para dicho modos.

Para el *modo aéreo*, el cálculo Tier 2 incorporó los datos de despegues y aterrizajes (LTO por sus siglas en inglés) de manera de separar las emisiones por etapa de vuelo: 1) Ciclo despegue y aterrizaje o LTO y 2) Crucero. Para ello se diferencian los factores de emisión por unidad de LTO en el caso de la etapa de despegue y aterrizaje y para el caso crucero, los factores de emisión están por unidad de combustible.

Para el *modo caminero*, el cálculo Tier 2 incorporó además aspectos metodológicos recopilados de metodologías específicas desarrolladas en el país. El cálculo se basó en definir para cada subcategoría del modo caminero, parámetros como nivel de actividad (km-año/veh), composición tecnológica (%), parque vehicular (veh) y factores de emisión específicos por tipo de vehículo, motorización y tecnología, los cuales están por unidad de kilómetro recorrido.

La Tabla 2.6 describe la metodología de cálculo de emisiones Tier 2, señalando los aspectos más relevantes que se consideraron en los cálculos específicos de cada modo en la versión original del modelo STEP1.0.

Tabla 2.6 Cuadro metodológico de estimación de emisiones en *Tier o Nivel 2*

<b>Modo</b>	<b>Fuente de Información</b>	<b>Principales Supuestos</b>
Caminero	Anuario Estadístico (INE).	Desagrega las emisiones según subcategoría del modo caminero (VP, TX, B y C), motorización (gasolina y diésel) y tecnología (convencional E1-E6, híbrido, híbrido plug-in, eléctrico y biocombustible), obteniendo en total 171 categorías vehiculares
	Proyección al 2025 de composición tecnológica del parque vehicular nacional según metodología MODAGEM (MTT, 2005)	
	Base de Datos de Plantas de Revisión Técnica para año 2008	
	Factores de emisión COPERT 3, COPERT 4 evaluados en velocidades promedio para vehículos livianos, buses y camiones según las referencias bibliográficas (SECTRA, 2007), (GEF, 2007), (SECTRA, 2007a), respectivamente.	
	Nivel de actividad obtenidas de corridas MODEM (Modelo de Emisiones de SECTRA) para 17 ciudades del país	Además considera para cada subcategoría del modo caminero, los siguientes tipos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• VP: particular y comercial</li> <li>• TX: básico y colectivo</li> <li>• B: alimentador, troncal e interurbano</li> <li>• C: liviano, mediano y pesado</li> </ul>
Aéreo	Operación nacional de aeronaves (aterrizajes y despegues o LTO, por sus siglas en inglés) (DGAC, s.f.)	El cálculo de emisiones Tier 2 sí considera emisiones de MP <sub>10</sub> , MP <sub>2.5</sub> y SO <sub>x</sub>
	Factores de emisión globales y locales CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO, NO <sub>x</sub> , COVNM, MP <sub>10</sub> , MP <sub>2.5</sub> , SO <sub>x</sub> (EMEP/CORINAIR, 2007)	Metodología solo aplica para operación de aviones que consuman kerosene de aviación

### **2.1.3 Diagnóstico Modelo STEP1.0**

Luego de analizar la metodología, tanto para la asignación de consumos energéticos como para el cálculo de emisiones, se presenta el diagnóstico de la versión original del Modelo STEP1.0 según los siguientes aspectos técnicos, de modo de proponer las mejoras en la versión 2.0 del modelo STEP.:

- Tipo y ámbito del transporte
- Fuentes de información y datos
- Variables esenciales
- Parámetros del modelo
- Evaluación de escenarios

#### **2.1.3.1 Tipo y ámbito del transporte**

En relación a la capacidad del Modelo STEP1.0 para separar resultados según *tipo* de transporte (carga, pasajero) y su *ámbito* geográfico (urbano, rural, interurbano), la metodología de la versión original parcialmente entrega ese tipo de resultados dependiendo del modo.

De manera explícita, la versión original del Modelo STEP1.0 asigna en el cálculo de emisiones del modo caminero si es pasajero, comercial o carga, dependiendo de la subcategoría. Sin embargo, el ámbito solo se menciona en la subcategoría buses, donde el Modelo STEP1.0 asigna las emisiones a buses de tipo interurbano, troncal o alimentador.

Los otros modos (aéreo, ferroviario y marítimo) no categorizaron de manera explícita ninguna de estas dos dimensiones. Sin embargo, se puede derivar para algunos casos el tipo de operación y el tipo de transporte, según como se caracterizó el modo con la información que existía en ese momento.

La Tabla 2.7 resume cómo el modelo entrega información respecto del *tipo* y el *ámbito*, cuáles fueron asumidas y cuáles no están consideradas en la versión original de STEP1.0.

Tabla 2.7 Capacidad del Modelo STEP1.0 para asignar tipo y ámbito de transporte

<b>Modo</b>	<b>Capacidad STEP1.0 (tipo y ámbito)</b>	<b>Diagnóstico</b>
Caminero	<p>Para la designación de tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En la categoría VP el modelo separa emisiones por pasajeros y comercial</li> <li>• El resto de las categorías no tiene un indicador explícito</li> </ul> <p>Para la designación de ámbito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En la categoría Buses se separa por troncal, alimentador e interurbano</li> <li>• El resto de las categorías no tiene un indicador específico</li> </ul>	<p>Para la designación de tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxis y Buses, se podría asumir que es pasajeros, basta explicitar</li> <li>• Camiones, se puede asumir que es carga, basta explicitar</li> </ul> <p>Para la designación de ámbito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxis se podría asumir que es urbano</li> <li>• Para los casos VP y Camiones, se requiere de una metodología que permita desagregar entre urbano, interurbanos y rural.</li> </ul>
Aéreo	No se asignan características explícitas de tipo ni ámbito	<p>Se podría asumir como tipo de transporte de pasajeros pues la operación aérea nacional tiene principal origen al movimiento de pasajeros (PNUD, 2013)</p> <p>En relación al ámbito, la operación se puede asumir como interurbana directamente</p>
Ferrovionario	<p>Para este modo no se asignan características explícitas de tipo ni ámbito</p> <p>El modelo STEP1.0 solo considera transporte ferroviario de carga.</p>	<p>El modelo STEP no considera el transporte ferroviario de pasajeros.</p> <p>Respecto al ámbito, esta subcategoría de transporte a priori tiene operación urbana e interurbana en varias de las regiones del país por lo que se debería considerar.</p>
Marítimo	No se asignan características explícitas de tipo ni ámbito	<p>Se podría asumir como tipo de transporte de carga pues la operación marítima nacional o cabotaje tiene principal origen al movimiento de carga (PNUD, 2013)</p>

En general, el Modelo STEP1.0 requiere de explicitar y definir en todos los modos considerados, el *tipo* de transporte y el *ámbito*, pues en la versión original del modelo sólo se indica parcialmente en el modo caminero, específicamente para el cálculo de emisiones. El resto de los modos requerirá definir en base a la información disponible, la mejor metodología que permita caracterizar estas dimensiones de información para el transporte.

### 2.1.3.2 Fuentes de información y datos

Originalmente, la metodología STEP1.0 suponía que las fuentes de información y los datos empleados en los cálculos fueran de carácter público y que tuvieran periodicidad en su actualización, de manera de que la metodología completa fuera actualizable de manera sistemática. Sin embargo, del análisis de la metodología original del Modelo STEP1.0 se observan diversas fuentes de información, no todas ellas públicas y no todas generadas de manera periódica (por ejemplo, existen muchos resultados que provienen de otros estudios locales específicos) y no todas ellas incorporando la dimensión regional que requiere el estudio.

Este hecho implica que la metodología tenga ciertas dificultades en su actualización sistemática, sobre todo en aquellos modos en que se requirió de estudios específicos para cuantificar los consumos energéticos asociados, como lo fue el caso de los modos ferroviario y marítimo.

Respecto al diagnóstico específico de las fuentes de información y datos empleados en la metodología de estimación de *consumos energéticos* según cada modo, se señala lo siguiente:

- Modo Caminero: la metodología para obtener los consumos en nivel 1 (subsección 2.1.2) empleó fuentes de información pública y que se actualiza anualmente, por lo que la metodología puede ser replicada a medida que se actualice el IE.
- Modo Aéreo: nuevamente la metodología emplea como fuente principal al IE (pública y de actualización anual). Sin embargo, requiere de una fuente adicional del SNA para descontar búnker en el caso del kerosene de aviación, la cual no es pública y requiere de procedimientos entre instituciones para poder acceder a ella. Esta información es importante pues permite aislar los consumos asociados a la operación nacional aérea. Luego, la metodología es replicable, asumiendo que SNA tiene la información, solo que requiere de solicitudes específicas dado que no es información pública.

- Modo Ferroviario: la metodología de asignación de consumos en este caso se basó en el consumo agregado (BNE) el que se distribuye por regiones según la información específica de las empresas que realizan carga ferroviaria en el país (SUBTRANS, 2007). Esto representa una dificultad en la actualización de la metodología pues requiere de información específica de empresas que actualmente no es centralizada por alguna institución pública y con periodicidad anual. Luego, se deberán analizar nuevas fuentes de información junto con una metodología que permita determinar los consumos asociados a este modo a nivel regional.

Adicionalmente, se debe mencionar que no existe determinación de consumos energéticos para el transporte ferroviario de pasajeros, el cual debiera ser incorporado en la presente actualización, considerando la entrada de nuevos proyectos como el servicio Rancagua Express, el Tren Melipilla-Santiago y las extensiones de la red de METRO en la RM y Biotrén en la RVIII.

- Modo Marítimo: similar al caso ferroviario, la asignación de consumos energéticos de este modo se basó en resultados específicos a nivel nacional (CONAMA, 2010) que se desagregó en regiones con información del Boletín Estadístico Marítimo (DIRECTEMAR). Sin embargo, las fuentes que considera dicho estudio son por una parte el BNE (público y de actualización anual) y las bases de datos del SNA para descontar los consumos búnker, por lo que una actualización requeriría de la misma gestión identificada en el modo aéreo

En relación a la estimación de emisiones, los factores de emisión son de acceso público y para la actualización considerada en el presente estudio, las principales fuentes de información se encuentran en el siguiente estado:

- Contaminantes globales, la última versión disponible corresponde al IPCC año 2006, incluida en la versión original del Modelo STEP1.0
- Contaminantes Criterio, Tier 1. Existe un documento del 2013 que actualiza la información de factores de emisión de (EMEP/CORINAIR, 2007), por lo que sería necesario incurrir en una actualización en los factores de emisión.

- Contaminantes Criterio, Tier 2 para el modo caminero. La versión original del Modelo STEP1.0 tenía incorporados factores de emisión COPERT 3 y COPERT 4. Una actualización implicaría dejar todo en la última versión de los factores COPERT 4, evaluados a velocidades promedio actualizadas según fuentes de información local.
- El cálculo Tier 2 caminero empleó diversas fuentes de información: pública, estudios específicos, por lo que su actualización requiere de ver la información disponible que permita replicar la obtención de niveles de actividad por categoría (actualizaciones de MODEM para distintas ciudades), caracterización tecnológica (con datos de PRT), proyecciones de parque vehicular, entre otros.

### 2.1.3.3 Variables esenciales

Los resultados para el período 2010-2025 que entregó el modelo STEP1.0 de consumo energético y emisiones, requieren de proyectar un conjunto de *variables fundamentales* dentro de la metodología. La principal variable que se proyectó y la que define el resto de los resultados de emisiones dentro del modelo corresponde a los *consumos energéticos* por modo. Para ello se requieren de otras *variables independientes* que permitan ajustar modelos econométricos de proyección (2010-2025) que se ajusten al comportamiento histórico determinado para las variables fundamentales del modelo, que en particular correspondieron a series proyectadas de PIB nacional, Población (regional y Nacional) y PIB per cápita.

Otra variable fundamental que fue proyectada en el Modelo STEP1.0 corresponde al parque vehicular también empleando como variables independientes el PIB nacional, Población y PIB per cápita.

La proyección de emisiones Tier 1 responde directamente a la proyección de consumo energético por modo, por lo que no requiere de proyecciones de variables adicionales. Sin embargo, el cálculo de emisiones Tier 2 para el modo caminero requiere de la proyección de variables adicionales de actividad, que en el caso del Modelo STEP1.0 actual fueron tomadas de estudios existentes o se definieron series tendenciales.

La Tabla 2.8 señala aquellas variables fundamentales para proyectar los resultados del modelos STEP, separadas en variables *fundamentales* que son necesarias para los cálculos del modelo propiamente tal; y variables *independientes* que se utilizan en los modelos econométricos de proyección de variables fundamentales.

Tabla 2.8 Identificación de variables esenciales del modelo STEP1.0

<b>Tipo de Variable</b>	<b>Modo</b>	<b>Rol en el Modelo</b>
Consumo Energético (variable fundamental)	Caminero, Aéreo, Ferroviario y Marítimo	Su proyección permitió el cálculo de emisiones TIER 1 del modelo para contaminantes locales y globales Su proyección permitió desagregar el consumo energético caminero en las cuatro subcategorías.
Parque Vehicular (variable fundamental)	Caminero, categorías VP, bus, taxi y camiones	Además, el parque total permitió cuantificar las emisiones Tier 2 para el modo caminero Se requiere de una proyección externa y de carácter oficial para ser empleada en la metodología como variable independiente.
Población Nacional y Regional (variable independiente)	Caminero, aéreo, marítimo Parque vehicular <sup>3</sup>	Se empleó en los modelos de proyección de las variables consumo y parque vehicular
PIB Nacional y PIB per cápita (variable independiente)	Aéreo, marítimo	Se requiere de una proyección externa y de carácter oficial para ser empleada en la metodología como variable independiente.

Dado que la actualización de la metodología requiere esta vez proyectar los resultados al 2050, será necesario identificar al menos series de *variables independientes* validadas por la contraparte que permitan proyectar las *variables fundamentales* de consumo energético, parque vehicular y otras que reflejen la niveles de actividad para el modo caminero.

Adicionalmente, se requiere redefinir varios de los modelos de proyección de manera que incluyan variables económicas, pues los modelos de proyección de energía a nivel internacional para el sector transporte normalmente incorporan variables como el PIB o PIB per cápita y, particularmente para el modo caminero (uno de los más relevante), empleó en las versión original del Modelo STEP proyecciones únicamente basadas en la población.

<sup>3</sup> No corresponde a un modo pero aplica como variable independiente en la proyección de parque vehicular



### 2.1.3.4 Parámetros del modelo

Estos corresponden al conjunto de parámetros relacionados con los factores de consumos energéticos y de las emisiones de contaminantes locales y globales que utilizó la versión original del modelo STEP1.0 para los cálculos según TIER nivel 1 y 2, por categoría y modo de transporte

Dado que el modelo generó resultados al 2025, los parámetros considerados deben también estar evaluados para dicho horizonte.

Dependiendo del tipo de parámetro y la relevancia dentro del modelo, existen aquellos de carácter fijo para toda la serie 2010-2025 y otros que incorporaron cambios en el futuro, asumiendo proyecciones simples de tipo tendencial o recopilado de estudios de la fecha.

A continuación en la Tabla 2.9 se mencionan los principales parámetros que incorpora el Modelo STEP1.0, tanto para la asignación de consumos energéticos como para el cálculo de emisiones.

Tabla 2.9 Parámetros de Modelo STEP1.0 para cálculo de consumo energético y emisiones

Modo	Parámetros consumo energético	Parámetro cálculo de emisiones
Caminero	<p>La asignación de consumos para las subcategorías VP, Taxi, Bus y Camión emplean:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Factores de consumo promedio COPERT 4 evaluados en velocidades promedio para vehículos livianos, buses y camiones según las referencias bibliográficas (SECTRA, 2007), (GEF, 2007), (SECTRA, 2007a), respectivamente.</li> <li>Nivel de actividad según información de MODEM. Se mantiene el último año disponible para toda la serie proyectada</li> <li>Participación (%) derivada de evaluar el consumo de combustible con los dos parámetros anteriores y la proyección de parque vehicular</li> </ul>	<p>Para Tier 2 se requiere una serie de parámetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Composición tecnológica (%) proyectada según metodología (MTT, 2005)</li> <li>Nivel de actividad según información de MODEM. Se mantiene el último año disponible para toda la serie proyectada</li> <li>Factores de Emisión por tecnología vehicular (COPERT 3 y COPERT 4)</li> <li>Los factores de emisión se mantienen para toda la serie</li> <li>Participación (%) de flota en camiones: Liviano, Mediano y Pesado. Se analiza las base de datos de PRT del último año disponible y se mantiene para el resto de la serie</li> <li>Participación (%) de flota en buses: en Troncal, Interurbano y alimentador. Se analiza las base de datos de PRT del último año disponible y se mantiene para el</li> </ul>

		resto de la serie
Aéreo	La asignación de consumos para este modo no requiere parámetros, se obtiene directamente de las fuentes señaladas (IE y SNA)	Para Tier 2 se requiere el parámetro regional de LTO. Se utiliza proyección de otro estudio (CONAMA, 2010) Los factores de emisión se mantienen para toda la serie
Ferroviario	Participación regional de consumos (%) a partir de movimiento de carga (SUBTRANS, 2007). Se utiliza el último año reportado por la referencia y se mantiene fijo para toda la serie proyectada	El cálculo de emisiones para este modo es directo y no requiere de parámetros Los factores de emisión se mantienen para toda la serie
Marítimo	Participación regional de consumos (%) a partir de movimiento de carga (DIRECTEMAR). Se utiliza el último año disponible y se mantiene fijo para toda la serie proyectada	El cálculo de emisiones para este modo es directo y no requiere de parámetros

De la Tabla 2.9, se considera necesario incorporar nuevos parámetros que respondan a caracterizar los distintos modos según *tipo* (carga o pasajeros) y *ámbito* (urbano, interurbanos y rural) para la serie proyectada hacia el 2050.

Además, se requieren parámetros adicionales para la categoría del modo ferroviario de pasajeros, que el Modelo STEP1.0 no considera actualmente.

### 2.1.3.5 Evaluaciones de escenarios

El Modelo STEP1.0 posee la opción de evaluar 3 tipos de escenarios: 1) mejora tecnológica, 2) conducción eficiente y 3) intermodalidad de carga entre camión y tren. Esta herramienta permitió evaluar escenarios futuros a partir de la modificación de parámetros de línea base definidos en el punto anterior.

El primer tipo de escenario que contempló el Modelo STEP1.0 aplica al modo caminero y corresponde al escenario de *mejora tecnológica*, el cual modificó el parámetro composición tecnológica (%) de manera ingresar tecnologías más eficientes en el horizonte de evaluación al 2025.

El segundo tipo de escenario también aplicó al modo caminero y corresponde al escenario de *conducción eficiente*, donde se debe señalar el porcentaje de la flota que sería

modificada con esta medida respecto al parque total de línea base. Además, el Modelo STEP1.0 permitió escoger el ahorro al que se puede optar con la medida (desde 5% hasta 20 %), este último valor modificó los parámetros de factor de consumo, según la subcategoría vehicular en la que se está aplicando la medida.

El tercer tipo de escenario llamado *intermodalidad* aplica al modo caminero, particularmente a la subcategoría camión, y al modo ferroviario. Para evaluar este escenario se debe señalar el porcentaje de la flota de camiones, medianos y pesado, que sería sacado de circulación respecto al parque total de línea base. Luego se obtuvo un nuevo consumo de combustible para el modo caminero-camión y ferroviario, producto de que la carga se traspa a otro modo con esta medida.

Si bien los tipos de escenarios abarcan cambios en lo tecnológico, operacional y de cambio modal carga, la actualización del Modelo STEP2.0 debiera incorporar un tipo de escenario que implique cambio modal de transporte de pasajeros, de manera de cubrir todas las líneas de acción que provoquen reducciones de consumo energético y de emisiones hacia el 2050.

## **2.2 Revisión Bibliográfica**

Con el objetivo de contextualizar la metodología y los resultados del modelo STEP1.0, se efectúa la siguiente revisión bibliográfica a nivel nacional e internacional. Esta revisión incluye diferentes estudios y documentos que contemplan metodologías utilizadas para la cuantificación de los consumos energéticos y de las emisiones de contaminantes locales y de gases de efecto invernadero (GEI) del sector transporte, como también, los procedimientos para proyectar las estimaciones en el mediano y largo plazo.

Por otra parte se consideran los criterios y recomendaciones internacionales específicos que entrega el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), en torno al cálculo y la proyección de consumos energéticos y emisiones, en conjunto con otras experiencias internacionales identificadas como importante para el desarrollo de este estudio.

La revisión y análisis de los antecedentes indicados tiene como propósito principal actualizar las metodologías y criterios contenidos en el **modelo STEP1.0**, el cual debe compatibilizar las directrices empleadas por el Ministerio del Medio Ambiente en la elaboración de los Inventarios de Emisiones Gases de Efecto Invernadero de las Comunicaciones Nacionales, que Chile suscribió ante el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

### **2.2.1 Experiencias Nacionales**

La bibliografía relevante para la actualización metodológica del Modelo STEP1.0 en el presente Estudio, se relaciona con los análisis recientes de los consumos de combustibles del transporte urbano e interurbano, la cuantificación de las emisiones contaminantes del transporte y de los análisis específicos de los modos de transporte del país, desarrollados a partir del año 2009 en adelante.

Para abordar los requerimientos del presente proyecto se ha revisado el siguiente listado de estudios nacionales que fueron considerados en la actualización del modelo STEP.

**1. Proyección Escenario Línea Base 2013 y Escenarios de Mitigación del Sector Transporte y Urbanismo (PNUD 2014)**

En este estudio se proyectó una línea base 2013 con la mejor información disponible a nivel nacional para el sector transporte. Además, se evaluaron 21 medidas de mitigación enfocadas a cambio modal (pasajeros y carga), cambio tecnológico y cambio operacional. Este estudio se enmarca dentro del proyecto MAPS Chile Fase 2 (Mitigation Action Projections and Scenarios)

**2. Escenario Línea Base 2007 - 2050 o Crecimiento Sin Restricciones de Emisiones de GEI para el Sector Transporte y Urbanismo. Sistemas Sustentables (PNUD 2013)**

El principal resultado de este estudio corresponde a determinar la Línea Base del sector Transporte del proyecto MAPS Chile, Fase 1 (Mitigation Action Projections and Scenarios), proyecto que pretende estimar las emisiones de GEI de Chile considerando todos los sectores. Actualmente se desarrolla la fase 2 de este estudio el cual tiene por objetivo evaluar diferentes escenarios de mitigación.

**3. Implementación de la herramienta de simulación LEAP para la proyección de escenarios de consumo de energía en el largo plazo y la evaluación de escenarios de mitigación de CO<sub>2</sub>, Ministerio de energía. Enero 2011.**

El estudio establece una interrelación entre la movilidad eléctrica y la generación de energía que aporta al desarrollo metodológico del presente proyecto.

**4. Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2010-2020. POCH.**

Este estudio establece una serie de medidas de eficiencia energética para el transporte (entre otros sectores) y una metodología de modelación que permite establecer mejoras a la presente metodología STEP.

**5. Perspectivas y Factibilidad de Tecnologías de Transporte en Chile. Ministerio de Energía 2011. Sistemas Sustentables.**

El estudio identifica y caracteriza las tecnologías de transporte aplicadas a la realidad nacional, con un horizonte de aplicación al año 2025. Se revisan los principales desarrollos tecnológicos a nivel mundial, las perspectivas de crecimiento a nivel mundial del uso de combustibles alternativos como bio-combustibles y las perspectivas de crecimiento del mercado del gas producto de nuevos yacimientos y explotación de Gas provenientes de fuentes no convencionales (Shale Gas) y su impacto a nivel local. También aborda el impacto de una introducción acelerada de vehículos eléctricos,

incluyendo a los vehículos Híbridos Conectables y el adelantamiento de normas de emisión de contaminantes locales.

**6. Elaboración de una Estrategia Nacional para Reducir la Emisión de Contaminantes Atmosféricos Provenientes del Sector Transporte. Ministerio de Medioambiente 2012.**

Este estudio proporcionó una estrategia integral para reducir las emisiones de fuentes móviles en ruta del país, enfocadas principalmente a emisiones de Material Particulado fino (MP<sub>2,5</sub>), con énfasis en la Región Metropolitana. Adicionalmente, la estrategia contempló como co-beneficio la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y la mejora en el consumo de combustible.

**7. Mejoramiento de la Eficiencia Energética en el Transporte de Personas. AChEE 2011.**

El estudio realiza una recopilación de acciones de eficiencia energética en el transporte de personas y mide los impactos de iniciativas particulares estableciendo el potencial de ahorro producto de la aplicación de este tipo de iniciativas en empresas de transporte de personas. Estos antecedentes permiten establecer escenarios de mejora en torno a la situación base, considerando el impacto de un programa de incentivo a gestión energética en este sub sector. Las medidas analizadas en este estudio fueron medidas en pilotos de implementación en condiciones de operación reales, y sus resultados fueron extrapolados a la operación de los distintos operadores de Transantiago, aplicando criterios estadísticos para dicha extrapolación.

**8. Evaluación del programa cambia tu camión 2011. AChEE 2011.**

El estudio realiza la cuantificación de mejora en el consumo energético por programas de chatarrización aplicados a nivel nacional. En particular mide cerca 31 vehículos reemplazados en la versión 2011 de estos programas de chatarrización, estableciendo no sólo el impacto en el cambio de tecnología, cercano al 20%, sino que también el impacto de la aplicación de programas de capacitación para conductores, responsable de un 13% de ahorro adicional. Los resultados obtenidos se establecen sobre la base de mediciones de consumo y emisiones en operación simulada en circuito de calle. La muestra sobre la que se realizan la prueba fue de 33 vehículos y sus conductores, en un universo de aproximadamente 100 beneficiarios del programa.

**9. Emisiones Atmosféricas del Parque Vehicular de la Región Metropolitana asociadas al uso de Biocombustibles (2010).**

El estudio establece factores de emisión para la estimación del impacto del uso de biocombustibles como fuente de energía para el transporte. Para determinar estos factores se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva considerando estudios nacionales e internacionales realizados sobre el impacto de uso de diferentes porcentajes de mezcla de biocombustibles, tanto biodiésel como etanol, con combustibles convencionales, considerando diésel y gasolina, respectivamente. Los resultados de este estudio muestran un ligero incremento en el consumo de combustible al usar este tipo de mezclas, así como efectos tanto positivos como negativos en relación a la emisión de contaminantes criterio como son el NO<sub>x</sub>, MP, CO y HC.

**10. Diagnóstico de necesidades de infraestructura energética de la Ciudad de Santiago (y Chile) para soportar/integrar vehículos eléctricos en escala comercial, preparado por el Centro de Energía – FCFM de la Universidad de Chile para la empresa Marubeni (2011).**

El estudio define los beneficios y barreras para la electro-movilidad en Chile definiendo esquemas de inclusión de vehículos eléctricos a nivel mundial, traduciéndolos a la realidad local de Chile. Esto permite establecer escenarios realistas de integración de vehículos eléctricos en nuestro país.

**11. Elaboración de un Manual de Gestión y Sistema de Información en la página Web de EE para el Transporte Interurbano de Carga. Cima Ingeniería (SUBTRANS, 2008)**

El principal resultado de este estudio corresponde a dos productos muy bien definidos: Un manual denominado “Guía de Operación Eficiente en el Transporte Carretero”, y un sitio web que permite acceder a dicho manual y a otros elementos de apoyo al transportista. Adicionalmente, a partir del manual se generó un producto adicional, la “Guía de Conducción Eficiente en el Transporte Carretero”, que corresponde a un subconjunto de recomendaciones orientadas específicamente a las tareas de conducción de vehículos de carga. Estos productos se han actualizado durante los años, siendo fuente de referencia para el trabajo de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, el cual se ha publicado en el sitio web <http://www.cargatee.cl>. Estos antecedentes serán parte integral de la revisión bibliográfica que alimenta al presente estudio,

**12. Análisis e Implementación de un Sistema de Certificación de Eficiencia Energética para Vehículos Motorizados. DEUMAN (SUBTRANS, 2008)**

Propuesta para la implementación un programa de certificación de eficiencia energética aplicada a vehículos, que contenga, por un lado, Información al usuario con el objeto de influir sobre la decisión de compra, incorporando la variable eficiencia energética y, en consecuencia, el costo operacional en su decisión; y por otro, la Introducción de una nueva exigencia, que se añade a la ya existente en cuanto a emisiones de contaminantes locales, a los vehículos nuevos que ingresan al país para su comercialización, consistente en informar la eficiencia energética de cada modelo comercializado.

**13. Análisis de la Eficiencia Energética en el Transporte Interurbano de Carga. CIMA – Felipe Masjuán Ingeniería (SUBTRANS, 2007)**

Proposición de política integral de modernización del sector, que trasciende a la sola definición de la opción de fijar únicamente un año de antigüedad máxima más restrictivo que el actual. El estudio además entrega una detallada caracterización del parque de vehículos de carga y su estructura industrial con sus consecuentes resultados de consumos energéticos. En este estudio se encuentran insumos relevantes, como son los rendimientos promedio por tipo de transporte terrestre, incluyendo camiones simples, camiones con más de dos ejes, camiones bitrén y ferrocarriles. Este estudio también aporta factores de carga típicos por tipo de transporte terrestre.

**14. Análisis de la Eficiencia Energética en el Transporte Público Urbano e Interurbano de Pasajeros. Fernández & De Cea (SUBTRANS, 2007)**

Diagnóstico del consumo de energía en el transporte público de pasajeros, y propuesta de iniciativas para el sector público en la línea de generar eficiencias y ahorros en el consumo de energía en el transporte público de pasajeros.

**15. “Análisis Implementación Programa de Asesorías de Transporte Terrestre, VI Etapa, Orden de Trabajo N°9” CITRA Consultores (SECTRA, 2005)**

Diagnóstico preliminar respecto de la eficiencia energética en el transporte de carga terrestre, con especial énfasis en el transporte de carga por camiones, y propuesta de iniciativas para el sector público en la línea de generar eficiencias y ahorros en el consumo de energía.



### 2.2.2 Experiencias Internacionales

Los antecedentes considerados para la actualización del Modelo STEP en el ámbito internacional se mencionan a continuación:

1. ***2050 Pathways Analysis*** (DECC, 2010)

Dentro de este estudio se definen una serie de medidas de mitigación identificadas como más reales de ocurrir en el sector transporte. Estas apuntan a *eficiencia energética*, dada por la electrificación del parque de vehículos livianos; y al *cambio modal*, dada por cambio en la demanda de pasajero-kilómetro desde vehículos privados a modos como bicicleta o buses del transporte público. En dicho estudio se menciona que el uso de hidrógeno como recurso energético es considerado muy incierto en un horizonte de 40 años, dado el estado del arte de esta tecnología hacia el 2010. Respecto a la modelación, se utilizan parámetros basados en la demanda de transporte, partición modal, consumo energético y tasas de ocupación/carga. La metodología está enfocada a contaminantes globales.

2. ***Quantifying the energy needs of the transport sector for South Africa: a bottom up model*** (Energy Research Centre, 2012)

En este estudio se plantea un modelo que define con alto nivel de detalle las emisiones producidas por el parque de vehicular. Este modelo considera como variable crítica en el cálculo y proyección de emisiones, los parámetros de tasas de ocupación vehicular y los niveles de actividad, ambos desagregados por categoría vehicular (bus, camión, vehículo privado, taxi). Este modelo incorpora incluso diferenciación de los niveles de actividad según año modelo, asumiendo que los vehículos más antiguos recorren menor distancia que aquellos más nuevos.

3. ***Taking Action on Climate Change. Long Term mitigation scenarios for South Africa*** (Winkler, 2009)

Estudio que considera a la eficiencia energética como mecanismos de reducción de consumo y emisiones asociadas al sector transporte, asumiendo una mejora en el parque de vehículos livianos nuevos convencionales en conjunto con una mejora en las tasas de ocupación en esta categoría. Lo interesante de la metodología planteada en este estudio, es que la mejora en eficiencia energética no se modela directamente en el factor de consumo sino que en la energía requerida por pasajero kilómetro.

4. **IEA 2012. International Energy Agency, World Energy Outlook 2012.**

En el documento se considera el cambio modal y sus efectos, considerando que el 80% de la población vivirá en ciudades al año 2035 creando oportunidades para el desarrollo de transporte sustentable. Se sigue proyectando el Petróleo como la fuente energía predominante del sector.

5. **Encuesta de Recursos Energéticos: Focalizada en Shale Gas. World Energy Council 2010.**

Estudio que da cuenta de la disponibilidad estimada de Gas Natural no convencional a nivel mundial y que sitúa la realidad de Chile y otros países y regiones del mundo en este contexto.

6. **Hybrid and Electric Bus Test Program in Latin America - HEBTP. Clinton Climate Initiative – CCI, 2011-2012 (ISSRC)**

El programa de pruebas de buses híbridos y eléctricos en Latinoamérica considera la realidad mundial acerca del cambio climático y el hecho que Latinoamérica tiene algunas de las ciudades con los crecimientos más altos del mundo como motivación principal para realizar las pruebas. El objetivo del proyecto es generar información entorno a nuevas tecnologías de baja y cero emisión en buses para transporte público con el objetivo de acelerar su implementación. El programa incluyó pruebas en 4 buses híbridos, 2 buses eléctricos a batería y 7 buses diésel estándar en 4 ciudades de Latinoamérica, Rio de Janeiro, Sao Paulo, Bogotá y Santiago. El reporte también incluye un análisis económico de las tecnologías el cual arroja que tanto los híbridos como los eléctricos son viables en términos económicos con respecto a los buses diésel de tecnología estándar.

7. **MIT 2008. Anup Bandivadekar, Kristian Bodek, Lynette Cheah, Christopher Evans, Tiffany Groode, John Heywood, Emmanuel Kasseris, Matthew Kromer, Malcolm Weiss, "On the road in 2035: reducing transportation's petroleum consumption and GHG emissions". Laboratory for Energy and the Environment, Massachusetts Institute of Technology, July 2008.**

El estudio establece información relevante para la creación de escenarios. Concluye que es factible obtener reducciones en consumo de combustible entre 30-50% sobre los próximos 30 años. En el corto plazo (hasta 15 años) esto vendrá como resultado de motores diésel y gasolina y sistemas de transmisión optimizados, híbridos a gasolina y reducciones en peso vehicular y arrastre aerodinámico. En el largo plazo (más de 30 años), vehículos híbridos plug-in y, posteriormente, celdas de combustible podrán penetrar en número de

unidades suficientemente como para tener un impacto significativo en el uso de combustible y emisiones.

8. **McKinsey&Company 2009. McKinsey&Company, "Roads toward a low-carbon future: reducing CO2 emissions from passenger vehicles in the global road transportation system", March 2009.**

La investigación sugiere que las emisiones anuales de carbón generadas por vehículos de pasajeros podrían ser reducidas en 2,2 Gton el 2030. Al año 2020, poco más de la mitad del potencial de abatimiento para CO2 en esa fecha podría producirse como resultado del impacto combinado de biocombustibles de segunda generación, optimización de los flujos de tráfico, cambios hacia transporte público, y medidas de conducción ecológica. El 2030, las mejoras en la eficiencia de combustible de los vehículos serían las medidas que lograrán producir más del 70% del total de potencial de reducción.

9. **IEA 2009. International Energy Agency, Transport Energy and CO2. 2009.**

En transporte de pasajeros se recomienda reducir el consumo energético modificando los patrones de participación modal de viajes, mejorando la planificación del uso de suelos y finalmente, mejorando la gestión en la demanda de viajes. En transporte de carga se recomienda mejorar las regulaciones y estándares existentes y mejorar la eficiencia durante la conducción con programas de conducción eficiente.

10. **IEA 2010. International Energy Agency, World Energy Outlook 2010. 2010.**

En un escenario conservador, los vehículos convencionales seguirán dominando al 2035, considerando una inclusión en las ventas de un porcentaje cercano al 15% de vehículos híbridos en la categoría diseñada para pasajeros y menor al 5% en la categoría pensada para el transporte comercial. En un escenario más innovador al 2035 se presentaría una diversidad de tecnologías que incluyen vehículos Híbridos, Híbridos Plug-in, Eléctricos, a Gas y celdas de combustible.

11. **IEA 2011. International Energy Agency, World Energy Outlook 2011. 2011.**

Los vehículos livianos de pasajeros seguirán dominando en número de unidades en el sector transporte terrestre, la mayoría impulsados por combustibles fósiles convencionales. No obstante, se espera que un 28% de todas las ventas de estos vehículos en los países de la OECD sean híbridos para el año 2035, mientras que en los países no-OECD esta cifra llegará a 18%. La participación de otras tecnologías ecológicas se mantiene considerada

marginal, con una participación de solo 2% para los vehículos a gas natural y un 4% para los plug-in híbridos y full eléctricos combinados.

12. **International Environmental Database (IED)**, International Sustainable System Research Center - ISSRC (2010-2011)

Plataforma de manejo y gestión de fuentes de emisión fijas, de área y móviles que calcula consumo energético y emisiones. Está diseñado como una plataforma web y debe ser implementada con datos geográficos específicos de la ciudad a modelar, además de datos de niveles de actividad propios de cada fuente de emisión. El modelo IED se ha aplicado en Guadalajara, México, Sao Paulo, Brasil y en el Valle de San Joaquín en California USA. En la Figura 2.2 muestra la herramienta para Sao Paulo. Esta herramienta está puesta en internet y funciona con usuarios y claves de acceso para hacer completo control de inventarios.



Figura 2.2 Ejemplo de interfaz de ingreso a herramienta ambiental IED Sao Paulo

## 2.3 Identificación de Mejoras Metodológicas del Modelo STEP

En esta sección se identifican y proponen las mejoras metodológicas al **Modelo STEP1.0**, como resultado del análisis en las secciones 2.1 y 2.2. Las mejoras metodológicas propuestas fueron previamente discutidas con la contraparte y se separan en cuatro subsecciones: 1) asignación de consumos energéticos por modo, 2) estimación de emisiones, 3) evaluación de escenarios y 4) incorporar módulo búnker.

### 2.3.1 Propuesta de mejoras en asignación de consumos energéticos por modo

Se propone un cambio radical en la metodología original del Modelo STEP1.0 para la asignación de consumos energéticos por modo, la cual correspondía a determinar el consumo energético histórico y proyectar estas series al futuro para luego determinar las emisiones. Para esta actualización se propone determinar la demanda histórica, expresada en *pasajero-kilómetro* y *tonelada-kilómetro*, y que sea dicha variable la que se proyecta al futuro, obteniendo posteriormente el consumo energético y las emisiones asociadas (ver Figura 2.3).

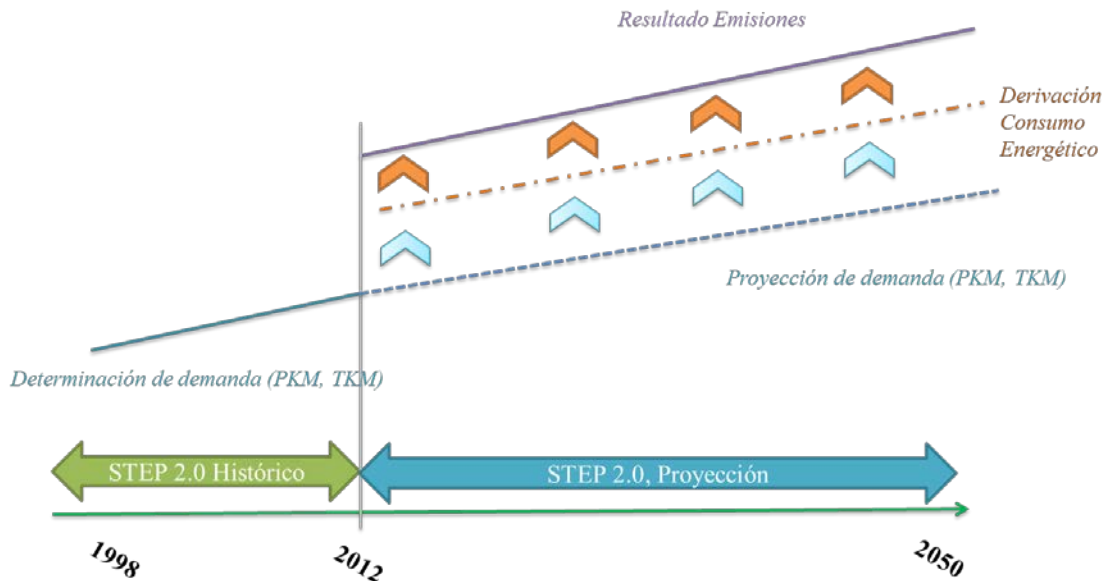


Figura 2.3 Esquema para actualización de Modelo STEP2.0 en la asignación de consumos energéticos por modo

Como se ha visto en las secciones anteriores, las nuevas tendencias para caracterizar al sector transporte parten de la base de determinar la demanda por modo de transporte (PKM y TKM) y posteriormente se derivan los consumos energéticos por medio de un conjunto de parámetros específicos por modo como factores de consumo energético, tasas de ocupación/carga, partición modal, composición tecnológica, entre otros.

Luego, la metodología que se plantea para determinar los consumos energéticos por modo, tanto en lo histórico como en el futuro, se basan en estadísticas generadas a nivel local de variables de demanda. Solo en los casos en que esta variable no exista de manera oficial e histórica para un determinado modo, se propone derivar la demanda a partir de la asignación del consumo energético según se ha propuesto en la metodología original del modelo STEP. El detalle de esta propuesta se describe en el capítulo 3.

Finalmente, un enfoque metodológico basado en la demanda le da más libertad al modelo a la generación de escenarios de cambio modal tanto en el transporte de pasajeros como de carga.

### **2.3.2 Propuesta de mejoras en estimación de emisiones por modo**

El actual Modelo STEP1.0 proporciona datos de emisiones evaluados con factores de emisión de distintas ediciones o años de publicación, aun siendo de la misma fuente de información. Por otra parte, la evaluación de emisiones Tier 2 en el modo caminero tiene factores COPERT 3 y COPERT 4.

Dado lo anterior, se proponen las siguientes mejoras para la evaluación de emisiones:

- Dejar la versión más actualizada de factores de emisión según las fuentes de información, de manera de limpiar la entrega de resultados de la herramienta STEP2.0, considerando que la información para toma de decisiones futuras debiera considerar los resultados en base a la información más actualizada posible.
- Para el caso de los factores de emisión de GEI se empleará la versión del IPCC 2006. No existe a la fecha una actualización reciente

- Para el caso de emisiones Tier 1 de contaminantes criterio, se empleará la versión EMEP/CORINAIR 2013
- Para el caso de las emisiones Tier 2 del modo caminero, se evaluará todo con factores de emisión COPERT 4 evaluados con velocidades nuevas acordadas con la contraparte.

### **2.3.3 Propuesta de mejoras en evaluación de escenarios**

Se propone incorporar una nueva tipología de escenario, aparte de las ya existentes en el actual Modelo STEP1.0, la cual evalúe *intermodalidad en el transporte de pasajeros*. Esto sigue las estrategias observadas a nivel internacional para reducir consumo energético a partir de disminuir el uso de vehículos particulares por cambio modal a categorías más eficientes como el transporte público o no motorizado.

Como se mencionó anteriormente, basar la metodología de cálculo de consumo energético y emisiones a partir de la demanda de transporte (PKM y TKM), hace más versátil la evaluación de escenarios de intermodalidad, el cual era en la versión original del Modelo STEP1.0 solo intermodalidad de carga entre los modos ferroviario y carga, y ahora se pueden incorporar todos los modos según sea el caso a simular, intermodalidad de pasajeros o carga.

### **2.3.4 Propuesta de incorporar módulo búnker para el modo aéreo y marítimo**

Si bien la versión original del Modelo STEP1.0 descontaba los consumos internacionales o búnker asociados a los modos marítimo y aéreo, la metodología no informa las magnitudes de dichos consumos.

Según las directrices del IPCC es una buena práctica informar los consumos búnker del sector transporte, por lo que se incluirá en la actualización de la metodología el definir una serie histórica de consumo búnker marítimo y aéreo para luego proyectarlo al futuro. No se considera necesario desagregar esta variable por región, por lo que se propone solo determinar y proyectar dichos consumos a nivel país.

### 3 ACTUALIZACIÓN METODOLÓGICA DEL MODELO STEP 2.0

En el capítulo se describe la actualización de la metodología denominada **Modelo STEP 2.0**, la cual incluye la implementación de las mejoras propuestas en la sección 2.3, la utilización de nuevas fuentes de información y la actualización de las fuentes ya existentes, la ampliación de categorías en los modos de transporte, entre otros.

En la sección 3.1 se aborda el esquema metodológico actualizado desde una perspectiva general, señalando los pasos generales que permiten obtener el consumo energético y emisiones desagregados por modo y región, haciendo énfasis en los cambios implementados respecto a la metodología inicial.

Posteriormente, en las secciones 3.2, 3.3 y 3.4, se aborda de manera más específica las distintas componentes que considera la metodología actualizada y que se definieron previamente en el esquema metodológico general (sección 3.1).

#### 3.1 Esquema Metodológico STEP 2.0

En base a los antecedentes recopilados en el capítulo 2, se observó una tendencia por modelar y proyectar al sector transporte considerando como *variable fundamental* la demanda, expresada en *pasajero-kilómetro (PKM)* y *tonelada kilómetro (TKM)*. Determinando la demanda de transporte, es posible obtener el consumo energético asociado por medio de una serie de parámetros que desagregan la demanda en los distintos modos según corresponda a la región de análisis, entre ellos, partición modal, tasas de ocupación, tasas de carga, entre otros. Se vio además en el capítulo anterior, que considerar la demanda de transporte como base para modelar consumo energético y emisiones proporciona mayor versatilidad a la simulación de distintos escenarios que impliquen distintas opciones de modos para cumplir con una demanda de transporte de pasajeros o carga determinada.

En este contexto, la actualización metodológica del Modelo STEP 2.0 plantea un cambio radical respecto a su versión original, y se define entonces como base de los cálculos de



consumo energético y, posteriormente el cálculo de emisiones, a las variables fundamentales *demanda de transporte de pasajeros* y *demanda de transporte de carga* en reemplazo de la variable consumo energético, como era considerado en la metodología STEP1.0.

Este nuevo planteamiento metodológico tiene implicancias en cuatro componentes de lo considerado en el Modelo STEP1.0 (ver Figura 2.1):

- i. Determinación de series históricas, ahora basado en la demanda de carga y pasajeros
- ii. Proyecciones, ahora se debe proyectar demanda y no consumo
- iii. Determinación de consumo energético, ahora no se proyecta sino que se obtiene producto de la demanda
- iv. Evaluación de escenarios, que para el caso de intermodalidad ahora implica asignar demanda desde un modo a otro, según sea el caso de transporte de carga o pasajeros.

La componente metodológica para calcular las emisiones de contaminantes globales y locales no cambia respecto a lo planteado en la versión original de STEP1.0, pues en esta actualización se sigue obteniendo el consumo energético por modo, pero esta vez como un resultado y no como una proyección directa.

La Figura 3.1 representa el esquema que resume la actualización de la metodología STEP 2.0, donde se aprecia además la incorporación de un módulo asociado a la actividad internacional o *búnker* (ver Figura 3.2), que si bien en la versión original estos consumos eran descontados de los consumos reportados en el modelo STEP1.0 no eran informados por la herramienta y tampoco proyectados

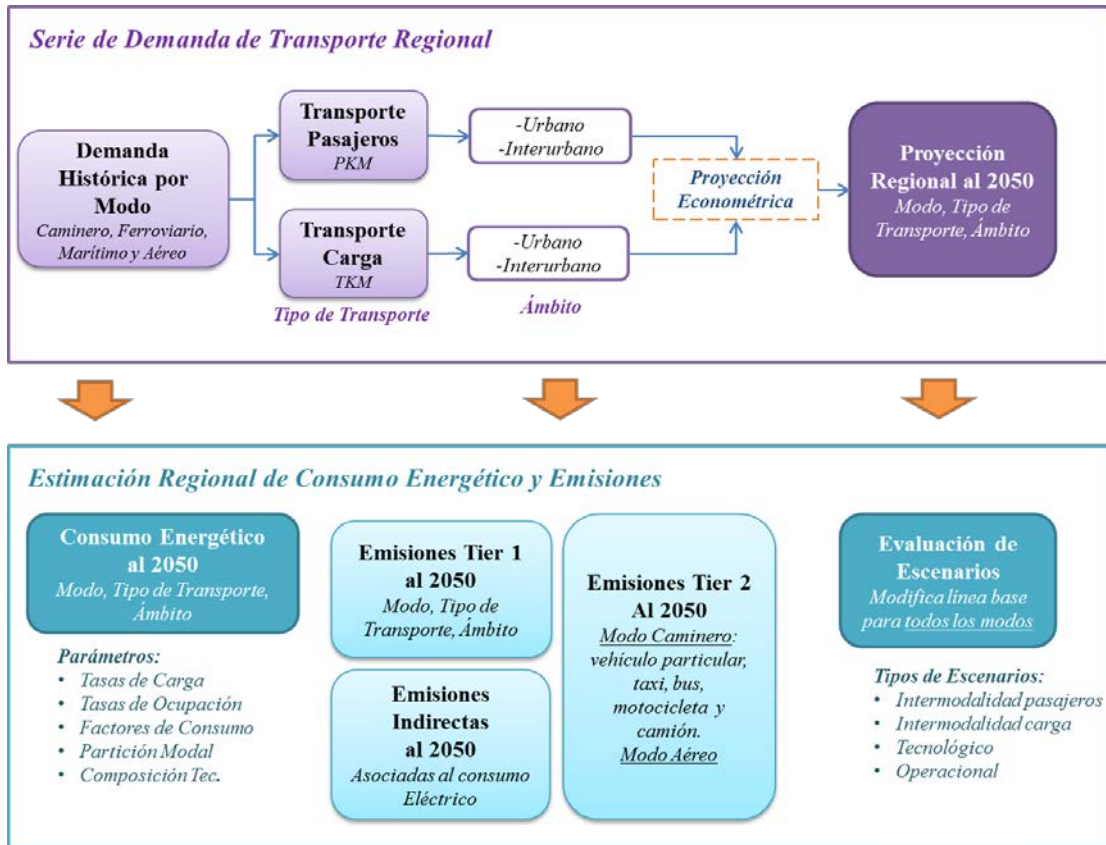


Figura 3.1 Esquema metodológico general de Modelo STEP 2.0

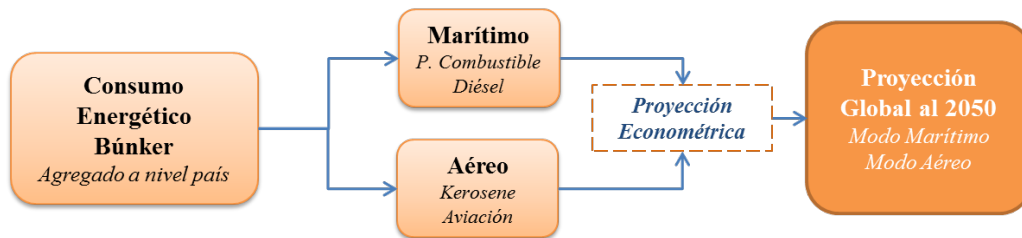


Figura 3.2 Modulo adicional de consumo energético Búnker

En síntesis, se deben actualizar las nuevas series históricas de demanda (PKM y TKM) consideradas por el Modelo STEP2.0 (detalle en sección 3.2) y posteriormente proyectar estas variables con modelos econométricos al año 2050 (detalle en sección 3.3). Una vez que se dispone de las series de demanda proyectadas, se calcula el consumo energético asociado empleando un conjunto de parámetros que caractericen cada modo y, finalmente,

en base a los datos de consumo, se calculan las emisiones en nivel o Tier 1, y sólo para el caso caminero en nivel o Tier 2 (detalle en sección 3.4).

Este nuevo planteamiento implica determinar nuevas fuentes de información que caractericen cada modo en términos de demanda de transporte, priorizando que sean fuentes de información de actualización periódica y de preferencia de libre acceso, o en su defecto, de acceso restringido pero *oficiales* y generadas por alguna institución pública del país.

A continuación, en las subsecciones posteriores se describe para la actualización del Modelo STEP 2.0 las nuevas fuentes de información identificadas para la definición de las series históricas por modo, la designación de los distintos modos por tipo (pasajero y carga) de transporte y ámbito (urbano e interurbano), y finalmente, la amplitud de categorías considerada por modos.

### **3.1.1 Fuentes de información**

Este nuevo esquema metodológico considera un conjunto de fuentes de información nuevas que permiten caracterizar los distintos modos en término de demanda. Además, se identifican antecedentes enmarcados en el proyecto gubernamental MAPS Chile (2012-2013), el cual caracterizó la trayectoria de emisiones de todos los sectores del país, definiendo de manera oficial una serie de variables independientes al 2050 como población, PIB Nacional, PIB Regional.

A continuación se indican las fuentes de información consideradas en la actualización del Modelo STEP 2.0. En la sección 3.2, 3.3 y 3.4 se indica cómo se utiliza cada una de estas fuentes de información.

### 3.1.1.1 Modo Caminero

<b>Nombre Información</b>	Parque de Vehículos en Circulación	<b>Serie Disponible</b>	1990-2012
<b>Fuente</b>	Instituto Nacional de Estadísticas, INE	<b>Tipo de Fuente</b>	Pública
<b>Características de la Información</b>			
Estadísticas de parque vehicular en circulación a nivel regional			
Actualización anual			
Acceso directo a través de sitio web del INE			
Desagregación por tipo de energía utilizada (gas, gasolina, diésel y electricidad)			
Desagregación por catalítico y no catalítico			

<b>Nombre Información</b>	Informe de Transporte y Comunicaciones	<b>Serie Disponible</b>	1990-2012
<b>Fuente</b>	Instituto Nacional de Estadísticas, INE	<b>Tipo de Fuente</b>	Pública
<b>Características de la Información</b>			
Estadísticas de Parque Vehicular regional			
Acceso directo a través de sitio web del INE.			

<b>Nombre Información</b>	Información de Plantas de Revisión Técnica, PRT	<b>Serie Disponible</b>	NO APLICA
<b>Fuente</b>	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, MTT	<b>Tipo de Fuente</b>	No Pública
<b>Características de la Información</b>			
Información de todos los vehículos que realizan Revisión Técnica en las distintas plantas a lo largo del país			
Información se encuentra por PRT, lo que permite asociarla a regiones como es requerido en STEP			
Actualización anual			
Acceso restringido, se deberá gestionar con el respectivo patrocinio del estudio			
Detalle de información tecnológica del parque vehicular (año modelo, tipo de combustible, categoría vehicular, norma de emisión, entre otros)			

<b>Nombre Información</b>	Registros de ventas de vehículos: Liviano, Medianos, Buses y Camiones	<b>Serie Disponible</b>	NO APLICA
<b>Fuente</b>	Asociación Nacional Automotriz de Chile, ANAC	<b>Tipo de Fuente</b>	Privada
<b>Características de la Información</b>			
Información de todos los vehículos motorizados vendidos en el país para un año dado			
Acceso restringido, se deberá gestionar con el respectivo patrocinio del estudio			
Actualización anual, se conoce la existencia de la base de datos 2009 y 2010			
Detalle de información tecnológica del parque vendido (año modelo, tipo de combustible, categoría vehicular, norma de emisión, entre otros)			
No es posible asociar de forma directa cada registro a una región, como es requerido en el estudio			

Además, para definir las series históricas para este modo se utiliza el Informe Estadístico de la SEC (ver Tabla 2.2) y parámetros obtenidos de MODEM (Modelo de Emisiones) que genera SECTRA para distintas ciudades del país (velocidades medias y niveles de actividad ambos por categoría vehicular).

### 3.1.1.2 Modo Ferroviario

<b>Nombre Información</b>	Informe de Transporte y Comunicaciones	<b>Serie Disponible</b>	1990-2012
<b>Fuente</b>	Instituto Nacional de Estadísticas, INE	<b>Tipo de Fuente</b>	Pública
<b>Características de la Información</b>			
Estadísticas de actividad para Metro, Ferrocarriles Acceso directo a través de sitio web del INE. Desagregación de actividad a nivel nacional y regional en algunos casos, dependiendo del tipo de información			

<b>Nombre Información</b>	Estadísticas de Pasajeros y Carga	<b>Serie Disponible</b>	2007-2009
<b>Fuente</b>	Empresa de Ferrocarriles del Estado, EFE	<b>Tipo de Fuente</b>	Pública
<b>Características de la Información</b>			
Estadísticas de pasajeros transportados y carga transportada por compañía cliente de EFE Actualización anual Información a nivel nacional y no regional como lo requiere el estudio Acceso directo a través de sitio web de la EFE pero sólo a los años 2007, 2008 y 2009 Para acceder a series más se deberá gestionar con el respectivo patrocinio del estudio El transporte de carga de EFE representa una pequeña fracción de todas las empresas que realizan este servicio			

Además, se realizó una entrevista con el Departamento Ferroviario del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), el cual proporcionará información que permita desagregar los valores de demanda de carga y pasajeros reportados por el INE en regiones. En esta entrevista se menciona el desarrollo de un Observatorio logístico de Carga que debiera generar, entre otras cosas, información de variables de transporte de carga para todos los modos y por origen destino, lo cual podría proveer de información a la metodología STEP 2.0 en futuras actualizaciones.

### 3.1.1.3 Modo Marítimo

<b>Nombre Información</b>	Boletín Estadístico Marítimo, BEM	<b>Serie Disponible</b>	1998-2011
<b>Fuente</b>	Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR)	<b>Tipo de Fuente</b>	Pública
<b>Características de la Información</b>			
Estadísticas de movimiento de carga, tráfico marítimo y número de embarcaciones			
Actualización anual			
Acceso directo a través de sitio web de DIRECTEMAR			
Desagregación de tráfico de carga por puertos			
Desagregación de la información por cabotaje (viajes nacionales) o por rutas internacionales			

Para complementar esta información de carga (ton) por origen destino, se utilizan las fuentes de información que permiten asignar distancia para obtener TKM:

- Tablas de Distancias, 4ta Edición, 1997 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico, Armada de Chile (SHOA, 1997).
- Distancias entre ciudades, Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas (MOP).

### 3.1.1.4 Modo Aéreo

<b>Nombre Información</b>	Operaciones de Aeronaves	<b>Serie Disponible</b>	1998-2013
<b>Fuente</b>	Dirección General de Aeronáutica Civil, DGAC	<b>Tipo de Fuente</b>	Pública
<b>Características de la Información</b>			
Estadísticas de despegues y aterrizajes (LTO) según aeropuerto del territorio nacional			
Actualización anual			
Información desagregada por vuelo nacional o internacional			
Acceso directo a través de sitio web de la DGAC			
Información puede asignarse a regiones según ubicación geográfica de aeropuerto			
<b>Comentarios Respecto a Recomendaciones primera versión STEP</b>			
En la primera versión de STEP se empleó esta información para estimar las emisiones en un nivel más detallado. Sin embargo, según las directrices del IPCC las estadísticas de LTO deben ser contabilizadas por avión y no por aeropuerto			
Según la experiencia del Consultor, la DGAC dispone de información detallada por avión, origen-destino y si es ruta nacional e internacional. Sin embargo, esta información debe ser solicitada al departamento de Estadísticas de la DGAC ya que no es de acceso directo al público			

<b>Nombre Información</b>	Estadística Pasajeros Transportada	<b>Serie Disponible</b>	1998-2012
<b>Fuente</b>	Junta de Aeronáutica Civil	<b>Tipo de Fuente</b>	Pública
<b>Características de la Información</b>			
Estadísticas de carga transportada para vuelos nacionales y vuelos internacionales Actualización mensual (publicado hasta Junio-2012) Acceso directo a través de sitio web de la JAC Desagregación de tráfico de carga por pares de ciudades, llegada y salida de toneladas Es posible asignar la actividad a regiones con los campos Origen-Destino de las estadísticas			
<b>Nombre Información</b>	Estadística Pasajeros Transportados	<b>Serie Disponible</b>	1998-2012
<b>Fuente</b>	Junta de Aeronáutica Civil	<b>Tipo de Fuente</b>	Pública
<b>Características de la Información</b>			
Estadísticas de pasajeros transportados para vuelos nacionales y vuelos internacionales Actualización mensual (publicado hasta Junio-2012) Acceso directo a través de sitio web de la JAC Desagregación de tráfico de pasajeros por pares de ciudades, llegada y salida de pasajeros Es posible asignar la actividad a regiones con los campos Origen-Destino de las estadísticas			

Para complementar las estadísticas referentes a la aviación de escala menor y que utiliza gasolina de aviación, se utilizan el Informe Estadístico (ver Tabla 2.2) asociada a las ventas de gasolina de aviación regional, como se definió en la versión original de STEP.

### 3.1.1.5 Variables Independientes

Como se mencionó anteriormente, el Proyecto intergubernamental MAPS Chile ([www.mapschile.cl](http://www.mapschile.cl)) generó un conjunto de variables independientes que fueron la base de proyección en la estimación de emisiones al 2050 para los distintos sectores que incluyó MAPS (Industria, Minería, Residuos, Generación, Transporte, Forestal, entre otros). Estas proyecciones implican las siguientes variables independientes hasta el 2050<sup>4</sup>:

- PIB Nacional, proyectado en 3 escenarios de crecimiento (bajo, medio y alto)
- PIB Regiones, proyectado en 3 escenarios de crecimiento (bajo, medio y alto)
- Población Regional
- Serie real de precios de Combustibles

<sup>4</sup> Se debe acordar con la contraparte la apertura de estos datos de 13 a 15 regiones

Dado que estas variables son de carácter oficial para un proyecto país y reciente, se acordó con la contraparte del estudio considerar estas series de variables independientes para el desarrollo de los modelos de proyección de demanda. Para el caso de los escenarios de PIB, se acordó emplear el escenario medio.

#### **3.1.1.6 Búnker**

Para el modo *aéreo* y *marítimo*, la principal barrera identificada para una actualización sistemática de los consumos energéticos es la información del SNA que permite descontar los consumos búnker asociados a dichos modos. Sin embargo, el país al firmar sus compromisos ambientales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), tiene el compromiso de informar sus emisiones de GEI cada dos años, siendo el 2014 el próximo año en reportar las emisiones ante dicho organismo (Decreto 123 del Ministerio de Relaciones Exteriores: Promulga la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático).

En este contexto, se realizó una entrevista con el Ministerio de Energía (MINEN) quien es el encargado de generar el inventario nacional de GEI y que determinó los consumos búnker aplicando la metodología que aplica las fuentes de información del SNA (CONAMA, 2010). De esta forma, la actualización de la metodología STEP 2.0 incorpora el nuevo módulo búnker a partir de las estadísticas de consumo energético (agregado a nivel país) que cada 2 años actualizará el Ministerio de Energía.



### **3.1.2 Partición modal del transporte de carga y de pasajeros**

El nuevo enfoque metodológico planteado en STEP 2.0 recoge esta dimensión de desagregar entre transporte de carga y de pasajeros desde el origen, es decir, en la determinación propia de las series históricas por modo. Esta separación entre tipo de transporte se sigue conservando en las proyecciones.

Luego, para complementar la metodología de partición modal entre carga y pasajeros, se definen una serie de reglas que establecen la intermodalidad según tipo de transporte (pasajero y carga) y ámbito (urbano e interurbano), de manera de definir cuáles modos son posibles de interactuar entre sí considerando la evaluación de escenarios de intermodalidad. La Figura 3.3 y la Figura 3.4 señalan el esquema planteado en la actualización de STEP 2.0 para el transporte de urbano e interurbano, respectivamente.

Se señala enmarcado con líneas discontinuas todos los modos y categorías que pueden interactuar en un escenario de intermodalidad. Para el caso **Urbano** (ver Figura 3.3), se definen las siguientes reglas:

- Transporte de pasajeros: puede existir intermodalidad entre bus, taxi, vehículo particular, tren urbano, motocicleta y bicicleta. Al incluir modos **no motorizados** el modelo tendrá la capacidad de evaluar proyectos que incentiven su uso y ver su impacto en el consumo energético y emisiones.
- Transporte de carga: puede existir intermodalidad entre camión liviano y mediano.

Análogamente, para el caso **Interurbano**, se definen las siguientes reglas:

- Transporte de pasajeros: puede existir intermodalidad entre bus, vehículo particular, avión, y tren urbano
- Transporte de carga: puede existir intermodalidad entre camión pesado, tren, y modo marítimo

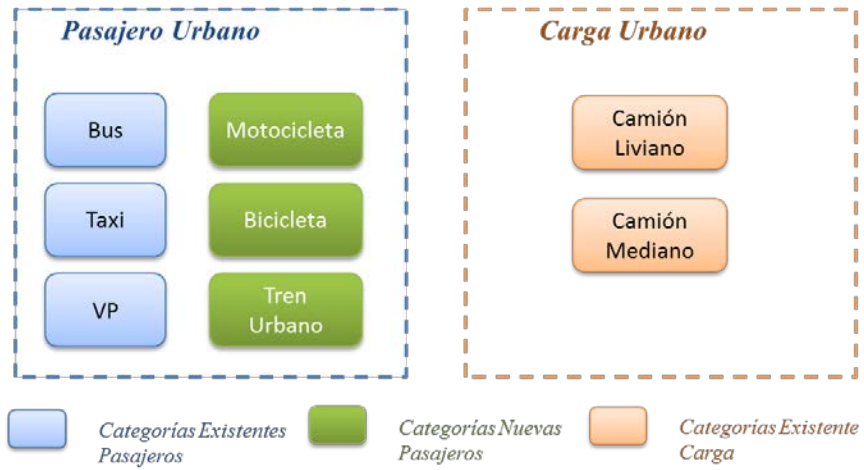


Figura 3.3 Esquema propuesto de intermodalidad para transporte urbano

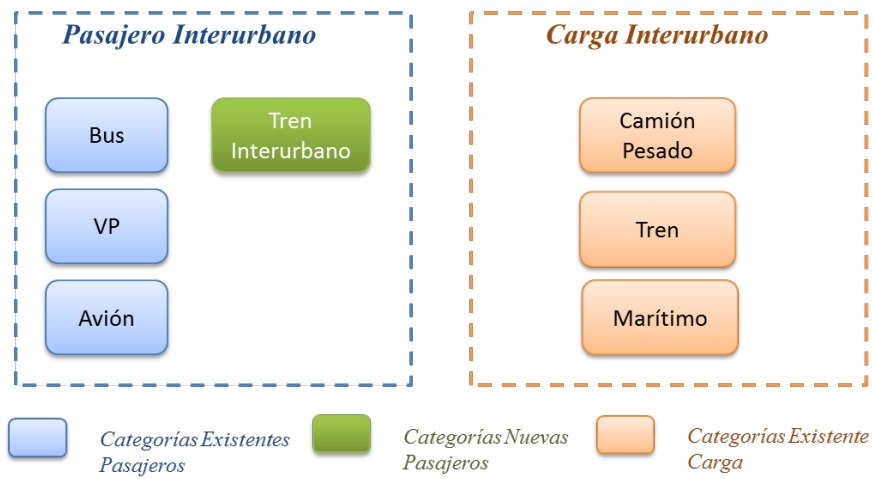


Figura 3.4 Esquema propuesto de intermodalidad para transporte interurbano

### 3.1.3 Ampliación de categorías de los modos de transportes del modelo

En base a la información disponible se presenta la desagregación de las categorías de los diferentes modos de transportes *camínero*, *aéreo*, *ferroviario* y *marítimo* considerados en la actualización de metodología del Modelo STEP2.0.

Para el caso del modo *camínero*, la primera versión del modelo considera las subcategorías: vehículos particulares, camiones, buses y taxis colectivos. En la actualización, se agregan las subcategorías **motocicleta** y **bicicleta**, en particular esta última subcategoría tendrá relevancia en la evaluación de escenarios de intermodalidad en el transporte de pasajeros, ya que se le asocia consumo energético y emisiones cero.

En los modos *aéreo* y *marítimo*, como se mencionó previamente, se separan los reportes de consumo energético nacional del búnker, en módulos diferenciados.

Para el modo *ferroviario*, se amplió en las categorías incluyendo tanto el transporte de **pasajeros** como el de **carga**. La versión original del modelo STEP1.0 solo consideraba transporte de carga.

Otra categorización adicional de carácter transversal (todos los modos que apliquen) a incluir en la actualización del modelo STEP 2.0 es considerar el **consumo de electricidad** pues la versión inicial solo consideraba los consumos y emisiones asociadas a consumo de combustibles fósiles como línea base, pero en la práctica, existe consumo eléctrico asociado al transporte, principalmente para el modo ferroviario, y marginalmente para el modo camínero. Para este tipo de fuente de energía, las emisiones asociadas serían de *carácter indirecta* y no atribuibles al sector transporte, por lo que serán reportadas aparte como emisiones informativas (similar al caso búnker)

La Tabla 3.1 resume la propuesta de nuevas categorías a incorporar en la actualización del modelo STEP2.0.

Tabla 3.1 Resumen de propuesta de nuevas categorías para Modelo STEP2.0

Modo/subcategoría	Tipo de Transporte	Ámbito de Transporte	Tipo de Energía	Otra categoría específica
Caminero/VP	Pasajeros	Urbano	Diésel, gasolina, electricidad	
		Interurbano	Diésel, gasolina	
		Rural	Diésel, gasolina	
Caminero/Taxi	Pasajeros	Urbano	Diésel, gasolina, gas, electricidad	básico y colectivo
		Urbano	Diésel, electricidad	
Caminero/Bus	Pasajeros	Interurbano	Diésel	
		Rural	Diésel	
Caminero/Motocicleta	Pasajeros	Urbano	Gasolina	
Caminero/Bicicleta	Pasajeros	Urbano	No Aplica	
Caminero/Camión	Carga	Urbano	Diésel	Liviano, mediano, pesado
		Interurbano	Diésel	Pesado
Aéreo	Pasajeros	Interurbano	Kerosene de aviación, gasolina de aviación	Búnker
Marítimo	Carga	Interurbano	Diésel, petróleo combustible	Búnker
Ferroviario	Pasajeros	Urbano	Electricidad	
		Interurbano	Electricidad	
	Carga	Interurbano	Diésel	

## **3.2 Determinación de Series Históricas**

De acuerdo al esquema desarrollado en la sección 3.1 se describe la metodología que permite determinar las series históricas de demanda para cada uno de los modos, con el fin de hacer las proyecciones que generan la línea base de consumo y emisiones.

Para los modos de transporte ferroviario, marítimo y aéreo se considera la información generada por las instituciones asociadas a cada uno: Departamento Ferroviario (MTT), DIRECTEMAR y la JAC respectivamente. Estas instituciones generan series tanto de transporte de carga como de pasajeros, las cuales son ingresadas al modelo por medio de la metodología presentada en este capítulo.

Diferente es el caso para el modo caminero, pues no se cuenta con una institución encargada de realizar una recopilación estadística de datos de demanda, por lo tanto, es necesario desarrollar una metodología para determinar la serie histórica de demanda a través del consumo de combustible. Para el caso de este modo se desarrolla la metodología de asignación de consumos de combustible, lo que permite generar la serie histórica desde donde se deriva la demanda asociada. Esta metodología es la misma que se utilizó en la versión original de STEP1.0 de este modo.

### **3.2.1 Modo Caminero**

Para realizar la asignación de consumo de combustibles se procede del mismo método que en la versión original de STEP1.0, para ello se contemplan dos niveles de detalle, los cuales se describen a continuación.

El **primer nivel** de desagregación se estructura del mismo modo que en la versión original de STEP1.0 considerando como principal fuente de información las bases de datos anuales de la superintendencia de electricidad y combustibles (SEC, s.f.), además se considera el balance nacional de energía (BNE), asignando consumos de combustible ( $m^3$ ) agregados por combustible para el modo caminero.

El **segundo nivel** de desagregación identifica 5 categorías de transporte caminero a las cuales se les asigna un volumen de combustible consumido para posteriormente derivar la



Los criterios que se impusieron para asignar el consumo de combustible para cada canal se describen en la Tabla 3.2 en donde se identificó el combustible y el canal de distribución que posee relevancia para la creación de las series de consumo de combustible del modo caminero.

Tabla 3.2 Criterios de asignación de combustibles para modo caminero

<b>Canal de Distribución</b>	<b>Combustible</b>	<b>Criterio</b>
Empresas de Transporte	Todas las gasolinas y petróleos diésel	Dada la definición de este canal de distribución
Canal Minorista	Todas las gasolinas y petróleos diésel	Dada la definición de este canal de distribución
Ventas Directas ENAP	Todas las gasolinas	Debido a que las gasolinas las consume preferentemente el modo caminero
Usuarios	Gasolinas Sin Plomo	Debido a que las gasolinas s/plomo las consume preferentemente el modo caminero

Una vez definidos los criterios se extrajo la información del informe estadístico, de manera de asignar el consumo de combustible para cada una de las regiones.

Para obtener resultados agregados por combustibles se agruparon por tipo considerando el uso de estos. En un mismo grupo definido como GASOLINA se incorporó los valores referentes a las ventas de gasolina de 93, 95 y 97 octanos, del mismo modo se agrupó para el caso de los petróleos diésel, donde se consideraron el diésel A1, B e invernal bajo el título DIÉSEL.

De esta forma se obtuvo el primer nivel de desagregación de la serie regional de consumo de combustible, el cual se presenta en la Tabla 3.3, en donde se observa el fuerte impacto de la RM en el consumo total de combustibles además de observar el consumo de las 15 regiones del país.

Tabla 3.3 Consumo de combustible desagregado por región año 2012 (SEC, s.f.)

CONSUMO DE COMBUSTIBLE [ $m^3$ ]		
REGIÓN	GASOLINA	DIÉSEL
<b>I</b>	101.138	85.679
<b>II</b>	140.686	274.230
<b>III</b>	76.260	176.490
<b>IV</b>	172.102	177.531
<b>V</b>	382.400	330.947
<b>VI</b>	163.845	193.857
<b>VII</b>	206.972	252.960
<b>VIII</b>	370.988	480.229
<b>IX</b>	154.108	184.161
<b>X</b>	158.780	225.164
<b>XI</b>	22.509	31.855
<b>XII</b>	26.436	32.266
<b>RM</b>	<b>1.646.490</b>	<b>1.091.740</b>
<b>XIV</b>	61.758	79.835
<b>XV</b>	70.897	41.217

El consumo de combustible desagregado por regiones obtenido a partir del Informe Estadístico de la SEC se considera el primer nivel de desagregación de combustible. Este combustible debe asignarse a determinadas categorías del transporte caminero, de este modo se aplica la metodología de asignación de combustible con un segundo nivel de desagregación.

### Segundo nivel de desagregación

Para realizar el segundo nivel de desagregación, se definieron las categorías en las que se dividió el consumo de combustible que se obtuvo a nivel regional desde el primer nivel.

Cada consumo asignado regionalmente es subdividido en cinco categorías: 1) Vehículos Particulares, 2) Taxis, 3) Buses, 4) Camiones, 5) Motos con el fin de determinar el peso porcentual de cada categoría de transporte caminero en el consumo total del modo.

La información utilizada para determinar la participación de cada uno de las categorías del modo caminero es la que posee el anuario estadístico del instituto nacional de



estadísticas (INE). Se escoge esta fuente de información pues posee una periodicidad anual, lo que permite la actualización del modelo en el mismo periodo.

Para ilustrar la información que se analizó del Anuario Estadístico se presenta como ejemplo los gráficos correspondientes al año 2012, sin embargo, el modelo considera datos desde el año 1998 en adelante.

Dentro de los datos disponibles del parque nacional automotriz se reporta una serie de categorías de vehículos asignadas por el instituto nacional de estadísticas. Estas fueron reasignadas considerando las categorías que establece el presente estudio y son presentadas en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Categorías reportadas por el informe anual “Transporte y Comunicaciones” de INE para el año 2012

<b>Clase</b>	<b>Categoría INE</b>	<b>Categoría STEP</b>	<b>Unidades al 2012</b>
<b>Transporte particular y otros</b>	Automóvil, station wagons	Vehículo Particular	<b>2.383.638</b>
	Todo terreno	Vehículo Particular	<b>96.175</b>
	Furgón	Vehículo Particular	<b>160.340</b>
	Minibús	Vehículo Particular	<b>28.601</b>
	Camioneta	Vehículo Particular	<b>703.616</b>
	Motocicleta y similares	Moto	<b>133.640</b>
	Otros con motor	n.a	<b>948</b>
	Otros sin motor	n.a	<b>24.635</b>
<b>Transporte colectivo</b>	Taxi	Taxis colectivos	<b>100.378</b>
	Minibús	Bus	<b>27.476</b>
	Bus	Bus	<b>49.055</b>
<b>Transporte de carga</b>	Camión simple	Vehículos de Carga	<b>138.924</b>
	Tracto-camión	Vehículos de Carga	<b>38.645</b>
	Tractor agrícola	n.a	<b>8.124</b>
	Otros con motor	n.a	<b>16.021</b>
	Remolque, semi-remolque	n.a	<b>63.697</b>

**n.a= no aplica**

Cabe destacar que el para el cálculo de emisiones sólo se considera las categorías que poseen algún tipo de motor, y que circulan normalmente por las vías del país, por lo tanto se excluyeron las categorías “otros con motor”, “otros sin motor”, “tractor agrícola” y “remolque, semi-remolques”, pues no cumplen con el criterio antes mencionado. Si se considera esta exclusión y se agrupan las categorías a nivel nacional según la definición de

STEP2.0 se tendrá que el 87,4% del parque corresponde a vehículos particulares, un 2,6% a taxis colectivo, un 2% a buses un 4,6% a camiones y un 3,5% a motos para el año 2012.

Como la información de INE se encuentra desagregada por año y por región, se obtuvo la participación de cada segmento en el parque regional y nacional. De esta manera se puede observar en la Figura 3.6 la distribución del parque total de vehículos a nivel regional, donde se destaca la región Metropolitana como la región con mayor cantidad de vehículos, con un 41% del parque total nacional, seguida por la octava y la quinta región, con un 11 y 10% respectivamente, siendo esto consecuente con el consumo de combustible obtenido anteriormente. La información presentada en la Figura 3.7 es una primera aproximación para determinar el peso porcentual que tiene cada una de las categorías dentro del consumo de combustible, pues se deben considerar los factores de consumo y niveles de actividad de cada categoría, asociados a cada categoría.

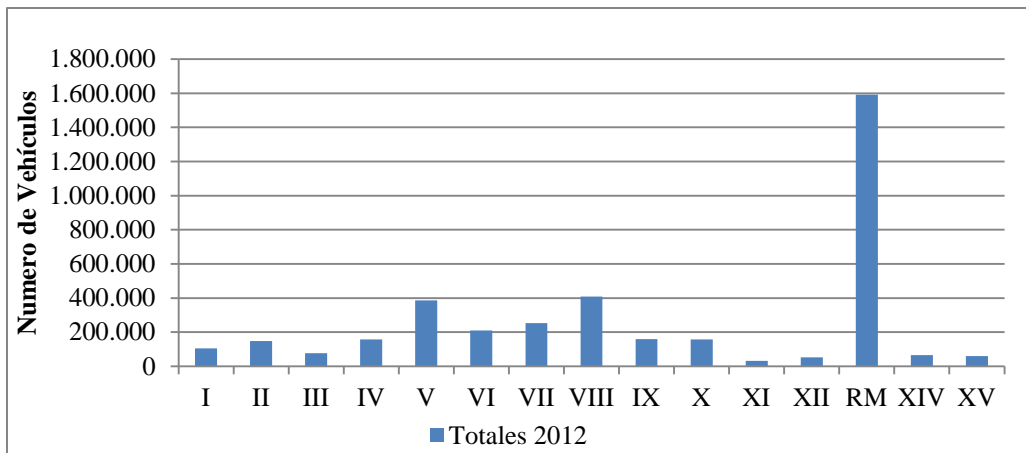


Figura 3.6 Desagregación regional del parque total nacional de vehículos, año 2012 (INE)

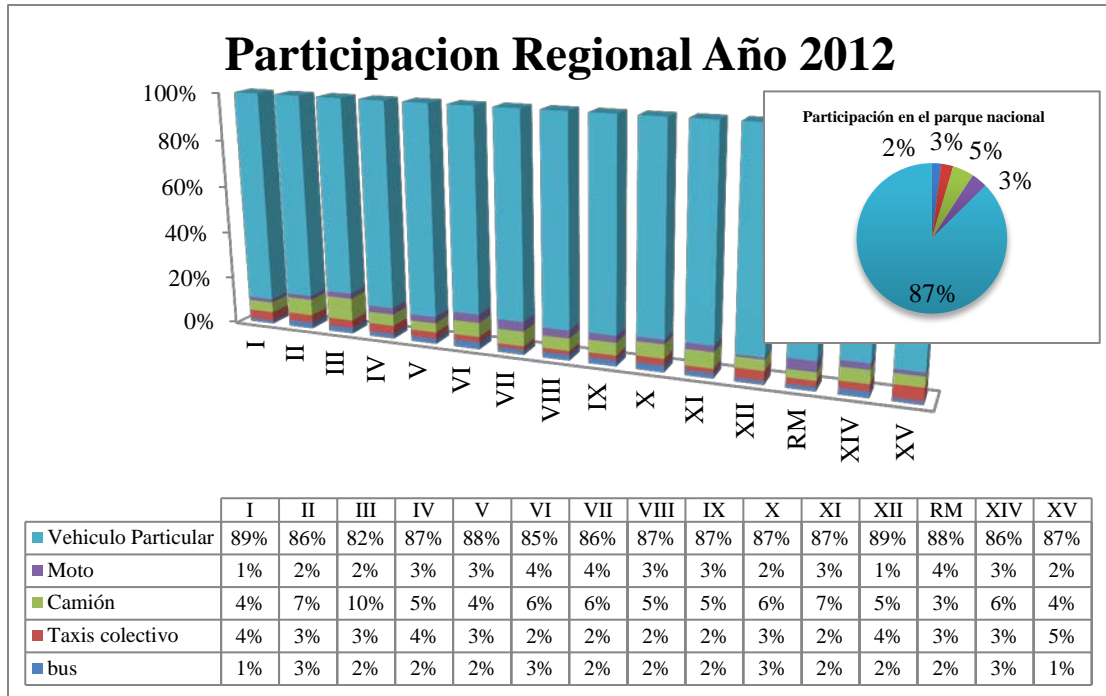


Figura 3.7 Participación en el parque regional de vehículos, según categorías de transporte caminero para el año 2012. Elaboración propia, datos: Instituto nacional de estadísticas.

Una vez determinada la cantidad de vehículos por categoría y región se calculó el consumo de combustible de las 5 categorías camineras, el que posteriormente permitió derivar las series de demanda de transporte.

Para determinar la demanda de transporte de pasajeros, se consideró la fórmula que se muestra a continuación, la cual depende del consumo de combustible y queda dada por:

$$PKM_i = CC_i * TO_i * FdC_i$$

Dónde:

$PKM_i$  Demanda de Transporte de pasajeros para categoría i [Paxkm]

$CC_i$  Consumo de Combustible total para la categoría i [litros]

$FdC_i$  Factor de Consumo para la categoría i [km/lit]

$TO_i$  Tasa de Ocupación para la categoría i [pasajeros/veh]

Del mismo modo para determinar la demanda de transporte de carga se tiene que:

$$TKM_i = CC_i * TC * FdC_i$$

Dónde:

$TKM_i$	Demanda de Transporte de Carga para tipo i [Paxkm]
$CC_i$	Consumo de Combustible total para la tipo i [litros]
$FdC_i$	Factor de Consumo para la tipo i [km/lt]
$TC_i$	Tasa de Carga para la tipo i [pasajeros/veh]

Por lo tanto se definieron los valores característicos para cada categoría vehicular, descritos a continuación, lo que permitió calcular los pesos porcentuales de cada categoría y con ello el consumo.

- Factores de Consumo (FdC)
- Niveles de Actividad (NA)

Para definir los FdC necesarios para determinar el consumo de combustible en cada categoría de transporte, se consideran los datos provenientes de la corrida MODEM para el año 2013 suministrada por SECTRA, de donde se extrajo la velocidad promedio de circulación en las principales ciudades del país, de modo de estimar un factor de consumo para cada región. Esto se obtiene utilizando COPERT 4 que entrega un factor de consumo por categoría según velocidad de circulación.

Los resultados obtenidos desde COPERT 4 tienen un nivel de detalle superior al requerido para este nivel de desagregación, ya que considera diferencias en Factores de consumo considerando las normas de emisión de cada vehículo y la operación en un nivel más detallado que STEP, por lo tanto se desarrolla una metodología para asignar un único FdC a cada categoría. Para ello en primera instancia se descartaron los FdC que pertenecían a normas de emisión que no tenían participación real en el parque histórico (Euro6, vehículos híbridos, etc), de esta forma se evita sobrerrepresentar los FdC que no tienen

participación real. Luego se realizó un promedio del resto de factores de consumo (FdC), para luego promediar este valor entre subcategorías.

Las velocidades promedio que se utilizaron por región, se reportan en la Tabla 3.5. Estas se obtuvieron desde la corrida de MODEM mencionada anteriormente, para asignar una única velocidad por región se realizó el promedio simple entre las ciudades reportadas por región.

Tabla 3.5 Velocidades promedio por región y categoría vehicular, fuente MODEM 2013

Región	Vehículos Particulares	Taxis	Camiones	Buses
I	31,76	30,40	31,76	25,69
II	40,83	40,83	40,83	40,83
III	41,67	35,75	41,67	33,42
IV	40,11	40,11	40,11	40,11
V	47,88	38,29	47,88	43,74
VI	50,01	47,73	50,01	47,49
VII	39,34	39,34	39,34	39,34
VIII	37,38	37,38	37,38	37,38
IX	38,97	38,97	38,97	38,97
X	43,68	39,20	43,68	36,35
XII	37,37	36,68	37,37	33,65
XIII	40,40	40,40	40,40	29,89
XIV	45,62	37,08	45,62	31,56
XV	37,41	32,62	37,41	26,69

Los FdC calculados para el año 2012 a partir de COPERT 4 se reportan en la Tabla 3.6, separados por combustible, categoría vehicular caminera y para el caso de taxi y vehículo particular también la subcategoría. Además en la Tabla 3.7 se reportan los niveles de actividad (NA) utilizados para calcular los consumos asociados a cada una de las categorías de modo de estimar un peso porcentual para la asignación de consumos del segundo nivel de desagregación. Estos valores corresponden a los niveles de actividad para el año 2010, extraídos del Modelo Agregado de Emisiones (MODAGEM) desarrollado en el estudio “Análisis Sistema de Compensación de Emisiones de Fuentes Móviles”. Estos se utilizan para la generación de la serie histórica de consumos energéticos y demanda del modo caminero.

Tabla 3.6 Factores de consumo calculados a través de COPERT 4 con las velocidades promedio del año 2012 [gr/km]

Región	Buses	Camiones	Motos	Particular				Taxi			
				Comerciales		Pasajeros		Básico		Colectivo	
				Gasolina	Diésel	Gasolina	Diésel	Gasolina	Diésel	Gasolina	Diésel
<b>I</b>	403,01	172,25	34,69	106,68	77,37	71,66	56,39	73,26	81,85	73,26	81,85
<b>II</b>	336,87	153,98	34,69	92,01	69,81	63,44	50,46	68,40	76,35	68,40	76,35
<b>III</b>	397,72	168,96	34,69	104,36	69,51	70,22	55,38	73,70	82,33	73,70	82,33
<b>IV</b>	342,98	150,85	34,69	88,88	70,26	61,92	49,34	69,79	77,97	69,79	77,97
<b>V</b>	273,34	144,90	34,69	82,06	64,80	58,85	47,04	65,00	72,21	65,00	72,21
<b>VI</b>	240,44	142,04	34,69	78,07	63,37	57,17	45,80	58,16	63,72	58,16	63,72
<b>VII</b>	313,46	156,38	34,69	94,24	71,53	64,57	51,30	67,15	74,85	67,15	74,85
<b>VIII</b>	316,37	159,56	34,69	97,03	73,49	66,03	52,37	69,66	77,83	69,66	77,83
<b>IX</b>	332,57	157,33	34,69	95,10	72,32	65,01	51,62	65,40	72,71	65,40	72,71
<b>X</b>	311,34	149,52	34,69	87,47	66,69	61,26	48,84	64,38	71,44	64,38	71,44
<b>XI</b>	371,54	215,37	34,69	108,16	82,85	75,39	58,88	66,20	80,06	75,39	80,06
<b>XII</b>	305,69	159,30	34,69	96,81	72,18	65,91	52,28	66,50	74,06	66,50	74,06
<b>XIII</b>	311,81	155,09	34,69	93,05	70,86	63,96	50,85	63,96	70,91	63,96	70,91
<b>XIV</b>	296,00	147,58	34,69	85,31	66,26	60,28	48,11	66,27	73,78	66,27	73,78
<b>XV</b>	352,72	157,24	34,69	95,02	73,19	64,97	51,59	73,63	82,25	73,63	82,25

Tabla 3.7 Nivel de actividad (km/año) para cada una de las categorías para el año 2010 fuente: MODAGEM

Región	Particular Pasajeros	Particular Comercial			Motocicleta	Taxi			Buses		Camiones		
	Automóvil y Station wagon	Todo Terreno	Furgón	Minibus Particular	Camioneta	Básico	Colectivo	Taxibus	Buses transporte Colectivo	Bus transporte escolar y/o trabajadores	Camión	Tracto camión	Camión Especializado
I	8.228			9.873		5.000	16.455	16.455					30.271
II	13.302			15.962		5.000	26.604	26.604					46.120
III	14.382			17.259		5.000	28.765	28.765					43.456
IV	15.241			18.289		5.000	30.482	30.482					37.587
V	13.986			16.784		5.000	27.973	27.973					23.260
VI	12.127			14.552		5.000	24.254	24.254					20.032
VII	12.582			15.099		5.000	25.165	25.165					27.273
VIII	12.390			14.869		5.000	24.781	24.781					3.7700
IX	13.515			16.217		5.000	27.029	27.029					38.889
X	14.494			17.393		5.000	28.989	28.989					40.195
XI	12.089			14.507		5.000	24.178	24.178					31.175
XII	7.284			8.741		5.000	14.569	14.569					34.877
RM	14.956			17.948		5.000	37.405	43.731					29.471
XIV	8.228			9.873		5.000	16.455	16.455					30.271
XV	14.494			17.393		5.000	28.989	28.989					40.195

Para determinar el consumo de combustible de cada una de las Categorías es necesario realizar conversiones de unidades, ya que el factor de consumo se encuentra en una unidad que depende de la densidad del combustible utilizado. Las densidades que se utilizan para realizar el cambio de unidades son las que reporta el Balance Nacional de Energía y que se indican en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8 Densidad de Combustibles según BNE

Combustible	Densidad [Ton/m <sup>3</sup> ]	Densidad [gr/m <sup>3</sup> ]
Gasolina automóviles	0,73	730.000
Diésel	0,84	840.000

De este modo la fórmula que permite obtener el consumo de combustible es la siguiente

$$CC = Nveh * NA * \frac{FdC}{\rho}$$

Donde,

<i>Nveh</i>	Cantidad de vehículos pertenecientes a la Categoría [# veh]
<i>NA</i>	Nivel de Actividad [km/año]
<i>FdC</i>	Factor de Consumo [gr/km]
$\rho$	Densidad del Combustible [gr/m <sup>3</sup> ]
<i>CC</i>	Consumo de combustible [m <sup>3</sup> ]

La Tabla 3.9 muestra el peso porcentual de cada una de las categorías en el consumo total de combustible del modo caminero según la metodología anteriormente descrita.



Tabla 3.9 Peso porcentual del consumo de combustible para el año 2012

Región	% DIESEL POR CATEGORÍA					% GASOLINA POR CATEGORIA				
	Particular	Taxi	Bus	Camión	Moto	Particular	Taxi	Bus	Camión	Moto
I	29%	1%	30%	40%	0%	93%	7%	0%	0%	0%
II	15%	5%	35%	45%	0%	93%	7%	0%	0%	0%
III	14%	5%	25%	55%	0%	93%	7%	0%	0%	0%
IV	24%	7%	31%	38%	0%	94%	6%	0%	0%	1%
V	27%	10%	31%	31%	0%	94%	5%	0%	0%	1%
VI	27%	6%	30%	37%	0%	95%	4%	0%	0%	1%
VII	23%	2%	31%	44%	0%	97%	2%	0%	0%	1%
VIII	19%	3%	37%	42%	0%	97%	3%	0%	0%	1%
IX	21%	3%	37%	39%	0%	96%	3%	0%	0%	1%
X	21%	5%	36%	39%	0%	94%	5%	0%	0%	0%
XI	31%	3%	12%	54%	0%	95%	4%	0%	0%	1%
XII	24%	1%	22%	52%	0%	97%	2%	0%	0%	0%
XIII	26%	5%	37%	32%	0%	94%	6%	0%	0%	1%
XIV	17%	3%	35%	45%	0%	94%	5%	0%	0%	1%
XV	33%	3%	26%	37%	0%	96%	4%	0%	0%	0%

Una vez determinado el consumo de combustible de cada una de las categorías de transporte caminero es posible determinar la demanda de transporte tanto de carga como de pasajeros.

#### ***Demanda de Transporte de Pasajeros***

En particular para el caso del transporte de pasajeros, las categorías que influyen en la demanda son: Taxi, Vehículos Particulares, Buses y Motos. Por lo tanto para determinar la demanda de transporte de pasajeros además del consumo de combustible asociado a cada categoría, es necesario considerar las tasas de ocupación de cada una de ella. En la Tabla 3.10 se presentan las tasas de ocupación utilizadas para el cálculo de la demanda de transporte de pasajeros (PNUD, 2013) las cuales fueron obtenidas por medio de SECTRA a partir de la plataforma SINTIA.

Tabla 3.10 Tasas de ocupación (pasajeros/veh)

Región	Particular	Taxi	Bus	Moto
I	2,04	2	43	1
II	1,95	1,95	43	1
III	1,95	1,6	43	1
IV	1,95	1,6	32,1	1
V	1,67	1,83	21,56	1
VI	1,67	1,83	21,56	1
VII	1,61	2,42	10,37	1
VIII	1,68	1,85	19,26	1
IX	1,67	1,83	21,56	1
X	1,53	1,69	6,1	1
XI	1,67	1,83	21,56	1
XII	1,67	1,83	21,56	1
XIII	1,5	1,55	33,3	1
XIV	1,53	1,69	6,1	1
XV	2,04	2	43	1

De esta forma, con los datos necesarios ya identificados, es posible evaluar la fórmula de demanda para cada categoría y así obtener la serie de demanda a nivel regional.

### ***Transporte de Carga***

Del mismo modo, para determinar la demanda de transporte de carga es necesario diferenciar los consumos de combustible que influyen en el cálculo de esta demanda. En el caso del modo caminero, la única categoría que efectúa transporte de carga es la de Camiones. Por lo tanto es necesario diferenciar los consumos para los distintos tipos.

Para realizar la desagregación del consumo en camiones, se consideró las participaciones de cada uno de los tipos como se observa en la Tabla 3.11 las cuales consideran la desagregación utilizada en el modelo MAPS (PNUD, 2013)

Tabla 3.11 Desagregación del consumo de camiones por uso y por tipo

Urbano			Interurbano		
41,80%			58,20%		
Liviano	Mediano	Pesado	Liviano	Mediano	Pesado
34%	58%	8%	0%	0%	100%

Utilizando los porcentajes de la Tabla 3.11 es posible obtener los consumos de cada uno de los tipos de camiones. Posteriormente, a través de la fórmula de TKM y considerando

los datos de las tasas de carga y factores de consumo de la Tabla 3.12. Es posible determinar la demanda de transporte de carga desagregada para cada uno de los tipos de camiones.

.Tabla 3.12 Tasa de Carga y Factor de Consumo para los distintos tipos de camiones

Tipo Camión	Tasa de carga [Ton/veh]	Factor de consumo [km/lt]
<b>Liviano</b>	5,5	5,2
<b>Mediano</b>	9	2,9
<b>Pesado</b>	14	2,3

Los factores de consumo y tasas de carga se obtienen desde el modelo MAPS (PNUD, 2013) en donde para calcular el rendimiento ponderado por región (j) se utiliza información proveniente de plantas de revisión técnica y considera los tres tipos (i) de camiones: livianos, medianos, pesados; además de considerar factores de consumo y tasas de cargas de estudios locales para cada tipo.

$$FdC_{camión,r} \left[ \frac{km}{lt} \right] = \sum_i FdC_i \cdot \left( \frac{Parque_i^{Camión,r}}{\sum_i Parque_i^{Camión,r}} \right)$$

$$TC_{camión,r} \left[ \frac{ton}{veh} \right] = \sum_i TC_i \cdot \left( \frac{Parque_i^{Camión,r}}{\sum_i Parque_i^{Camión,r}} \right)$$

Donde

$FdC_i$	Es el rendimiento local para cada tipo i
$TC_i$	Es la tasa de carga local para el tipo i

Los valores de rendimiento y carga local se obtienen a partir de estudios de referencia perteneciente a (SECTRA, 2005) y (Doña & Diaz, 2003) respectivamente

### 3.2.2 Modo ferroviario

En la versión original del modelo STEP1.0 para determinar la demanda de transporte ferroviario se utilizó un modelo de asignación de consumos energéticos. Dado este nuevo enfoque, es que se orienta el estudio al análisis de la demanda directa de transporte, por lo tanto se utilizó las fuentes disponibles que manejan este tipo de información, las cuales se menciona en el siguiente listado:

- Datos de demanda agregado a nivel nacional TKM y PKM reportado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
- Datos de demanda para las empresas que circulan por la red ferroviaria de EFE, TKM y PKM por Origen-Destino. Información entregada por parte del Departamento Ferroviario del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT).
- No se dispone de la información respecto de las empresas que operan en la zona norte.

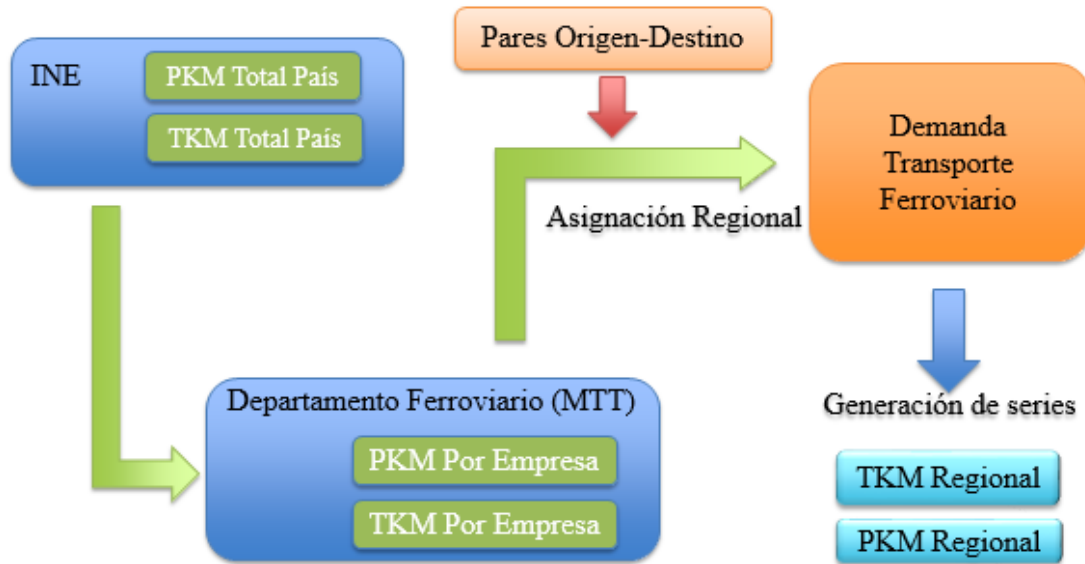


Figura 3.8 Esquema de entrada de información al modelo para el modo ferroviario

Para realizar la desagregación de la información que se dispone se utiliza una metodología de asignación de demandas, la cual se describe a continuación.

La Figura 3.8 Esquematiza la entrada de información al modelo STEP para el modo ferroviario, donde se observa que la demanda agregada a nivel nacional se obtiene por parte del INE y la desagregación a nivel regional se realiza por medio de identificar las regiones en donde operan las distintas empresas de ferrocarriles.

**Demanda de Transporte de Carga:**

La demanda de Transporte de carga se ve afectada mayoritariamente por la actividad industrial y portuaria, razón por la cual las regiones que concentran la mayor parte de la demanda de transporte de carga son las ciudades con puerto.

El transporte de carga se efectúa por distintas redes ferroviarias, entre ellas, la más importante es la de EFE la cual permite el transporte entre las regiones V, VI, VII, VIII, IX, XIV y RM. En esta red operan 2 grandes compañías, sin considerar los tramos privados en donde operan empresas más pequeñas, estas empresas son TRANSAP y FEPASA las cuales según EFE en el año 2012 movieron en total 10.401 miles de toneladas, 2.983 y 7.419 respectivamente, un 29% para Transap y un 71% para fepasa como se observa en la Figura 3.9

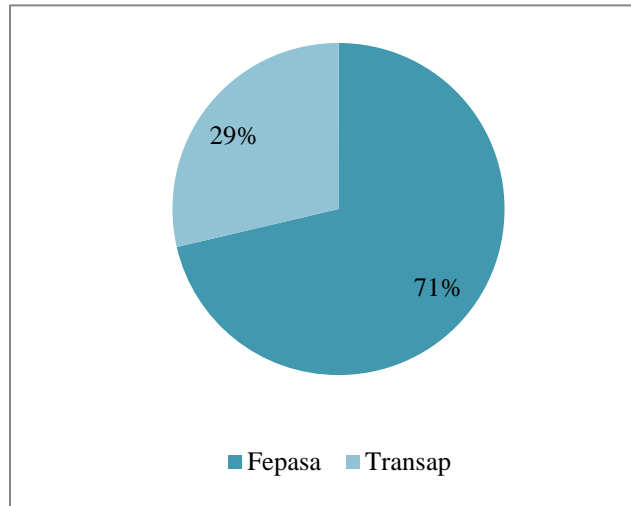


Figura 3.9 Participación de FEPASA y TRANSAP en la red EFE

### **Demanda de Transporte de Pasajeros:**

Representada como PKM (pasajero kilometro) se concentra principalmente en la zona centro sur del país, distribuyéndose en las regiones V, VI, VII, VIII, IX y RM. La demanda de transporte de pasajeros se encuentra satisfecha en la actualidad por la operación de 7 servicios, los cuales operan en la red de EFE. El año 2012 estas empresas transportaron un total de 29.462.834 pasajeros, como se indica en la Tabla 3.13.

Tabla 3.13 Pasajeros transportados por las empresas que operan en la red EFE año 2012

<b>Empresa</b>	<b>Pasajeros</b>
<b>Metrotren</b>	7.572.278
<b>Terrasur</b>	463.790
<b>Buscarril</b>	79.737
<b>Merval</b>	18.904.736
<b>Biotrén</b>	1.504.383
<b>Corto Laja</b>	504.409
<b>Temuco-Victoria</b>	448.681

### **Determinación de demanda PKM y TKM**

El INE anualmente reporta el TKM y el PKM agregado a nivel nacional. Este valor es contrastado con los datos que dispone el Departamento Ferroviario del Ministerio de Transporte (MTT), los cuales contienen la carga y los pasajeros que se transportan a nivel nacional.

El **Departamento Ferroviario** es un organismo del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, el cual dispone de los datos relativos a las toneladas de carga transportada en la red EFE ordenadas según Origen y Destino además de los pasajeros transportados para el año 2012. De este modo para la demanda de transporte de carga se asignan las regiones correspondientes a cada una de las estaciones según orígenes y destinos, obteniéndose así el nivel de desagregación que requiere la herramienta STEP.

Los datos de los que dispone el **Departamento Ferroviario** del MTT tanto para carga como pasajeros corresponden a las regiones que componen la red EFE (las regiones V, VI, VII, VIII, IX, X, XIV y RM). Para asignar las toneladas transportadas por las regiones

pertenecientes al norte de Chile es necesario utilizar la metodología que se describe a continuación.

De los datos que proporcionó el **Departamento Ferroviario** se obtiene un número de TKM nacional, el cual se encuentra por debajo del valor que reporta el INE de manera anual. Esta diferencia correspondería a las empresas de transporte de carga que no pertenecen a la red EFE. Las cuales se enlistan a continuación:

- **Arica-visviri** **1<sup>ra</sup> Región**
- **Antofagasta-Bolivia** **2<sup>da</sup> Región**
- **Tocopilla al Toco** **2<sup>da</sup> Región**
- **Minas Romeral al Puerto Guayacan** **4<sup>ta</sup> Región**

Para obtener el peso porcentual de cada una de las regiones que son satisfechas por estas empresas se recurrió a los datos que proporciona MAPS (PNUD, 2013), de los cuales se obtuvo un peso porcentual de las regiones mencionadas para así asignar la diferencia de TKM que se observó entre los datos del Departamento Ferroviario y la demanda reportada por INE a las regiones respectivas y así generar la serie regional completa.

Como las informaciones que posee el Departamento Ferroviario incorporan datos a partir del año 2008, la información para los años previos no se encuentra disponible con el mismo nivel de desagregación, sin embargo, el instituto nacional de estadísticas realiza el reporte de TKM y PKM nacional desde el año 1997 con este valor total de demanda de transporte es posible establecer una metodología para la otorgar la desagregación regional de la demanda tanto de transporte de carga como de pasajeros.

Para desagregar la demanda de pasajeros en los años previos al 2012, se asume como constante el peso porcentual de las regiones en la demanda total obtenidos del análisis de los datos provistos por el Departamento Ferroviario para el año 2012, de este modo utilizando el número que reporta INE junto a un ponderador de proporción, es posible determinar la serie histórica de demanda regional de transporte de pasajeros (PKM) por medio de la siguiente formula.

$$PKM_{i,j} = PKM_j^{ine} * FP_{i,2012}$$

Dónde:

$PKM_{i,j}$  Demanda de transporte de pasajero para la región i en el año j.

$PKM_j^{ine}$  Dato INE sobre demanda a nivel Nacional para el año j.

$FP_{i,2012}$  Factor de Peso Porcentual de la región i el año 2012.

Del mismo modo que para la demanda de transporte de pasajeros, para la demanda de transporte de carga (TKM) se asume el año 2008 como el año que proporciona el Factor de Peso Porcentual de la región dentro de la demanda total reportada por INE, se considera este año ya que es la información más antigua que se obtiene por parte del Departamento Ferroviario. De este modo, utilizando la siguiente fórmula se crea la serie histórica desde el 1998 al 2012.

$$TKM_{i,j} = TKM_j^{ine} * FP_{i,2008}$$

Dónde:

$TKM_{i,j}$  Demanda de transporte de carga para la región i en el año j.

$TKM_j^{ine}$  Dato INE sobre demanda a nivel Nacional para el año j.

$FP_{i,2008}$  Factor de Peso Porcentual de la región i el año 2008.

Para futuras actualizaciones de la serie histórica de demanda de transporte de carga el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones está gestionando la creación de un observatorio de transporte de carga y logística. En donde se tendrá la capacidad de obtener de manera sistemática antecedentes de transporte de carga para todos los modos de transporte en particular para el modo ferroviario. De esta forma en el futuro, se prevé que la principal fuente de datos respecto del transporte de carga será el observatorio de transporte de carga y logística.

### 3.2.3 Modo marítimo

Para determinar la demanda marítima nacional se cuenta con las siguientes fuentes de información, entre ellas:



- Boletín Estadístico Marítimo (BEM) de la DIRECTEMAR que caracteriza la operación del modo marítimo nacional o cabotaje en transporte de carga. (DIRECTEMAR)
- Tablas de Distancias, 4ta edición, 1997 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico, de la Armada de Chile (SHOA, 1997)
- Distancias entre ciudades, Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas (MOP)

Entre ellas la principal fuente de información que se utilizó para caracterizar la demanda de transporte marítimo nacional fue la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR)

La información de la que dispone DIRECTEMAR con respecto a la demanda de transporte marítimo contiene datos sobre las toneladas transportadas por cabotaje desde el año 1991 hasta el año 2011, por origen-destino, entre otros antecedentes que reporta el BEM.

Para realizar la asignación de TKM para el modo marítimo es necesario definir ciertos supuestos en relación a la carga por cabotaje, ya que se debe asignar una distancia entre puertos según el origen y destino, como se observa esquemáticamente en la Figura 3.10.

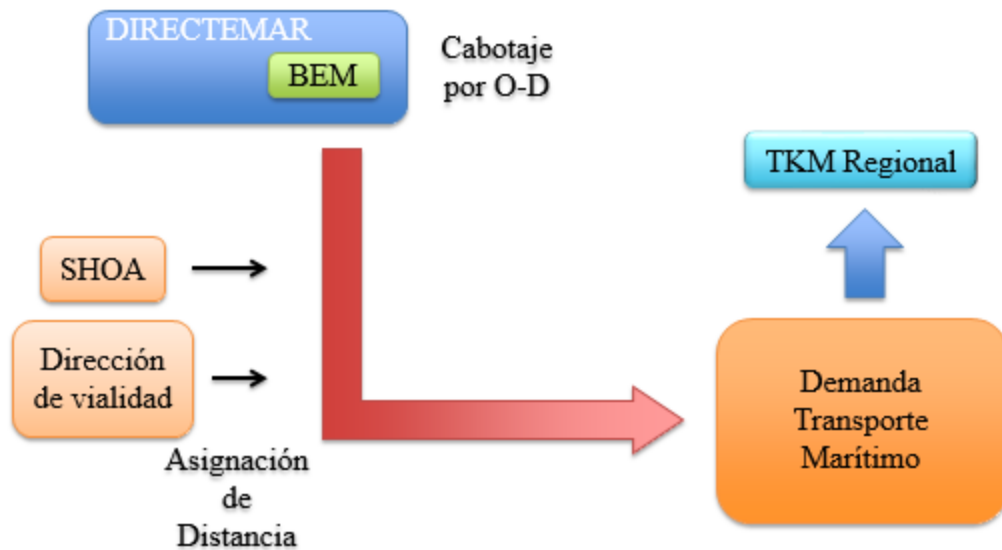


Figura 3.10 Esquema de entrada de información al modelo para el modo marítimo

Para asignar las distancias se tiene diferentes opciones, se cubrió la mayoría de los pares de origen-destino empleando la fuente de información: *Distancia marítima: si los pares de puertos de origen-destino existen en los documentos del SHOA.*

Posteriormente, se complementaron el resto de los pares de origen-destino usando:

- Distancia terrestre: según las ciudades donde están situados los puertos se define una distancia por la dirección de vialidad.
- Mezcla de ambos puntos en casos extremos de combinar distancias terrestres y marítimas.

Una vez asignada las distancias a todas las estadísticas de cabotaje del BEM por par origen-destino, se tiene el dato de TKM el cual se asigna a la región según sea el origen del registro.

### **3.2.4 Modo aéreo**

Para el caso del modo caminero se contempló la elaboración de dos series históricas, las cuales son proyectadas por separado. Estas series históricas corresponden a la demanda de transporte pasajeros que se obtiene a partir de los datos suministrados por la Junta de Aeronáutica Civil (JAC) la cual está asociada al consumo de kerosene de aviación ya que los tipos de aviones que satisfacen esta demanda poseen turbinas alimentadas por este combustible además de la serie de consumo de gasolina de aviación, la cual se utiliza para el transporte de pasajeros o carga en pequeñas avionetas o aviones privados que utilizan motores alimentados con este combustible.

Para la elaboración del presente estudio como se indicó en la Sección 3.1.1 se dispone de la demanda de PKM aéreo nacional como se observa en el esquema de la Figura 3.11, la información que es administrada por la Junta Aeronáutica Civil (JAC) corresponde principalmente al transporte de pasajeros, pues según lo analizado en el proyecto MAPS es esta demanda la que explica el consumo de combustible y no el transporte de carga. Estas series de datos se encuentran desagregadas por pares origen-destino, para el transporte ya

sea de pasajeros (PKM), o de carga (TKM). Esta información se encuentra disponible a partir del año 1984. La cual se utiliza para realizar la proyección de demanda del modo aéreo.

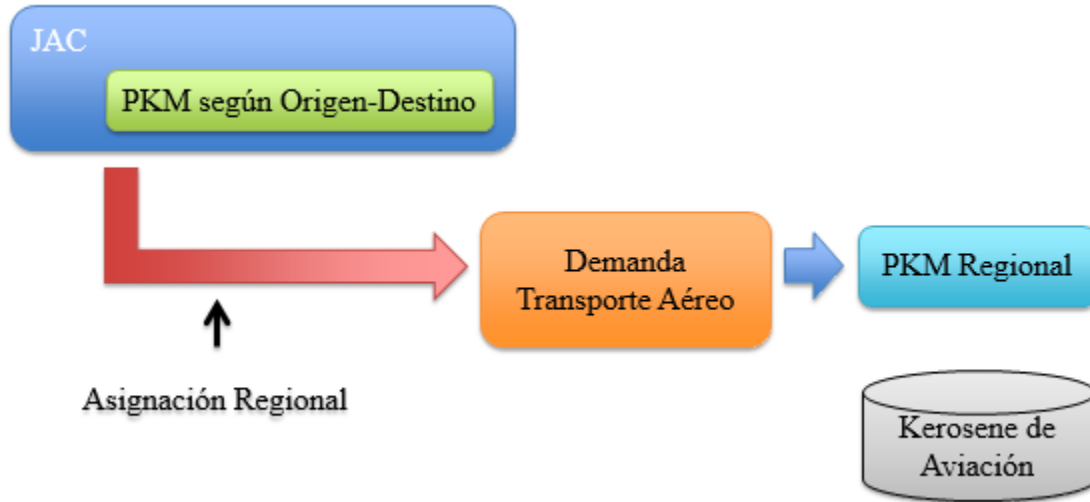


Figura 3.11 Esquema de entrada de información al modelo modo aéreo.

Para considerar el análisis de la demanda de transporte aéreo, se considera que todos los vuelos que se efectúan al interior del país, corresponden a operación del tipo interurbano.

Para realizar la desagregación regional, se asigna a las ciudades indicadas como origen y destino en las bases de dato de la JAC una región, de este modo cada vuelo genera una actividad regional al interior del país. Lo que repercute en la demanda de transporte aéreo.

Como las series se publican directamente como TKM y PKM no se debe efectuar ningún supuesto para calcular la demanda real de transporte aéreo.

Para asignar el consumo de combustible asociado a los vuelos que utilizan gasolina de aviación es que al igual que para la versión original de STEP 1.0 se desarrolla una metodología de asignación de consumos, similar al caso caminero.

Para realizar la asignación en primer lugar se debe identificar el combustible que se analizará en las fuentes de información descrita en la sección 3.1.1 y los criterios que se considerarán para la asignación de este.

Según como define la SEC los canales de distribución del IE, se aplican los criterios de la Tabla 3.14 para la asignación de consumos

Tabla 3.14 Criterios de asignación de Combustibles para modo aéreo.

Canal de Distribución	Combustible	Criterio
Ranchos	Toda la gasolina de aviación	Dada la definición de este canal de distribución
Ventas Directas ENAP	Toda la gasolina de aviación	Debido a que estos combustibles los consume preferentemente el modo aéreo
Usuarios	Toda la gasolina de aviación	Debido a que estos combustibles los consume preferentemente el modo aéreo

Aplicando los criterios de la Tabla 3.14 se procede de igual manera que para el modo caminero, fabricando la matriz de asignación. La cual queda definida como se observa en la Tabla 3.15

Tabla 3.15 Matriz de asignación de combustible para modo aéreo

Combustible	Canal de Distribución	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	RM
Gasolina de aviación	Directas a usuarios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Empresas de transporte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Directas a ranchos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Canal minorista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Consumo interno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Directas de enap	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Al aplicar esta matriz de asignación a los consumos de combustibles reportados por el informe estadístico se obtienen las series regionales históricas este combustible. De este modo se genera la Tabla 3.16 donde se observa la serie de consumo de combustible regional.

Tabla 3.16 Serie regional de Consumo de gasolina de aviación

Gasolina de aviación [m <sup>3</sup> ]				
Región	2009	2010	2011	2012
XV	87	74	120	72
I	522	384	622	505
II	87	146	69	72
III	128	73	122	142
IV	50	90	77	124
V	3.208	5.989	1.526	453
VI	174	120	143	151
VII	273	286	296	304
VIII	396	391	350	379
IX	277	255	257	251
XIV	13	10	13	12
X	715	705	849	1.010
XI	155	144	155	159
XII	110	62	119	122
RM	2.028	1.778	1.665	1.835

### 3.2.5 Series Búnker

Debido a la firma de los compromisos ambientales que realizó el país ante la Convención Marco De Las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), el país se compromete a informar sus emisiones de GEI cada dos años. En este contexto se incorporó un módulo bunker al modelo STEP, el cual se utiliza las estadísticas de consumo energético que se encuentran agregadas a nivel país tanto para el modo marítimo como aéreo según se observa en la Figura 3.12 estas series de combustible consumido por los distintos modos se incorporan al modelo como series que se proyectaron al 2050.

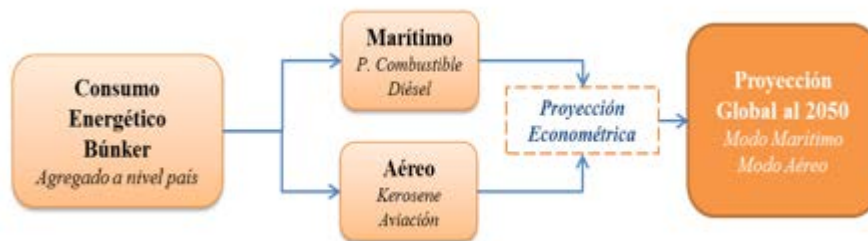


Figura 3.12 Modulo Adicional de consumo energético bunker

### 3.2.6 Actualización de la información

La metodología de asignación de demanda de transporte, tanto de pasajeros como de carga, requiere que la información utilizada posea características específicas dependiendo del modo que se esté abordando. Estas características además de proporcionar la precisión al modelo, le brindan la capacidad de ser replicado o actualizado a medida de que se posea mejor información en un futuro. Cada modo de transporte posee diferentes fuentes de información, por lo tanto distintos requerimientos tanto en calidad, replicabilidad y precisión.

En general las fuentes de información para replicar el modelo, deberían poseer una *desagregación a nivel regional* que permita una asignación de la demanda a este nivel, además de una periodicidad que permita en lo posible actualizar los datos de manera anual.

#### Modo Caminero

Para este modo, la información que se utiliza para asignar el consumo de combustible, que posteriormente permite derivar la demanda de transporte, proviene de varias fuentes, las cuales se describen en la Sección 3.1.1. A continuación se describen las características que deben poseer éstas, para la posterior actualización del modelo.

**Nivel de desagregación:** la información utilizada para la asignación de consumos de combustibles, debe poder ser desagregada de manera regional, además de ser diferenciada por tipo de combustible y categoría del modo caminero, para realizar la derivación de demanda.

Actualmente se genera una metodología para brindar este nivel de desagregación a la información, ya que la información utilizada se encuentra agregada en un nivel superior (por combustible a nivel regional sin identificar categoría de transporte).

**Origen de la información:** la información que se utiliza debe ser generada por una institución pública que genere los resultados de forma libre.

**Periodicidad:** la mínima recomendable debe ser 1 año, por la naturaleza de los datos utilizados en el modelo

A diferencia de los otros modos, para este modo no se encuentra información referente a demanda directa (PKM y TKM), por lo que se sigue una metodología de asignación de consumos, para posteriormente derivar la demanda. Si se generase esta información por parte de una institución pública, esta podría ser incorporada al modelo directamente, como se hace en los otros modos de transporte.

#### *Modo Ferroviario:*

La información que se utiliza para determinar la demanda de este modo es la que suministra el Departamento Ferroviario del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, como se indica en la Sección 3.1.1. Esta información posee características que hacen posible la actualización de la metodología a lo largo del tiempo.

**Nivel de Desagregación:** la información requerida para la actualización del modelo, debe poseer una desagregación a nivel regional, puesto que la asignación de demanda de pasajeros y de carga se realiza a este nivel. Actualmente se encuentra la información de toneladas de carga y los pasajeros transportados clasificada según pares origen-destino lo que permite la asignación regional que requiere el modelo.

**Origen de la información:** la información que se utiliza debe ser generada por una institución pública que genere los resultados de forma libre, actualmente la información de demanda directa es generada por el departamento ferroviario del MTT, sin embargo, se desarrolla la metodología para asignación de demanda para los casos en donde solo se cuenta con la carga o pasajeros transportados.

**Periodicidad:** la mínima recomendable debe ser 1 año, por la naturaleza de los datos utilizados en el modelo.

La información que provee el departamento ferroviario corresponde a demanda de TKM y PKM directa para ciertos años, sin embargo, en el caso de carga para los años posteriores al 2009 esta información corresponde solo a la cantidad de toneladas transportadas mientras que para pasajeros las empresas de transporte de la VIII región solo reportan antecedentes respecto de los pasajeros para el año 2012. Para la actualización del modelo es deseable que la información que se genere por parte del Departamento Ferroviario sea de PKM y TKM

directo, de este modo se evitaría pasar por la metodología de asignación de demanda que posee este modo.

### Modo Marítimo

La información utilizada para determinar la demanda de este modo es la que se reporta en el boletín estadístico de DIRECTEMAR, que corresponde a las toneladas transportadas por vía marítima como se detalla en la sección 3.1.1. Para realizar la actualización de la información en el modelo, se requiere que esta posea similares o mejores características que la que se posee, entre los factores importantes se tiene.

**Nivel de Desagregación:** la información que provee DIRECTEMAR, se encuentra asignada por pares origen destino, lo cual permite asignar la desagregación requerida por el modelo, sin embargo, esto es solo toneladas por lo tanto se debe seguir la metodología para asignar la demanda (TKM). Si la información se generara por DIRECTEMAR como demanda directa se evitaría el paso por la metodología de asignación de distancias a los pares origen-destino para este modo y se trabajaría con la información directa de la institución.

**Origen de la información:** la información que se utiliza debe ser generada por una institución pública que genere los resultados de forma libre. Actualmente la información de las toneladas transportadas por vía marítima es generada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), y corresponde a información pública por lo que se cumple el criterio.

**Periodicidad:** la mínima recomendable debe ser 1 año, por la naturaleza de los datos utilizados en el modelo

### Modo Aéreo:

La información que provee la Junta de Aeronáutica Civil (JAC) es directamente estadísticas de demanda (PKM) y posee el nivel de desagregación y la periodicidad adecuada para la actualización del modelo, de modo que si esta sigue siendo provista no requiere la aplicación de ninguna metodología de asignación, pues esta ya está asignada por origen y destino, lo que le brinda la dimensión regional que requiere el modelo.



**Nivel de desagregación:** el nivel de desagregación requerido por este modo, al igual que los otros modos es Regional. La información que reporta la JAC cumple con los requerimientos del modelo.

**Origen de la información:** la información que se utiliza debe ser generada por una institución pública que genere los resultados de forma libre. Esta es provista por la JAC y cumple con esta condición encontrándose disponible en su página web.

**Periodicidad:** la mínima recomendable debe ser 1 año, por la naturaleza de los datos utilizados en el modelo Sin embargo la JAC genera datos de manera mensual, los cuales son consolidados en un informe anual.

### *Búnker*

La información que provee el ministerio de energía con respecto a los consumos de combustible en la operación internacional que se deben reportar por el compromiso ambiental con las Naciones Unidas poseen las características que el módulo de emisiones bunker requiere.

**Nivel de desagregación:** para este módulo se analiza información agregada a nivel nacional separada por tipo de combustible, para así asignar el modo al que corresponde, ya sea aéreo o marítimo.

**Origen de la información:** la información que se utiliza debe ser generada por una institución pública que genere los resultados de forma libre. Esta es provista por el Ministerio de Energía y cumple con esta condición.

**Periodicidad:** la periodicidad mínima deseable debe ser 1 año, de este modo se actualiza la totalidad del modelo en este periodo, sin embargo la información que se utiliza para este módulo posee un periodo de actualización de dos años por efecto del compromiso firmado con las Naciones Unidas

### 3.3 Modelos de Proyección

Los modelos de proyección desarrollados en la versión original del modelo STEP estuvieron asociados en su mayoría a la población como variable independiente y sólo para el caso del modo marítimo se incluyeron variables económicas como el PIB Nacional.

En general, la literatura muestra que el transporte se explica con buena correlación según el comportamiento de la actividad económica de una determinada región de estudio. Por ejemplo, (Profillidis & Botzoris, 2006) estiman la demanda total de viajes de pasajeros mediante una relación del tipo:

$$\ln(D) = \alpha + \beta_1 \ln(PIB) + \beta_2 \ln(C) + \varepsilon$$

Donde  $D$  representa la demanda de distancia total de viajes en un año per cápita, el PIB el producto interno bruto y  $C$  el costo de combustible.

En relación al transporte de carga, existen variados indicadores que pudieran explicar los cambios en la variable TKM de una determinada región de estudio. (Hao & LI, 2004), (Johnsons et al, 2008) consideran indicadores de producción para las industrias más relevantes, además de indicadores de producción agregados y el PIB (Ramanathan, 1999), utiliza un índice de producción industrial total y el precio de los combustibles.

Con estas consideraciones un modelo econométrico general para la proyección de la demanda de transporte de carga TKM está dado por la siguiente ecuación:

$$\ln(TKM) = \alpha + \beta_1 \ln(PIB) + \beta_2 \ln(C) + \varepsilon$$

Donde PIB representa el producto interno bruto y  $C$  el costo de combustible.

Adicionalmente, y dado que las proyecciones consideradas en la actualización del Modelo STEP 2.0 son hasta el año 2050, se debe considerar la evaluación de la *elasticidad de largo plazo*, la que difiere de la elasticidad de corto plazo tanto en modelos con rezagos de la variable independiente como en modelos autoregresivos.

Considerando un modelo con rezagos según la siguiente ecuación, la elasticidad de largo plazo, por ejemplo al precio, está dada por la sumatoria de los coeficientes asociados al precio o rezagos de este (Sterner, 2006). En este caso la elasticidad de largo plazo es  $\beta_2 + \beta_3$ .

$$\ln(E_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(P_t) + \beta_3 \ln(P_{t-1}) + \beta_4 \ln(Y_t) + \beta_5 \ln(Y_{t-1})$$

Ahora si se considera un modelo autorregresivo según la siguiente ecuación, la elasticidad de largo plazo, por ejemplo al precio, está dada por el cociente entre el coeficiente del precio y 1 menos el coeficiente del rezago de la variable dependiente (Lin & Pince, 2010). En este caso la elasticidad de largo plazo es  $\frac{\beta_2}{1-\beta_4}$ .

$$\ln(E_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(P_t) + \beta_3 \ln(Y_t) + \beta_4 \ln(E_{t-1})$$

Con estos antecedentes la forma de la elasticidad de largo plazo para el modelo general está dada por  $\frac{\beta_2 + \beta_3}{1-\beta_6}$ .

En base a los antecedentes mencionados anteriormente, se definen los siguientes modelos de proyección econométricos según la Tabla 3.17 con el fin de estimar el consumo energético y las emisiones del sector transporte.

Tabla 3.17 Conjunto de variables a proyectar

Modelo	Variable	Unidad genérica
Aéreo	PKM interurbano	pax*km/año
Marítimo	TKM interurbano	ton*km/año
Ferroviario	TKM interurbano	ton*km/año
	PKM interurbano	pax*km/año
	PKM urbano	pax*km/año
Caminero	TKM interurbano	
	PKM interurbano	ton*km/año
	TKM urbano	pax*km/año
	PKM urbano	

### 3.3.1 Modelos econométricos para proyección de la demanda

Cada modelo econométrico tiene como variable independientes principal el PIB, el cual puede ser total nacional, regional o per cápita. Se utiliza como base de análisis los modelos de proyección en estudios nacionales recientes (PNUD, 2013) dado que se hacen proyecciones de demanda de transporte de pasajeros y de carga. Sin embargo, para esta actualización, y dado que la definición de series históricas de demanda en el Modelo STEP 2.0 ha sido mejorada para el caso caminero y ferroviario, se presentarán para el siguiente informe, nuevos modelos que se ajusten a las nuevas series de datos.

La Figura 3.13 resume la estructura general de los modelos econométricos de TKM y PKM. La variable de ingreso que se utiliza dependerá del tipo de variable a modelar, modelos de pasajeros utilizan ingreso per cápita, mientras modelos de carga utilizan ingreso total. Si el ingreso a utilizar es nacional o regional dependerá exclusivamente de los resultados estadísticos obtenidos, sin embargo, se debe cumplir que las elasticidades respecto del ingreso sean positivas o como mínimo permitan proyectar variables con formas

relativamente constantes cuando la información presente dificultades para esto (Por ejemplo, en caso de existir series de una variable dependiente que sean decrecientes en el tiempo en donde esta tendencia no pueda ser explicada por otra variable independiente).

Otra variable independiente a evaluar en todos los modelos es el precio real de los combustibles, esta variable es procesada para reflejar el precio real desde el punto de vista del poder adquisitivo. Para ello es deflactada de acuerdo al IPC nacional. Para que la variable sea finalmente incluida en el modelo se debe cumplir que su elasticidad sea negativa, es decir que un aumento del precio contraiga la actividad. Esta condición debe ser cumplida adicionalmente a los requisitos estadísticos (Significancia, etc.). De no cumplirse las condiciones la variable se excluye del modelo específico de proyección de cada variable final.

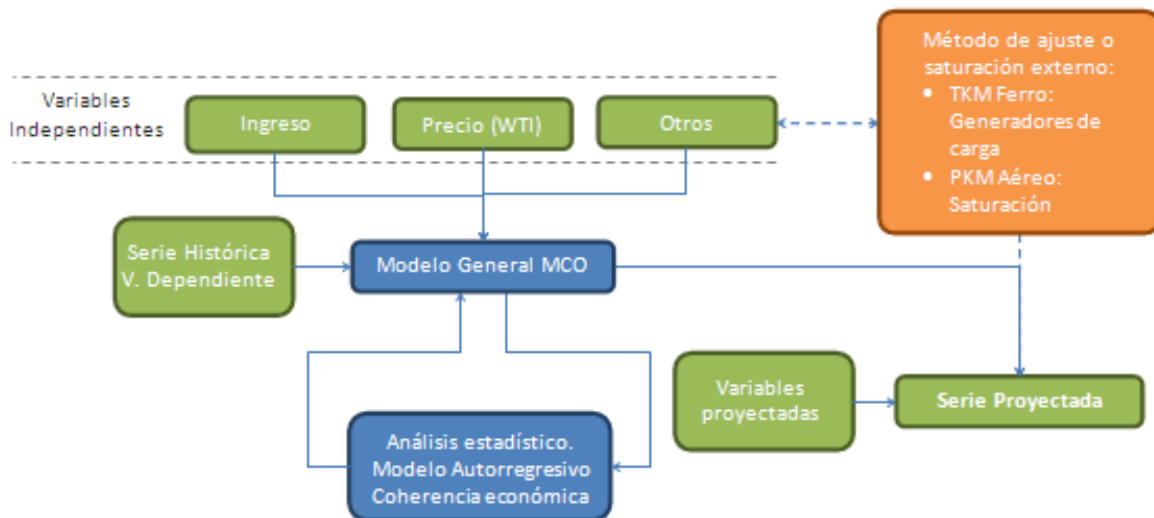


Figura 3.13 Diagrama de generación de modelos econométricos PKM y TKM (PNUD, 2013)

Adicionalmente se consideran otras variables de proyección o ajuste, ya sea porque están estrechamente ligadas a la actividad de algún modo o región, o porque restringen las proyecciones de acuerdo a niveles de actividad saturables. En particular de acuerdo al estudio desarrollado para SECTRA el año 2011<sup>5</sup>, se considera la producción minera del

<sup>5</sup> Análisis Del Transporte Ferroviario De Carga, Libra Ingenieros Consultores para SECTRA, 2011.

cobre como driver del transporte ferroviario de carga hacia el norte, y la producción de celulosa como driver del transporte ferroviario de carga hacia el sur.

Otro factor relevante son las tarifas aéreas. La caída de los precios en la última década colaboró en un aumento explosivo en la demanda de vuelos, luego si las variables predictivas omiten información podrían asignar erróneamente las elasticidades, por ejemplo al ingreso. Esto es un problema conocido, ya que usualmente las proyecciones convencionales de demanda aérea tienden a sobreestimar la proyección de demanda dado el continuo crecimiento del producto nacional. Por lo tanto una serie de variación de las tarifas podría justificar una fracción del crecimiento de la última década, impidiendo a la vez que el modelo “explote” (Dado que las tarifas deben rondar puntos de equilibrio al contrario del PIB que tiene una tendencia creciente siempre).

### **3.3.2 Modelo PKM Aéreo**

El incremento de la variable PKM Aéreo, durante los últimos años ha sido vertiginoso, promediando durante los últimos 6 años un crecimiento anual de 16%.

Esta conducta estaría entre otras variables impulsada por el incremento del PIB per cápita nacional y la caída del precio de los pasajes aéreos. Esta última variable ha presentado una caída importante en las últimas décadas.

Se obtuvo una aproximación al comportamiento del precio de los pasajes aéreos mediante información de tarifas entregada por la JAC entre los años 1981-2012. Lamentablemente esta información está incompleta (No se encontraron valores para todos los años), además de no considerar suficientemente variaciones intra-anales.

Se dispuso de información de tarifas de ida con origen en la ciudad de Santiago y destino en las ciudades de Arica, Iquique, Antofagasta, La Serena, Temuco, Puerto Montt, Balmaceda y Punta Arenas. Esta información se obtuvo para la aerolínea Ladeco en el año 1982, el periodo 1985-1988 y el año 1990. El siguiente registro se obtuvo para la compañía Lan Chile desde el año 1998 hasta el año 2012, pero sin información en el periodo 2000-2002. Para completar los periodos sin información se interpoló entre los años más cercanos

con información de tarifas. Los valores son llevados a pesos reales deflactando cada año según el IPC acumulado.

Las aerolíneas poseen variados modelos de tarifa, los registros utilizados para la construcción del índice en el periodo 1998-1999 corresponde a la segunda tarifa más económica, posteriormente en el periodo 2003-2006 se utilizó la tarifa “Súper programada web”, y en el periodo 2007-2012 se utilizó la tarifa “Base”, esta selección se basa en la consideración de que las tarifas más económicas son las que provocan los incrementos en los viajes. La siguiente figura muestra el índice construido sobre la base del promedio de precios entre las ciudades mencionadas, en color rojo los años en que se obtuvieron datos.

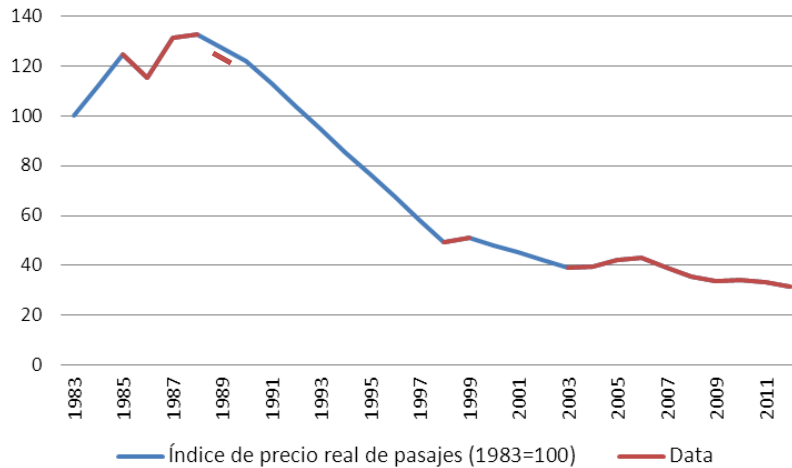


Figura 3.14 Índice de precio real de pasajes aéreos nacionales.  
Fuente: elaboración propia.

La ausencia de datos entre los años 1991 y 1997 distorsiona considerablemente el análisis de la variable, más aun considerando la gran diferencia del valor real de los pasajes antes y después de este periodo. Además es claro que la estructura de la demanda antes del año 1991 es muy distinta a lo que comienza a pasar desde el año 1998 hasta la actualidad, una oferta mucho mayor enfocada a nuevos segmentos, acompañada una expansión importante del mercado nacional, comienza a dar acceso a este medio de transporte a segmentos para los que era impensado volar antes de la década de los 90. Esto último, acompañado de la ausencia de datos entre el año 1991 y 1997, lleva a la utilización de una

dummie que anula la información de precio previo al año 1998, esto además corrige en algunos casos comportamientos inadecuados de la variable que presenta elasticidades positivas. Luego la variable es considerada si posee elasticidad negativa y es estadísticamente significativa.

En general el comportamiento de la demanda aérea provoca que los resultados econométricos que consideran al PIB como variable independiente sean excesivamente optimistas respecto del crecimiento de la demanda aérea de pasajeros, con elasticidades de largo plazo promedio de 2,8%

Por otra parte IEA (2006) proyecta un incremento del consumo de energía en los países de la OECD, en el periodo 2004-2030, de un 61,5%, con una tasa anual menor en la segunda mitad del periodo, esto sugiere un efecto de saturación en el sector, es decir que desde cierto nivel de desarrollo, las tasas de crecimiento disminuyen en el tiempo.

Considerando el factor anterior, y suponiendo que al año 2027 Chile alcanzaría al menos el nivel promedio de desarrollo de los países de la OECD al año 2004, es entonces posible acotar el nivel del crecimiento del consumo energético aéreo, por el nivel de crecimiento del consumo de los países OECD en el periodo 2004-2030.

Luego, durante el periodo 2027-2050 la demanda energética aérea nacional se modela forzando que el crecimiento durante todo el periodo sea de un 61,5%. La variación anual corresponde a la tasa de crecimiento del año 2027, pero se pondera geoméricamente por un factor de decaimiento, esto quiere decir que año a año la tasa de crecimiento decae al ser ponderada por un factor, este factor se escoge de acuerdo a que se cumpla la condición de crecimiento total del periodo 2027-2050 de un 61,5%.



### 3.3.3 Modelo de partición modal

Dentro de los antecedentes más recientes desarrollados a nivel nacional, existe un modelo de proyección de partición modal que asigna la demanda para el transporte de pasajeros y urbano, es decir, dado un PKM regional existe una proyección de partición modal (PNUD, 2013) que determina cómo se reparte la demanda entre los modos urbanos: vehículo particular, bus, taxi, motocicleta, bicicleta y tren urbano (cuando aplica).

La actualización del Modelo STEP 2.0 tiene como base incluir la mejor información disponible, de preferencia actualizable y de carácter público. Los resultados de las series proyectadas de partición modal se enmarcan en el ya citado proyecto intergubernamental MAPS Chile, sector transporte (PNUD, 2013).

En este contexto, la actualización considerará esta información como resultado que asigne la demanda proyectada de *pasajeros terrestre urbana* (que incluye caminero y tren urbano), y se propone evaluar en conjunto con la contraparte, el mejorar el modelo de partición modal para la RM dada la posibilidad de disponer en el transcurso de este estudio de nueva información referente a la encuestas origen destino 2010.

### 3.3.4 Proyección de consumo Bunker

La variable bunker se divide en consumo aéreo y marítimo, en ambos sectores se modela la demanda energética en unidades energéticas lo que permite independizar la proyección de un combustible en particular.

En el sector marítimo este consumo responde exclusivamente a carga, sin embargo, en el sector aéreo este consumo responde tanto a carga como a demanda por turismo o servicios internacionales. La variable independiente a evaluar en el modelo marítimo internacional es el PIB mundial ajustado por poder de paridad de compra (PIB PPP). Se utiliza este ajuste dado que es necesario reflejar la capacidad real de la demanda internacional ajustado al

poder adquisitivo. El modelo general a evaluar para el consumo marítimo internacional es el siguiente:

$$\ln(E_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(Y_t) + \beta_3 \ln(Y_{t-1}) + \beta_3 \ln(E_{t-1})$$

Donde:

$E_t$  : consumo energético en el periodo  $t$

$Y_t$  : nivel del PIB PPP mundial

Por otra parte el consumo aéreo producido por operaciones internacionales dependería del PIB PPP mundial, pero además del PIB nacional. Esto se debe a que la variable refleja por un lado un crecimiento de la demanda local por viajes internacionales, es decir un mayor acceso a realizar viajes internacionales tanto turísticos como de negocios, lo que sería catalizado por el aumento del ingreso doméstico. Adicionalmente, la variable está compuesta por una fracción impulsada por la demanda extranjera por vuelos desde y hacia el país, esta componente se vería afectada en forma general por las condiciones económicas internacionales, reflejadas en el producto internacional.

Por esta razón el modelo general seleccionado para proyectar la demanda energética del sector aéreo está dado por la siguiente ecuación:

$$\ln(E_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(Y_t) + \beta_3 \ln(Y_{t-1}) + \beta_4 \ln(X_t) + \beta_5 \ln(X_{t-1}) + \beta_3 \ln(E_{t-1})$$

Donde:

$E_t$  : consumo energético en el periodo  $t$

$Y_t$  : nivel del PIB PPP mundial

$X_t$  : PIB nacional o excluyentemente el PIB per cápita nacional

La serie histórica para el desarrollo del modelo abarca entre los años 1991 y 2007, que si bien es acotada permite modelar esta variable. Nuevamente, se espera un nivel de significancia de los coeficientes de 90%.

### 3.4 Actualización de Consumos Energéticos y Emisiones

La metodología nueva de STEP 2.0 implica que la determinación de *consumo energético* por modo sea un cálculo que considera como variable fundamental la demanda de transporte. El cálculo de *emisiones* por su parte no tiene mayores modificaciones respecto a la metodología original y sólo considera un módulo adicional de cálculo referente a las emisiones indirectas producidas por el consumo eléctrico.

La aplicación de estos dos módulos de cálculo de la metodología generará los resultados de línea base para cada región desagregados por:

- Modo de transporte: caminero, ferroviario, marítimo y aéreo
- Tipo de transporte: pasajero y carga
- Ámbito: urbano e interurbano
- Fuente energética: combustibles fósiles, electricidad y biocombustible

#### 3.4.1 Cálculo de consumo energético

Las ecuaciones que determinan los consumos energéticos por región para los distintos modos y categorías considerados en el Modelo STEP2.0 tienen dos formas generales dependiendo de la disponibilidad de información característica de cada modo. Estas implican:

- i. Emplear la variable demanda y parámetros de tasas de carga, tasas de ocupación y factores de consumo energético
- ii. Emplear la variable demanda y un parámetro de intensidad energética por unidad de demanda.

- **MODO MARÍTIMO:** en este caso el consumo se calcula de los datos proyectados de demanda de transporte de carga según la siguiente ecuación:

$$CE_{mar,f} = TKM_{mar} * IE_{mar} * P_f$$

Donde:

$CE_{mar,f}$  : consumo energético modo marítimo (unidad de energía) para el combustible f

$TKM_{mar}$  : demanda de transporte de carga marítima (ton-km)

$IE_{mar}$  : intensidad energética modo marítimo (unidad de energía / ton-km)

$P_f$  : factor para desagregar consumo energético (unidades de energía) por combustible

f : combustible modo marítimo: diésel, petróleo combustible

- **MODO AÉREO:** en este caso el consumo se calcula de los datos proyectados de demanda de transporte de pasajeros según la siguiente ecuación:

$$CE_{aer} = PKM_{aer} * IE_{aer}$$

Donde:

$CE_{aer}$  : consumo energético modo aéreo (unidad de energía)

$PKM_{aer}$  : demanda de transporte de pasajeros aéreo (pax-km)

$IE_{aer}$  : intensidad energética modo aéreo (unidad de energía / pax-km)

En este caso el consumo energético obtenido a partir de la demanda de pasajeros se asocia únicamente al combustible *kerosene de aviación*. Para el caso del consumo de combustible *gasolina de aviación* el resultado se obtiene directo de la proyección.

- **MODO FERROVIARIO:** en este caso el consumo se calcula de los datos proyectados de demanda de transporte de carga y además, de las proyecciones de demanda de pasajeros urbano e interurbano, según las siguientes ecuaciones:

$$CE_{fer,carga} = \frac{TKM_{fer}}{TC_{fer} * FdC_{fer,carga}}$$

Donde:

$CE_{fer,carga}$  : consumo energético modo ferroviario, carga (unidad de energía)

$TKM_{fer}$  : demanda de transporte de carga ferroviario (ton-km)

$TC_{fer}$  : tasa de carga modo ferroviario (ton/convoy)

$FdC_{fer,carga}$  : factor de consumo modo ferroviario carga (km-convoy/unidad de energía)

$$CE_{fer,pax,iu} = PKM_{fer,iu} * IE_{fer,pax,iu}$$

Donde:

$CE_{fer,pax,iu}$  : consumo energético modo ferroviario, pasajero, interurbano (unidad de energía)

$PKM_{fer,iu}$  : demanda de transporte de pasajeros ferroviario interurbano (pax-km)

$IE_{fer,pax,iu}$  : intensidad energética modo ferroviario pasajero interurbano (unidad de energía/pax-km)

$$CE_{fer,pax,u} = \frac{PKM_{fer,u}}{TO_{fer,u} * FdC_{fer,pax,u}}$$

$$PKM_{fer,u} = PKM_{ter,u} * Pob * PM_{fer,pax,u}$$

Donde:

$CE_{fer,pax,u}$  : consumo energético modo ferroviario, pasajero, urbano (unidad de energía)

$PKM_{fer,u}$  : demanda de transporte de pasajeros ferroviario urbano (pax-km)

- $TO_{fer,u}$  : tasa de ocupación modo ferroviario, urbano (pax/convoy)
- $FdC_{fer,pax,u}$  : factor de consumo modo ferroviario pasajero (km-convoy/unidad de energía)
- $PKM_{ter,u}$  : demanda de transporte de terrestre<sup>6</sup> urbano (km/pob)
- $Pob$  : población
- $PM_{fer,pax,u}$  : partición modal (%) para modo ferroviario, pasajero, urbano

Para el caso de transporte de carga la fuente energética es *diésel* y para el caso de transporte de pasajeros, la fuente de energía es *electricidad*.

- **MODO CAMINERO:** en este caso el consumo se calcula de los datos proyectados de demanda de transporte de carga y además, de las proyecciones de demanda de pasajeros urbano e interurbano, según las siguientes ecuaciones

$$CE_{cam,carga,a,k} = \frac{TKM_{cam,carga} * Am_a * T_{a,k}}{FdC_{cam,carga,a,k} * TC_{cam,carga,a,k}}$$

Dónde:

$CE_{cam,carga,a,k}$  : consumo energético para modo caminero, carga, ámbito a y categoría k

$TKM_{cam,carga}$  : demanda de transporte de carga caminero, carga (ton-km)

$Am_a$  : factor para desagregar demanda por ámbito de transporte a

$T_{a,k}$  : factor para desagregar demanda por ámbito de transporte a y tipo de camión k

$FdC_{cam,carga,a,k}$  : factor de consumo modo caminero, carga, ámbito a y tipo de camión k

k

$TC_{cam,carga,a,k}$  : tasa de carga modo caminero, carga, ámbito a y tipo de camión k

a : urbano e interurbano

k : liviano, mediano, pesado

---

<sup>6</sup> Se señaló previamente que se proyecta demanda de transporte de pasajeros urbano terrestre que considera los modos caminero urbano y ferroviario urbano

$$CE_{cam,pax,a,i} = \frac{PKM_{cam,a,i} * Pob * PM_{cam,pax,a,i}}{TO_{cam,pax,a,i} * \sum_i FdC_{i,a} * CT_i}$$

Donde:

$CE_{cam,pax,a,i}$  : consumo energético modo caminero, pasajero, ámbito a, tipo vehicular i  
(unidad de energía)

$PKM_{cam,a,i}$  : demanda de transporte de pasajeros, caminero ámbito a, tipo vehicular i  
(pax-km)

$TO_{cam,pax,a,i}$  : tasa de ocupación modo caminero, pasajero, ámbito a y tipo vehicular i  
(pax/veh)

$FdC_{i,a}$  : factor de consumo modo caminero, pasajero, ámbito a y tipo vehicular a  
(km/unidad de energía)

$Pob$  : población

$PM_{cam,pax,u,i}$  : partición modal (%) para modo caminero, pasajero, ámbito a, tipo vehicular i

i : vehículo particular, bus, taxi, motocicleta, bicicleta

a : urbano e interurbano

### 3.4.2 Cálculo de Emisiones globales y locales

El cálculo de emisiones tiene la misma metodología planteada en el modelo original de STEP. El cálculo Tier 1 se basa en el consumo de combustible por modo. Para el modo caminero, se realiza un cálculo con un alto nivel de detalle que considera la composición tecnológica del parque y su evolución en el tiempo. Este último método es más representativo para la estimación de los contaminantes locales.

La ecuación general para todos los modos en el cálculo de emisiones, tanto para contaminantes locales y como globales se indica a continuación:

$$E_{m,f,c} = CE_{m,f} * FE_{m,f,c}$$

Donde:

$E_{m,f,c}$	: emisiones para el modo m, fuente de energía f y contaminante c
$CE_{m,f}$	: consumo energético para el modo m, fuente de energía f
$FE_{m,f,c}$	: factor de emisión para el modo m, fuente de energía f y contaminante c
m	: marítimo, aéreo, ferroviario, caminero (y sus tipos vehiculares)
f	: combustibles fósiles
c	: contaminantes locales y globales

El cálculo detallado que se aplica en el modo caminero está representado por la siguiente ecuación:

$$ED_{cam,f,i,c} = \sum_j CE_{cam,f,i,j} * FdC_{cam,f,i,j} * CT_{cam,f,i,j} * FE_{cam,f,i,j}$$

Donde:

$ED_{cam,f,i,c}$	: emisiones detalladas para el modo caminero, fuente de energía f, tipo vehicular i y contaminante c
$CE_{cam,f,i,j}$	: consumo energético para el modo caminero, fuente de energía f, tipo vehicular i, tecnología vehicular j
$FdC_{cam,f,i,j}$	: factor consumo energético para el modo caminero, fuente de energía f, tipo vehicular i, tecnología vehicular j
$CT_{cam,f,i,j}$	: composición tecnológica (%) modo caminero, fuente de energía f, tipo vehicular i, tecnología vehicular j
$FE_{cam,f,i,j}$	: factor de emisión para el modo caminero, fuente de energía f, tipo vehicular i, tecnología vehicular j
f	: combustibles fósiles



- i : vehículo particular, bus, taxi, motocicleta, bicicleta, camión liviano, mediano y pesado
- j : Euro 1- Euro 6, Eléctrico, híbrido, híbrido plug in, biocombustible
- c : contaminantes locales y globales

Finalmente, para el caso de las emisiones indirectas producidas por el consumo eléctrico, la ecuación general se define a continuación<sup>7</sup>:

$$EE_{elec,c} = \sum_{se} CE_{elec,se} * FE_{se,c}$$

Donde:

- $EE_{elec,c}$  : emisiones indirectas por consumo eléctrico del contaminante c
- $CE_{elec,se,c}$  : consumo eléctrico asociado al sistema eléctrico se
- $FE_{se,c}$  : factor de emisión para el sistema eléctrico se y contaminante c
- se : SING, SIC, Aysén y Magallanes
- c : contaminantes globales

---

<sup>7</sup> Estas emisiones son independientes del modo de transporte, solo dependen del sistemas interconectado

## 4 REPROGRAMACIÓN DEL PROGRAMA COMPUTACIONAL STEP

La reprogramación del programa computacional STEP incluye una revisión y diagnóstico del programa inicial y su mejora por etapas. Estas dos componentes metodológicas (actualización y reprogramación) se han desarrollado paralelamente. Este capítulo contiene las siguientes subactividades que se encuentran *terminadas* o *en desarrollo* para este pre informe final, según se indica a continuación:

Tabla 4.1 Estado de Avance reprogramación STEP

Sub Actividad	Estado Informe 2
Revisión y diagnóstico del programa existente	terminada
Reprogramación STEP Nivel 1 - Estructura Bases de Datos	terminada
Reprogramación STEP Nivel 2 - Cálculos internos e interacción con el usuario	terminada
Reprogramación STEP Nivel 3 - Reporte de resultados con apoyo SIG	en desarrollo

Se realizarán las modificaciones necesarias a la herramienta computacional **STEP**, mediante la reprogramación, como consecuencia de la actualización metodológica, la cual tiene como propósito ampliar las capacidades de evaluación, compatibilizar aquellos aspectos metodológicos comunes, empleados por la autoridad ambiental, y perfeccionar las estimaciones y proyecciones de consumos energéticos y de las emisiones contaminantes del transporte del país.

Además, la reprogramación contempla aspectos relacionados con facilitar al usuario la interacción y control de los procesos de ingreso de datos, cálculos efectuados y solicitud de reportes de resultados.

En este contexto, se consideran las siguientes modificaciones estructurales al programa:

- a) Reestructuración del sistema computacional hacia un enfoque basado en cargas de información de variables de entradas (input), administración de información interna con o sin opciones de modificación, y salidas de información (output) en bases de datos Access y coberturas geográficas tipo Shape. Este enfoque busca generar un

instrumento de evaluación más transparente, evitando desarrollos de módulos tipo cajas negras y potenciando salidas graficas del sistema.

- b) Adecuación del sistema computacional, incorporando la actual división administrativa del país, esto significa considerar en los análisis la Región de Arica y Parinacota (XV) y la Región de Los Ríos (XIV). El Director del estudio pondrá a disposición del estudio la cobertura geográfica nacional en formato ESRI shapefile (shp), con los límites administrativos regionales del país.
- c) Flexibilización de la creación de escenarios de evaluación en el sistema computacional, evitando la rigidez de la actual versión.
- d) El nuevo sistema incorpora un módulo específico para el ingreso de proyecciones externas de variables de entrada al modelo, para ser evaluadas en forma independiente a las proyecciones propia de la metodología. Adicionalmente, se incluye un módulo dentro de la herramienta que permita ingresar inputs externos a los desarrollados por el modelo STEP relacionados a variables de demanda del transporte (carga o pasajeros) tal que la herramienta sea capaz de obtener estimaciones de emisiones y consumo energético a través de la definición de una serie de parámetros de transporte como tasas de ocupación vehicular, tasas de carga, partición modal, entre otros.
- e) El nuevo sistema computacional considera un módulo especial para exportar reportes georeferenciados de las evaluaciones realizadas.
- f) El sistema computacional considera un menú de ayuda en las diferentes ventanas del nuevo sistema, que permita orientar al usuario en aspectos básicos del uso de la aplicación. Este requerimiento no reemplazará los objetivos propios de un manual de usuario, sino más bien será un complemento del mismo.

Estas modificaciones constituyen un nuevo sistema computacional para realizar las estimaciones y proyecciones de consumos energéticos y emisiones del transporte del país, el cual recibe como nombre oficial, **STEP versión 2.0**.

## **4.1 Revisión y diagnóstico del programa existente**

En base al análisis de la documentación estudiada a partir de la versión original de STEP, se desprende lo siguiente:

- El lenguaje de programación actualmente utilizado es C#.
- La solución actual está programada con orientación a objetos.
- La segmentación se encuentra en paquetes, clases y vistas.
- Se separa la capa de negocios de la vista y datos.
- Las clases existentes permiten manejar los atributos asociados a las tablas.
- Para evitar la demora en carga de datos extraídos desde la BD, estos se guardan en una clase de forma temporal.
- Se trabaja con el Framework .NET mediante el IDE Visual Studio

Considerando lo anterior, se realiza el siguiente análisis:

- Se deben mantener la mayoría de las funcionalidades, los cambios principales provendrían de la actualización de parámetros de entrada y metodologías aplicadas. Se introducen mínimos cambios a las funciones ya existentes.
- Algunas funcionalidades deben permitir nuevos factores. Es necesario que los métodos actuales permitan añadir nuevos factores.
- Se añaden nuevos modelos y metodologías. Es necesario que el código sea lo suficientemente flexible para permitir añadir nuevos objetos.
- Se permiten nuevos métodos de entrada para alimentar los modelos. Las fuentes de datos podrán provenir tanto desde BD como desde el usuario.
- Algunos cálculos toman un poco más de tiempo. Ha sido necesario evaluar desempeño de ejecución al realizar procesamiento, en vista de brindar la mejor experiencia para el usuario.
- Se incorporan coberturas georeferenciados. Es necesario almacenar coordenadas para posterior visualización en mapas mediante GIS.
- Se facilita la interacción y control de procesos al usuario. Se considera la usabilidad del aplicativo, diseño centrado en la experiencia del usuario.

#### **4.1.1 Solución desarrollada**

En base a los requerimientos y especificaciones anteriores, se ha desarrollado una solución basada en tecnología web que permite, además de las funciones esenciales requeridas, mejorar la accesibilidad y disponibilidad de la información que provee STEP, haciéndola accesible desde diversos puntos del país, tanto para reportes, como para las funciones de evaluación de escenarios y también para la administración de la configuración, conforme sea definido por SECTRA.

Lo anterior será construido tomando como base el diseño de interfaces de todas las funciones existentes en la actual versión de STEP, permitiendo así disminuir lo máximo posible el impacto en la usabilidad del sistema a los actuales usuarios del mismo.

El nuevo sistema por tanto es accesible a través de navegadores de internet, los cuales son sin costo para los usuarios y permiten una flexibilidad también a la hora de generar informes descargables. Los navegadores que podrán ser usados en esta versión de STEP (STEP 2.0) serán: Internet Explorer, Firefox, Chrome y Safari en sus versiones disponibles a Marzo de 2013 (al menos), y que cumplan al menos con las definiciones de HTML 4.0 y Javascript 1.1.

En cuanto a la arquitectura de software de la solución propuesta, ésta contempla las siguientes componentes principales:

- Servidor con Sistema Operativo Linux 2.4 (CentOS 6.0 o superior)
- Servidor Web Apache 2.0
- Sistema Administrador de Base de Datos Mysql 5.0 o superior.
- Aplicaciones funcionales implementadas en lenguaje PHP 5.0 o superior

Buscando continuar la filosofía de la actual aplicación de STEP, que usa un modelo MVC como patrón de diseño, se ha buscado preservar dichos patrones considerando los ajustes necesarios para un modelo de arquitectura de sistema de 3 capas, estándar para sistemas web, separando por tanto lo que es la presentación de los datos (interfaces), de las

lógicas de negocio (ecuaciones), y del almacenamiento de los datos en sí (base de datos). Lo anterior permite una flexibilidad y adaptabilidad a los cambios en las componentes (interfaces de presentación, lógica de negocio y aplicaciones, o base de datos, pudiendo incluso llegar a asimilar cambios a nivel de versiones de sistema operativo o servidor web) con un impacto mucho menor en las demás componentes.

Producto de la migración a ambiente web, y con el consecuente potencial acceso desde múltiples ubicaciones físicas, así como por múltiples usuarios, es que se incorpora un módulo de Control de Usuarios que permite definir Usuarios y Roles de Usuarios, para administrar el acceso a las diversas funcionalidades del sistema, el cual puede contemplar si SECTRA lo requiere control por dirección IP de acceso para funciones con información más sensible.

En relación a las definiciones de implementación, la construcción de la solución contempla los siguientes aspectos principales:

- Interfaces implementadas en HTML 4.0, Javascript y CSS, eventualmente se considera el uso de algunas funcionalidades de la librería jQuery, particularmente el uso de calendarios en caso de ser necesario. Se contempla que las interfaces sean compatibles con las versiones de marzo de 2013 para los navegadores Internet Explorer, Firefox, Chrome y Safari.
- Arquitectura LAMP de software base, esto es, el Sistema Operativo Linux (distribución CentOS si en SECTRA no se usa alguna específica), servidor web Apache 2.0, motor de base de datos Mysql versión 5.0 al menos, lenguaje de programación PHP, versión 5.x.
- En cuanto a modelamiento de la solución, se considera la modularización al menos a 3 niveles, con el objeto de lograr estándares que aseguren adaptabilidad de la solución, mayor seguridad a nivel de código y de control de usuarios, y mayor seguridad del acceso a la base de datos, compatibilizando esta filosofía con el modelo MVC usado en la versión 1.0 de STEP.
- En cuanto a la topología de red, por seguridad, se sugiere separar los tramos de red donde se ubiquen los servidores web y de bases de datos. El servidor web debe tener

acceso desde el exterior, por lo que debe tener autorizados los protocolos HTTP y DNS al menos, mientras que el servidor de base de datos, sólo debiera ser accesable desde la dirección IP del servidor web (y no desde el exterior) por el puerto de comunicación que usa el motor de Base de Datos para las conexiones a la BD, y desde la LAN desde donde se realice el mantenimiento y administración de los servidores. Para lo anterior, es buena práctica proteger con un dispositivo firewall el servidor web (que controlaría el acceso desde y hacia internet), y con otro firewall ubicado entre el servidor web y el servidor de base de datos (que controla el acceso desde el servidor web como desde la LAN).

#### **4.1.2 Propuesta de Interfaces STEP 2.0**

Este documento presenta las propuestas de interfaces para STEP 2.0, diseñadas en común acuerdo con la contraparte en base a las propuestas reportadas en el Informe de Avance 2. Las interfaces incluidas son las siguientes, indicando a que Nivel de reprogramación corresponde cada uno:

- Página de Inicio (Nivel 1)
- Menú Principal (Nivel 1)
- Menú Usuarios (Nivel 1)
- Menú Parámetros de Modelamiento (Nivel 2)
- Menú Administrar Escenarios (Nivel 2)
- Menú Calcular Emisiones (Nivel 2)
- Menú Comparar Resultados (Nivel 2)
- Menú Exportar Resultados (Nivel 3)

Las próximas secciones describen los resultados de programación para el Nivel 1 (estructura bases de datos), Nivel 2 (cálculos internos e interacción con el usuario) y Nivel 3 (reporte de resultados).

## 4.2 Reprogramación STEP Nivel 1

### Estructura Bases de Datos

Esta Sección describe la estructura de las siguientes etapas de programación de la herramienta STEP versión 2.0:

- Página de Inicio
- Menú Principal
- Menú Usuarios

A continuación se describen cada una de estas “pantallas” o menús que conforman el programa.

#### 4.2.1 Pantalla de Inicio

La herramienta STEP 2.0 se encuentra temporalmente disponible en el siguiente enlace: <http://www.areati.cl/step/index.htm>. Para acceder a ella se ha creado un usuario de prueba denominado *sectra*, contraseña *secreta*.

La pantalla de inicio permite controlar el acceso de usuario al sistema, así como los niveles de acceso según Rol de usuario que cada usuario tenga configurado.

Una vez ingresado el usuario y la clave, se procede a su validación y en caso de éxito, se despliega la página siguiente con el menú principal, que corresponde a un panel de control. Desde esta pantalla se puede escoger la acción deseada, cada una de las cuales se explica de manera individual a continuación.





Figura 4.1 Página de Inicio Modelo STEP

#### 4.2.2 Menú Principal

Una vez ingresado el usuario y la clave, se procede a su validación y en caso de éxito, se despliega la página siguiente con el menú principal, que corresponde a un panel de control con seis opciones. Desde esta pantalla se puede escoger la acción deseada, cada una de las cuales se explica de manera individual a continuación.

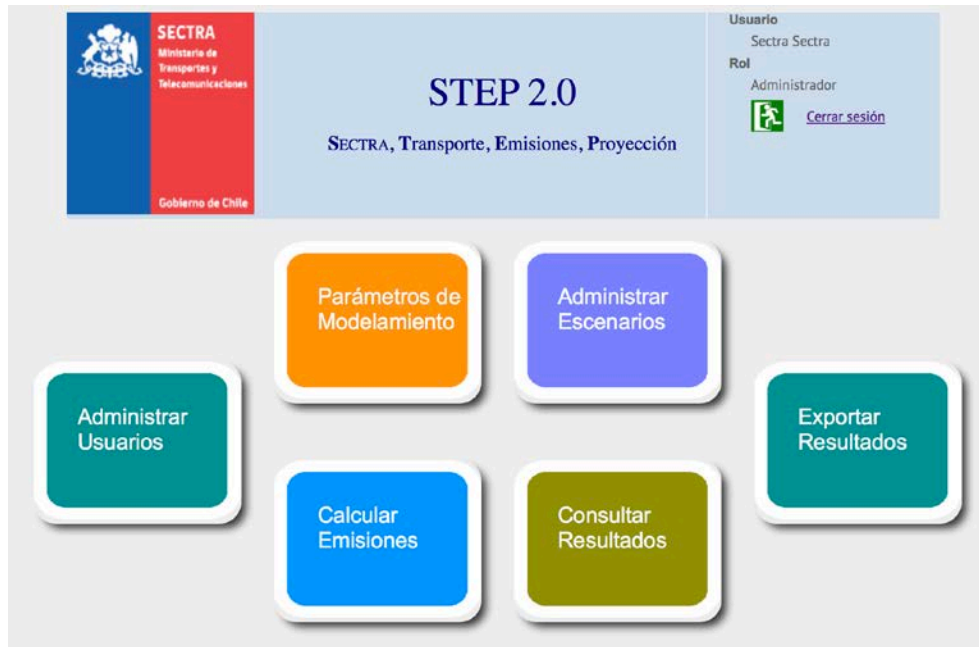


Figura 4.2 Página de Menú Principal Modelo STEP

### 4.2.3 Menú Usuarios

Esta pantalla permite la creación de nuevos usuarios con distintas atribuciones, donde es el administrador el que asigna nuevos nombres y contraseñas.



Figura 4.3 Página de Menú Principal Modelo STEP

## **4.3 Reprogramación STEP Nivel 2 Cálculos internos e interacción**

### **4.3.1 Parámetros de Modelamiento**

Esta pantalla permite consultar los parámetros de modelación de la Línea Base o de un escenario predefinido. Los parámetros de modelación son aquellas variables utilizadas para realizar un cálculo y no son los resultados de la modelación. Es importante destacar que la herramienta STEP ha sido diseñada para visualizar los parámetros de modelamiento contenidos en una Base de Datos que se carga al sistema. No es la función de este Menú cambiar individualmente los datos contenidos en la Base de Datos desde la plataforma STEP. Debido a la complejidad de esta Base de Datos, el usuario que desee realizar modificaciones a los parámetros de modelación debe hacerlo directamente desde el archivo nativo (planilla excel suministrada para tales efectos). Es necesario proteger los parámetros de modelación empleados por la Línea Base, para mantener la referencia al analizar escenarios, por lo que es importante evitar que los usuarios puedan modificar estos datos directamente desde la herramienta STEP. A través de esta ventana de visualización de parámetros se puede revisar un escenario específico y compararlo con la línea base o con algún otro escenario.

La Base de Datos consta de varias capas de información y este Menú permite recorrer la información de manera ordenada, de acuerdo a un árbol de navegación estructurado.

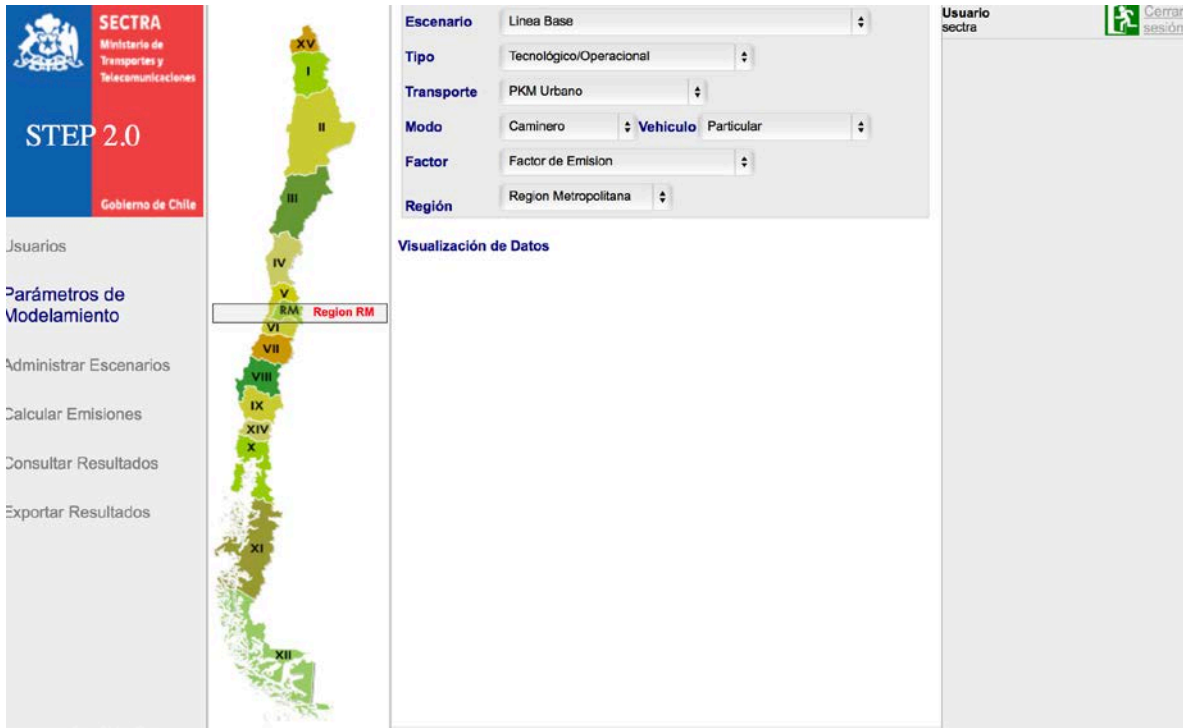


Figura 4.4 Parámetros de Modelamiento STEP

Esta pantalla permite seleccionar un escenario y luego especificar el Tipo de Parámetro que se desea consultar. En la pantalla siguiente se muestra un ejemplo, luego de seleccionar un Escenario ficticio e indicar el Tipo como Partición Modal.

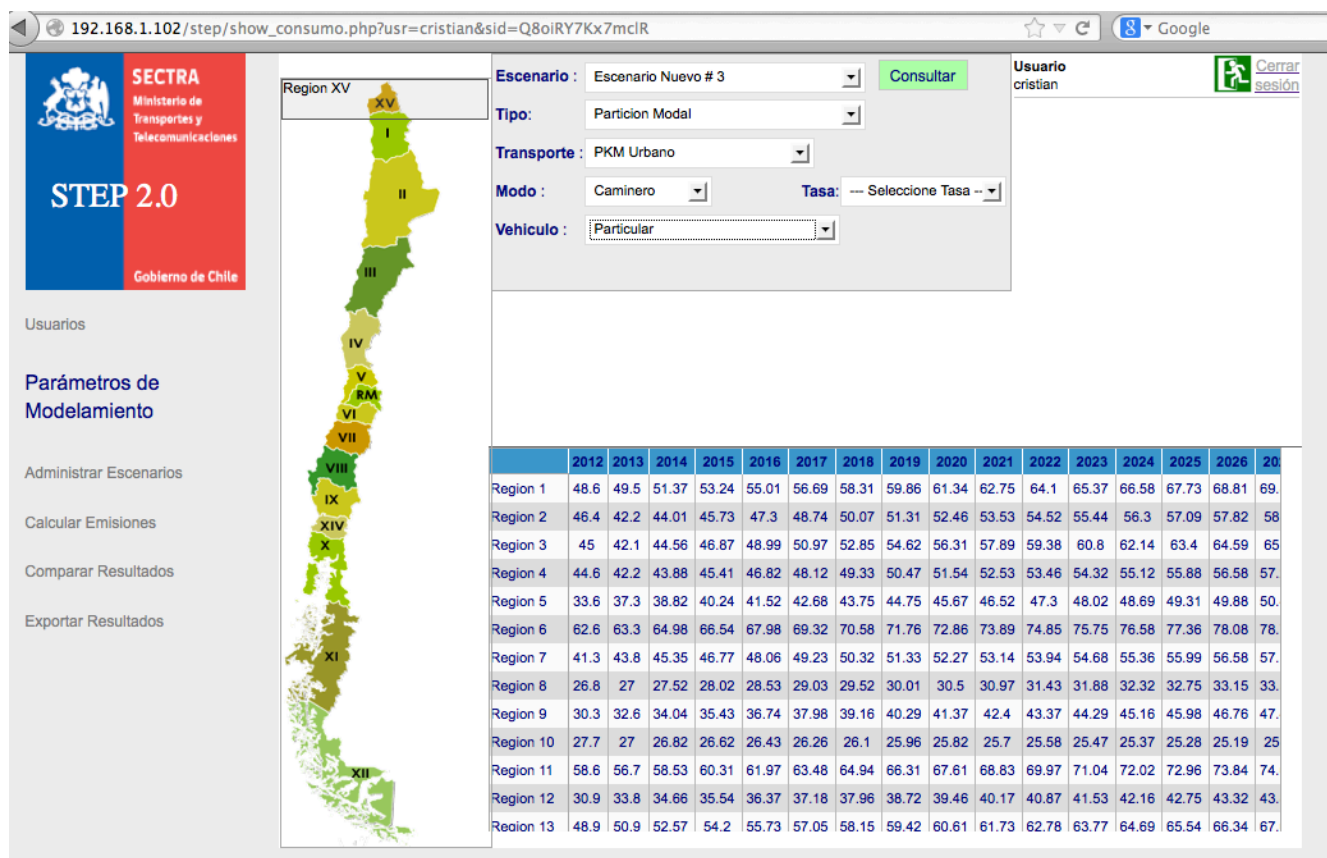


Figura 4.5 Visualización Parámetros de Modelamiento STEP

A modo de ejemplo, una vez indicado el Tipo de Parámetro a consultar (Partición Modal en este caso), la interfaz solicita especificar el Transporte escogido (que en el ejemplo es seleccionado PKM Urbano) y ante lo cual se deben indicar los parámetros Modo (Caminero), y Vehículo (Particular), con lo que se listan los datos correspondientes para las 15 regiones de Chile.

#### 4.3.2 Administrador de Escenarios

Esta interfaz permite realizar algunas operaciones sobre un escenario, a saber: crear un nuevo escenario (a partir de una anterior o desde cero), consultar los parámetros, cargar archivos con los datos de los parámetros, eliminar un escenario, comparar los parámetros entre dos escenarios existentes.

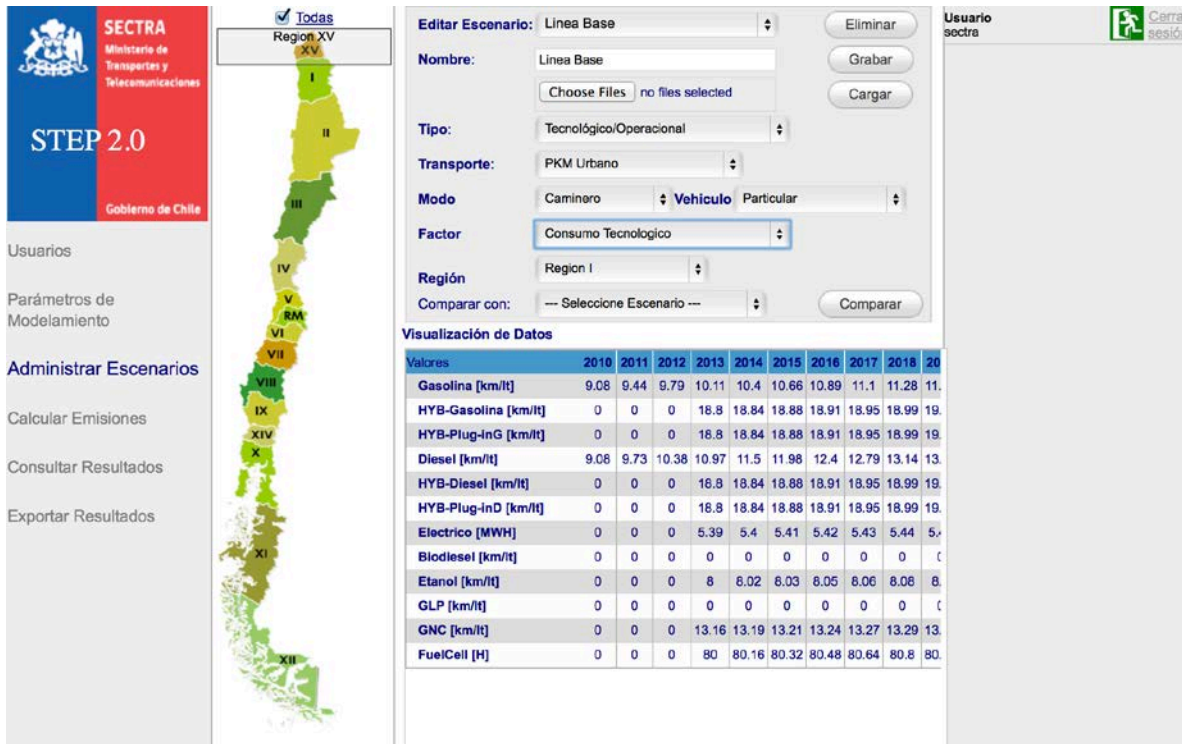


Figura 4.6 Pantalla Administración de Escenarios

Para consultar, se seleccionan los filtros que se solicitan, de modo de determinar el parámetro que corresponda.

Para cargar los datos, se debe indicar el escenario al cual se cargarán y luego seleccionar los archivos (haciendo click sobre el botón Browse), para finalmente dar click sobre el botón Cargar.

Luego de una carga, se presenta un breve resumen del proceso de carga. Luego de lo cual se pueden consultar los valores cargados en el escenario.

The screenshot shows the 'Administrador de Escenarios' web application. On the left, there is a sidebar with the 'STEP 2.0' logo and navigation options: 'Usuarios', 'Parámetros de Modelamiento', 'Administrar Escenarios', 'Calcular Emisiones', 'Comparar Resultados', and 'Exportar Resultados'. The main content area is divided into several sections:

- Mapa de Chile:** A map of Chile with regions I through XV. Region XII is highlighted in red and labeled 'Región de Magallanes'.
- Lista de Regiones:** A vertical list of regions I through XV, each with a checkbox. Region XII is checked.
- Panel de Edición:** A form for editing the scenario. It includes fields for 'Nombre' (Escenario Nuevo # 3), 'Tipo' (Particion Modal), 'Transporte' (PKM Urbano), 'Modo' (Caminero), and 'Vehículo' (Particular). There are buttons for 'Eliminar', 'Guardar', 'Crear', 'Cargar', and 'Comparar'.
- Visualización de Datos:** A table with two columns: 'Archivo' and 'Línea 1'. It lists various data files and their corresponding line numbers.

Archivo	Línea 1
DDA_PKM.csv	DEMANDA;PKM;;Factor de Cambio;100%;.....
PKM_URB_CAM.csv	PKM;CAMINERO;URBANO;;Factor de cambio;100%;.....
PKM_URB_VARIOS.csv	PKM;AEREO;INTERURBANO;;Factor de cambio;100%;.....
PM_PKM_INTERURB_CAM.csv	PM;PKM;INTERURBANO;.....
PM_PKM_URB_CAM.csv	PM;PKM;URBANO;.....
PROY_TEC_PKM_URB_BUSES.csv	PROYECCION_TECNOLOGICA;PKM;URBANO;.....
PROY_TEC_PKM_URB_PART.csv	PROYECCION_TECNOLOGICA;PKM;URBANO;.....
PROY_TEC_PKM_URB_TAXIS.csv	PROYECCION_TECNOLOGICA;PKM;URBANO;.....
tasa_ocup_PKM.csv	TASA DE OCUPACION;PKM;.....

Figura 4.7 Visualización de datos en Administrador de Escenarios

### 4.3.3 Cálculo de Emisiones

La interfaz Calcular Emisiones permite indicar un escenario y luego realizar los cálculos de emisiones para dicho escenario, con lo cual se presenta dinámicamente el avance del proceso de cálculo, como se muestra en la siguiente pantalla.

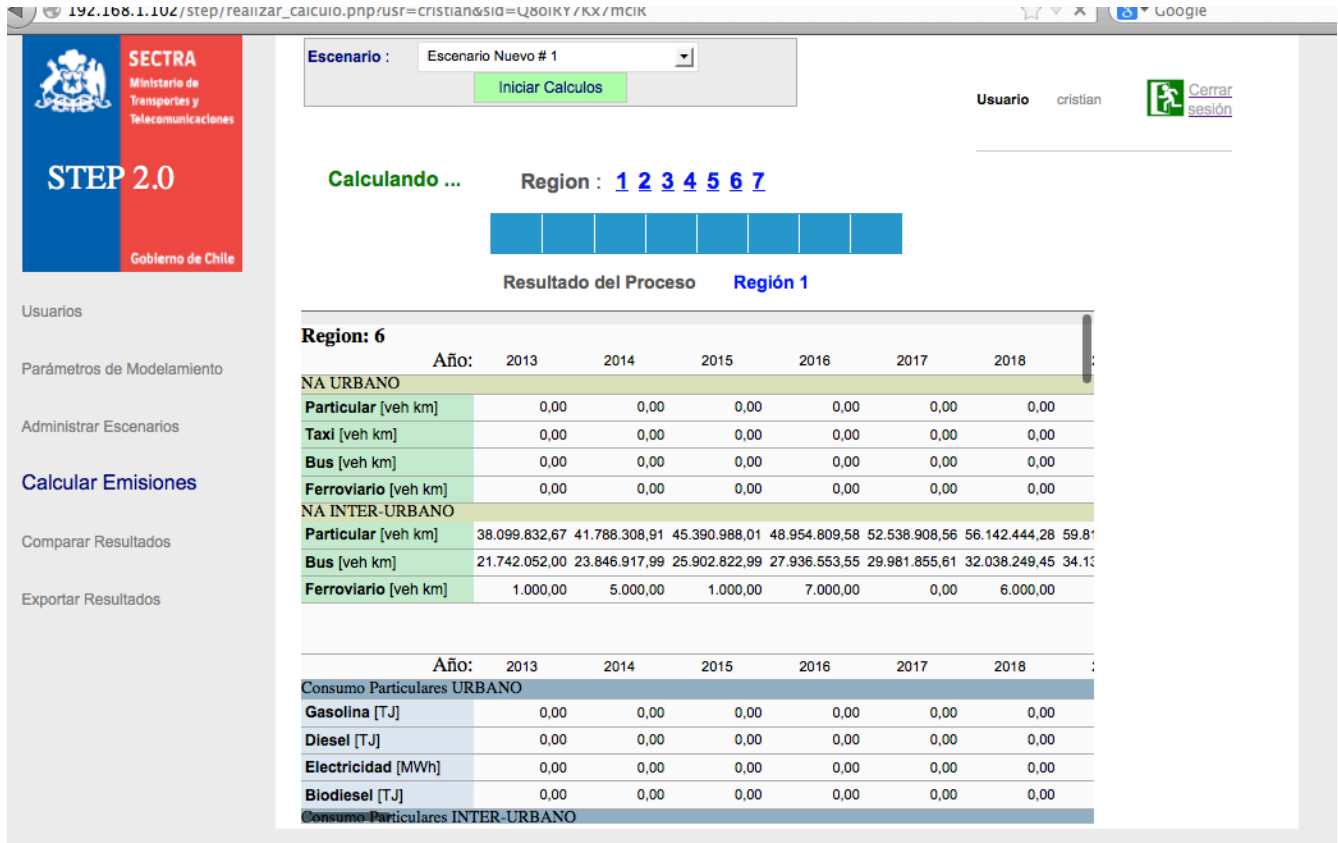


Figura 4.8 Pantalla para Cálculo de Emisiones

Una vez terminado el proceso de cálculo, se puede seleccionar una región en particular y consultar por los valores calculados para cada región de manera específica. A modo de ejemplo se muestra la siguiente pantalla, en la cual se consultó por la región 4.



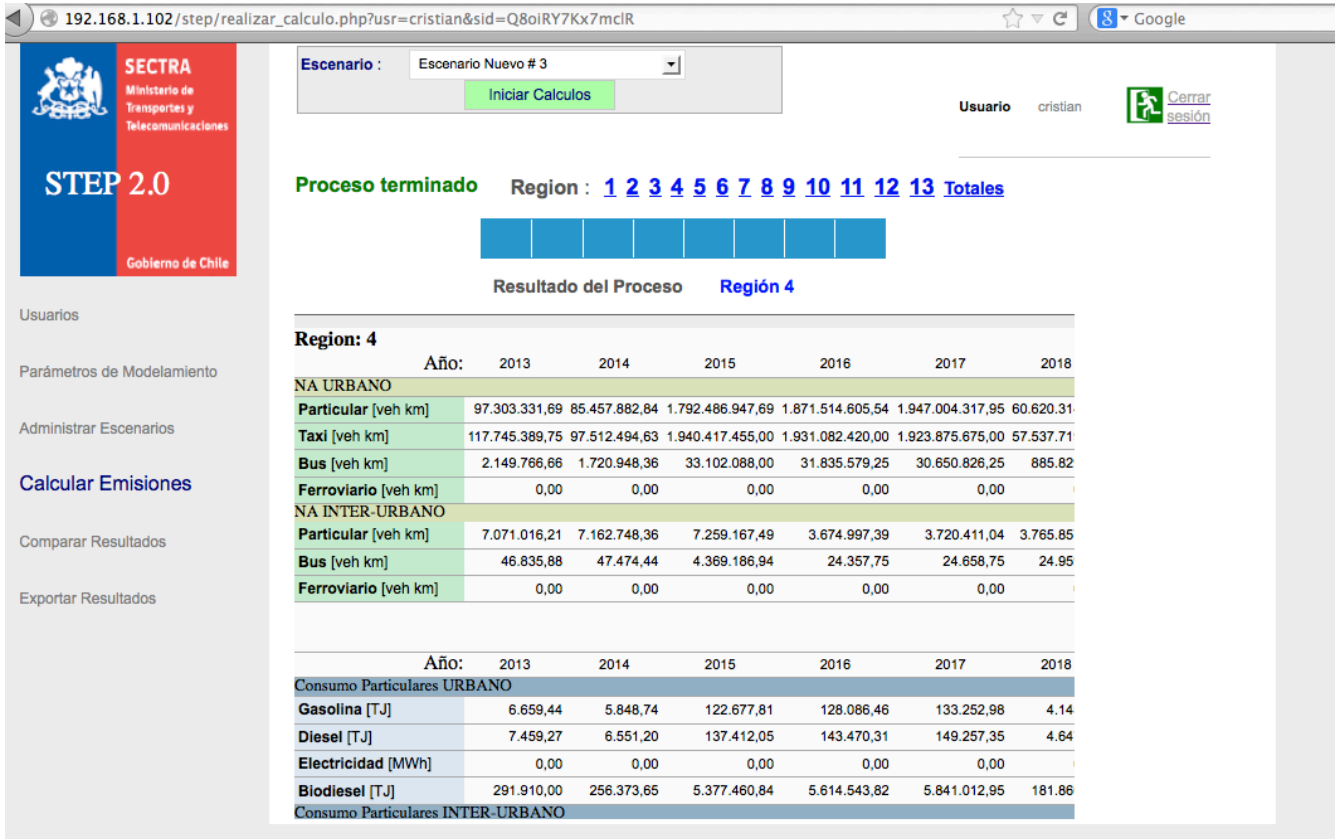


Figura 4.9 Pantalla resumen por Región para Cálculo de Emisiones

#### 4.3.4 Comparación de Resultados.

La interfaz Comparar Resultados, permite ver los resultados calculados (almacenados en forma automática) para un escenario en cualquier momento posterior a cuando fueron realizados, como se muestra de ejemplo en la siguiente pantalla, en que se consulta los valores calculados para la línea Base.

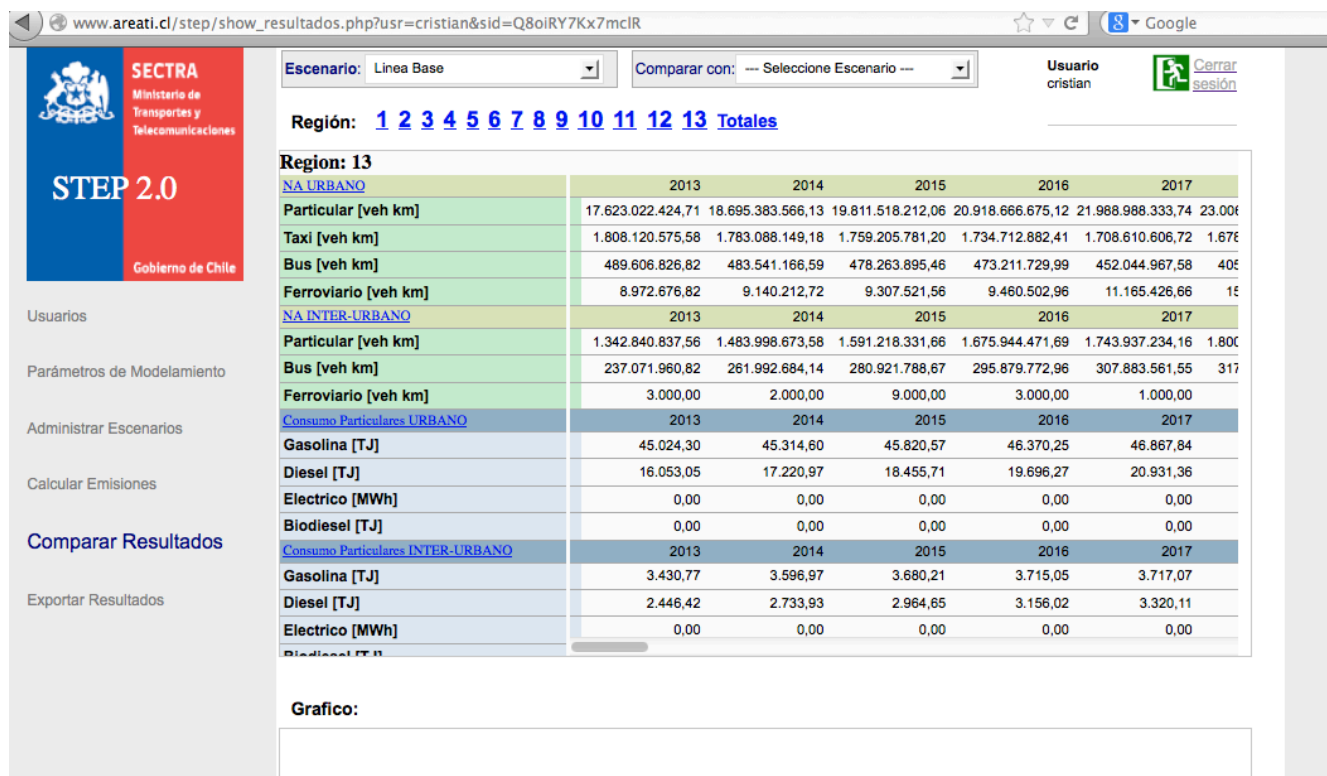


Figura 4.10 Pantalla Comparación de Resultados

Igualmente la interfaz permite ver simultáneamente los valores de emisiones calculados para dos escenarios distintos y visualizar todas las variables en las que se observan diferencias, particularmente se visualizan en rojo los valores que son diferentes entre el primer y segundo escenario seleccionado.

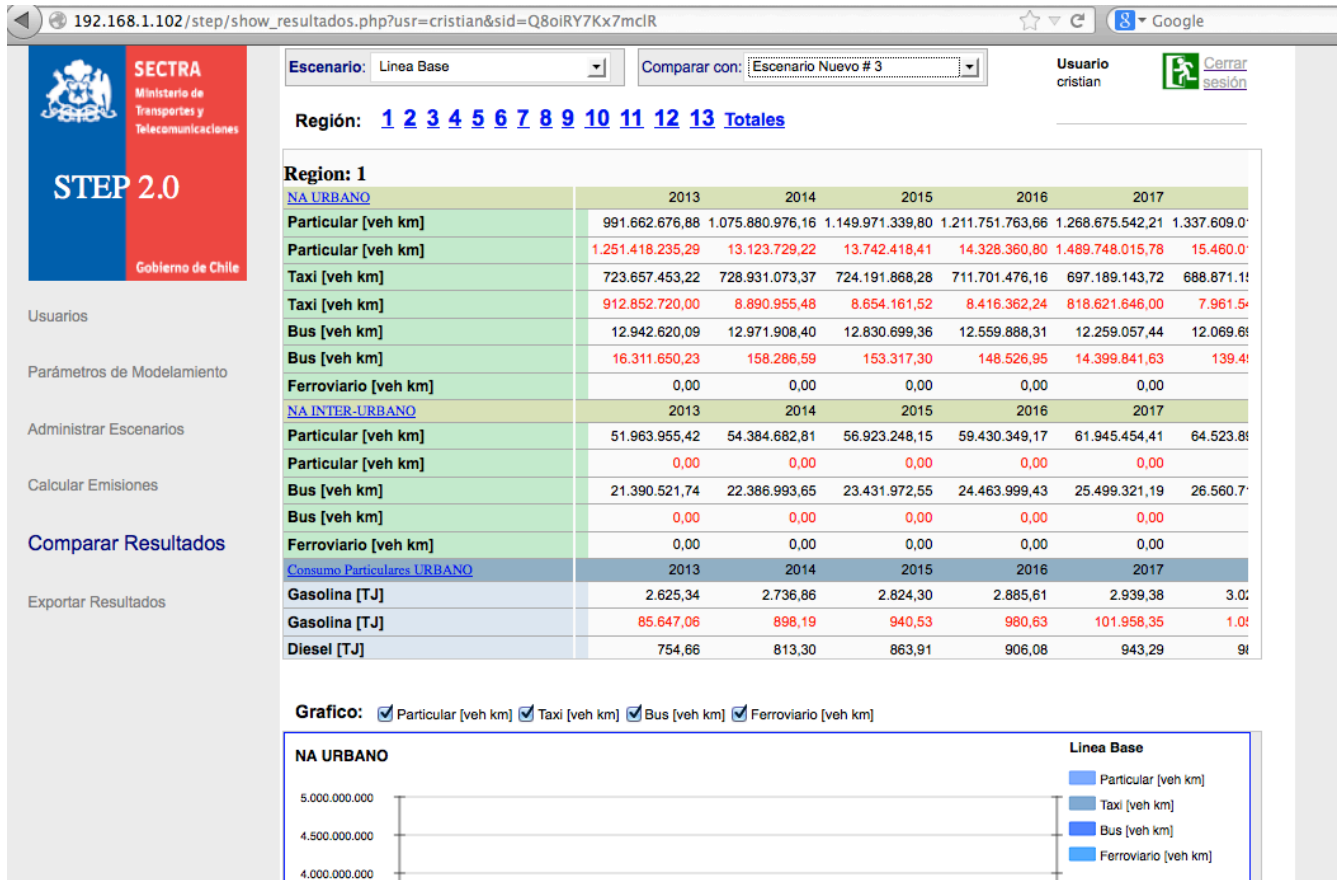


Figura 4.11 Pantalla destacando diferencias entre Escenarios

### 4.3.5 Gráficos de Resultados

Igualmente a la comparación de los valores, la interfaz permite visualizar gráficamente cualesquiera de los bloques de información que contienen a las variables, según se muestra en la siguiente pantalla, donde se ha seleccionado el bloque NA Urbano, para el caso en que solo se ha consultado un solo escenario:

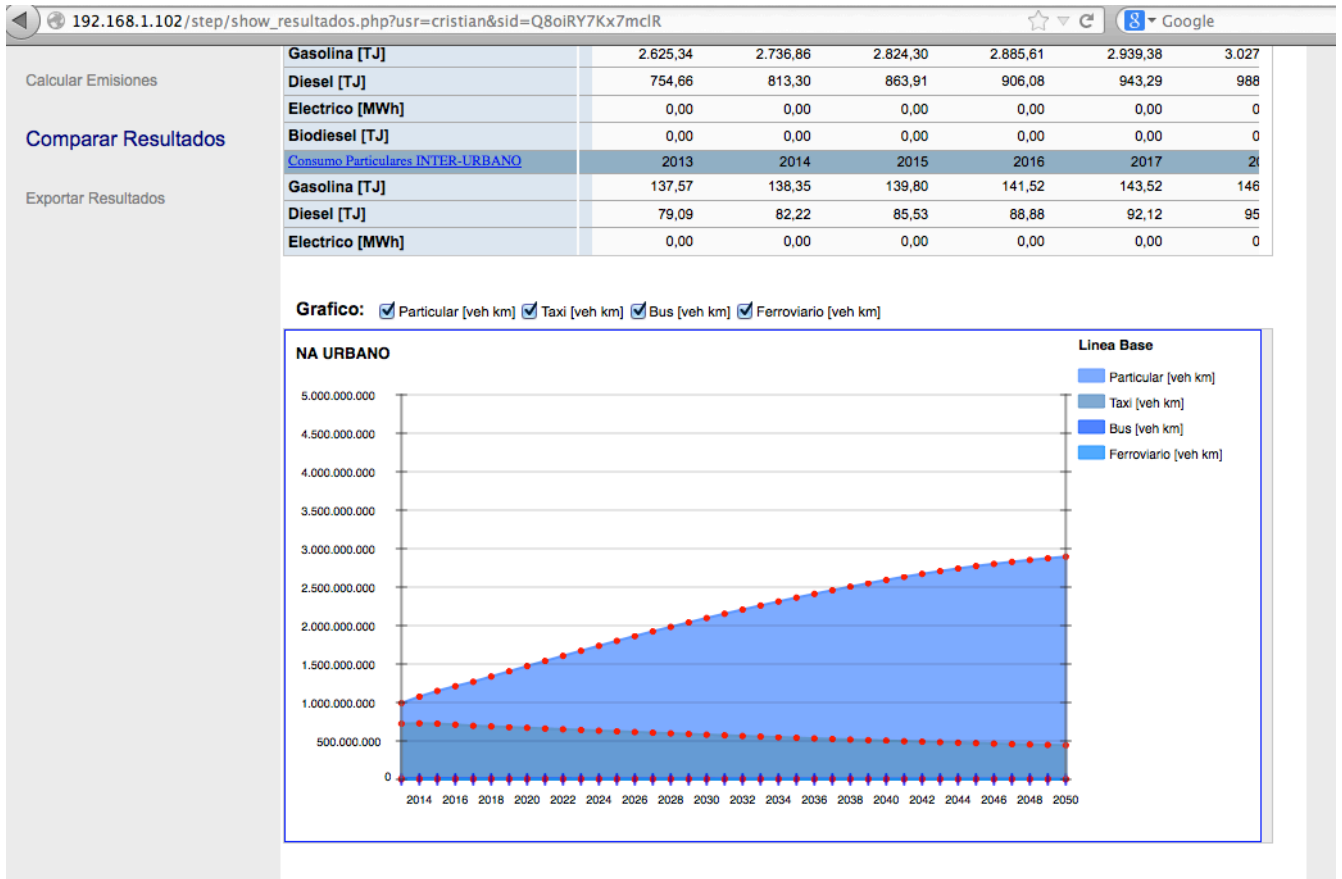


Figura 4.12 Pantalla indicando comparación gráfica de resultados

Para el caso en que se han seleccionado dos escenarios, el gráfico también permite visualizar los datos de ambos gráficos simultáneamente, como se muestra en la siguiente pantalla.

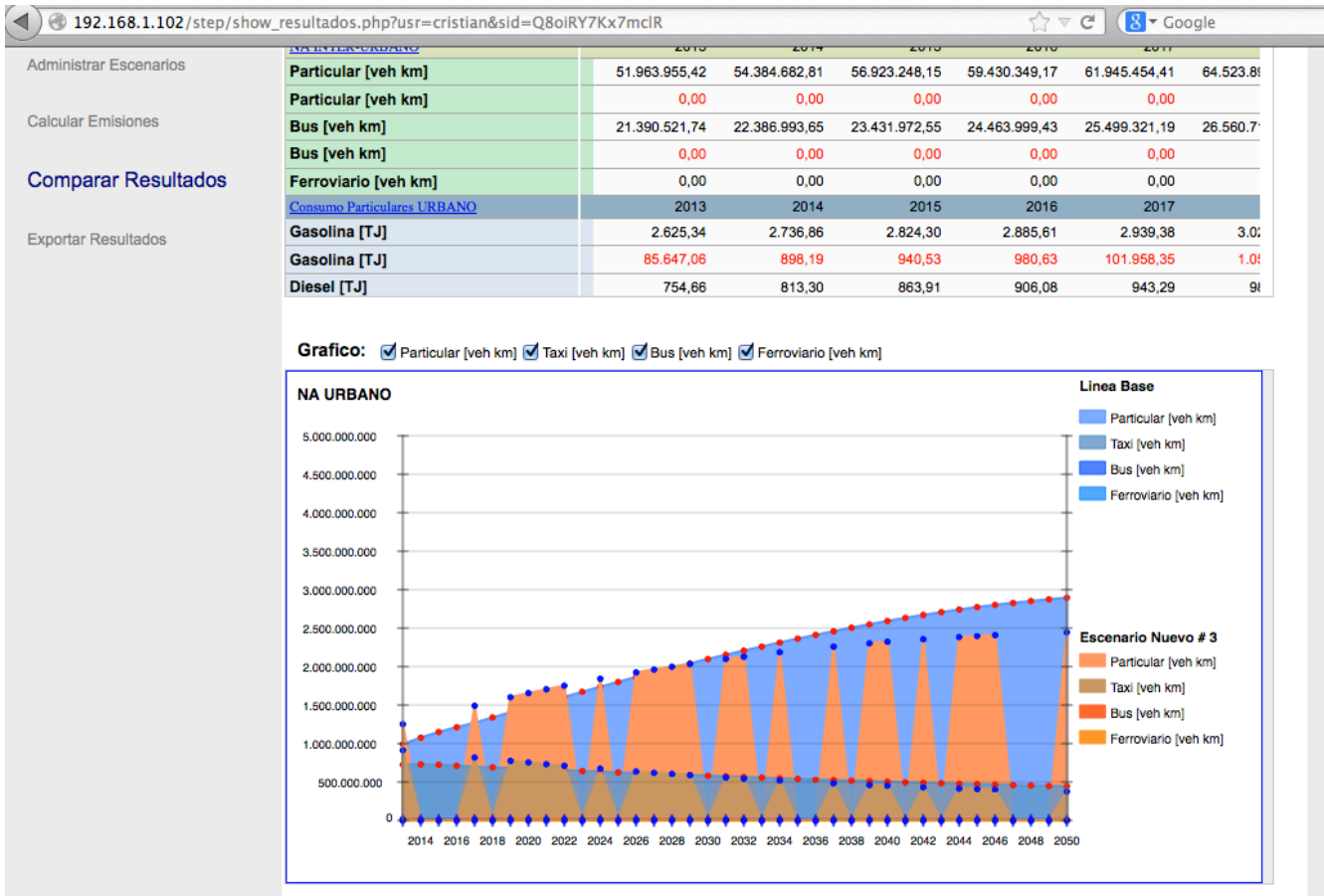


Figura 4.13 Pantalla indicando gráficas comparativas de resultados

Por último, en todas las interfaces, una vez iniciada sesión, se provee la información del módulo en uso y el usuario conectado, y también se proveen las opciones de Cerrar sesión o Volver al menú principal.

#### 4.4 Líneas de trabajo y Objetos Geográficos

De igual forma, se ha iniciado un trabajo identificando los objetos geográficos que se utilizarán en el proyecto, los cuales son mencionados a continuación, con su información respectiva.

Las labores a desempeñar en el proyecto estarán regidas por 3 líneas fundamentales que responden al cumplimiento de los objetivos de reprogramar el modelo STEP y emplear el nuevo modelo para evaluar escenarios. Estas líneas son:

1. Refinamiento de la Unidad Geográfica.
2. Georeferenciación de Variables iniciales.
3. Implementación en GIS del Modelo Econométrico (reportes georeferenciados).

A continuación se realiza una breve explicación de cada una de estas líneas.

#### **4.4.1 Refinamiento de la Unidad Geográfica (UG)**

Por definición, la unidad geográfica mínima corresponde a la región, es decir, la asignación inicial de consumos y emisiones se realiza a cada una de las regiones del país, pero se entiende que una versión avanzada de STEP considera un alto nivel de desagregación.

El objetivo de esta línea de trabajo es crear una capa desagregada de la unidad geográfica básica que sea un avance significativo respecto de STEP1, específicamente, la subdivisión comunal, y de ser posible, la incorporación del mar territorial como capa formal (en STEP1 correspondía a una mejor visualización de la herramienta SIG), con toda la información relevante asociada, en formato shape.

#### **4.4.2 Georeferenciación de Variables iniciales**

Consiste en la asignación de consumos y emisiones por modo, a las unidades geográficas establecidas en el punto anterior.

Los consumos y emisiones iniciales, desagregados en cuatro modos (marítimo, ferroviario, aéreo y caminero), dispuestos adecuadamente en una base de datos, con un formato preestablecido, serán relacionados espacialmente a las unidades geográficas, obteniéndose una base de datos que considera la variable geoespacial (input para la modelación).

#### **4.4.3 Implementación en GIS del Modelo Econométrico (reportes georeferenciados).**

El despliegue en GIS de los resultados de la modelación depende fuertemente del nivel de desagregación espacial que se logre con esta etapa de STEP, partiendo de cantidades o tasas anuales de consumo/emisiones por región, hasta modelos de rasterización que superpongan la difusión gaseosa de emisiones en las rutas de una ciudad, en periodos de tiempo pequeños.

### **4.5 Manual de usuario**

Todos los aspectos descritos anteriormente se encuentran contenidos en un documento separado que corresponde al *Manual de Usuario de la Herramienta STEP 2.0*. Este manual se adjunta a la entrega del presente informe.

## **5 RESULTADOS DE PROYECCIÓN DE VARIABLES DE DEMANDA UTILIZADOS EN STEP 2.0**

El capítulo a continuación presentan los resultados de series de demanda, tanto históricas como proyectadas, para el transporte de carga y pasajeros. En la sección 5.1 se señalan todos los resultados históricos obtenidos para cada uno de los modos de transporte y que son resultado de aplicar la metodología descrita en la sección 3.2. La sección 5.2 corresponde a los resultados de proyección de demanda regional (PKM y TKM) 2050 obtenidos de aplicar la metodología descrita en la sección 3.3.

### **5.1 Resultados Series Históricas**

A continuación se indican las series históricas de demanda de transporte de carga (TKM) y pasajeros (PKM) para los cuatro modos considerados en la metodología STEP2.0. En esta sección se presenta además, la serie histórica de consumo energético Búnker, la cual corresponde al consumo energético asociado a las actividades del internacionales del modo aéreo y marítimo, y que es un nuevo tipo de resultado incluido en la metodología STEP2.0. El detalle de todos los resultados históricos determinados para el transporte de carga y pasajeros se encuentra en los anexos digitales descritos el **ANEXO C** del presente estudio.

#### **5.1.1 Modo Caminero**

Como el modo de transporte caminero no posee una fuente de información que entregue directamente la demanda, fue necesario desarrollar la metodología para asignación de demanda. Una vez desarrollada la metodología descrita en el capítulo 3.2 y con los datos respecto del consumo de combustibles de cada una de las categorías, es posible determinar la serie histórica de demanda de transporte tanto de carga como de pasajeros.

Como se indicó en la sección 3.2 se desagrega el consumo de combustible en 5 categorías, las cuales generan finalmente el consumo total de combustibles y finalmente la serie histórica de demanda de transporte, como se observa en la Tabla 5.1 y



Tabla 5.1 Demanda de Transporte de Pasajeros modo caminero [paxkm]

CATEGORÍA	2009	2010	2011	2012
<b>Vehículo Particular</b>	58.211.159.990	59.893.730.355	61.441.438.276	66.366.643.328
<b>Taxis</b>	5.254.047.300	4.962.086.899	4.656.191.813	6.581.093.235
<b>Buses</b>	59.159.675.204	63.121.827.227	63.358.769.515	60.739.577.949
<b>Moto</b>	496.491.770	475.426.359	2.769.258.142	593.027.863
<b>TOTAL</b>	<b>123.121.374.264</b>	<b>128.453.070.840</b>	<b>132.225.657.746</b>	<b>134.280.342.375</b>

Las series de demanda generadas desde el consumo de combustible de las distintas categorías se reparten a través de las regiones en función del parque de vehículos y los niveles de actividad de las distintas categorías, de este modo se generan la Tabla 5.2 en donde se observa la participación de cada región en la demanda total de transporte de pasajeros.

Tabla 5.2 Serie histórica de demanda de transporte de pasajeros caminero a partir del 2009

Región	2009	2010	2011	2012
<b>I</b>	2.952.655.382	3.950.331.237	4.506.353.443	4.509.126.229
<b>II</b>	9.663.181.013	12.193.842.177	11.675.287.403	13.111.668.698
<b>III</b>	5.156.289.005	4.782.744.112	4.833.260.810	5.652.126.767
<b>IV</b>	7.430.848.035	8.064.960.651	6.129.365.684	8.690.813.261
<b>V</b>	15.791.114.649	15.493.311.654	15.564.322.839	16.233.540.161
<b>VI</b>	7.638.936.703	8.404.586.325	7.910.212.150	8.660.393.878
<b>VII</b>	6.137.335.649	6.412.007.386	4.328.373.212	6.738.957.525
<b>VIII</b>	14.907.840.039	15.084.305.891	15.571.191.016	15.918.583.817
<b>IX</b>	6.694.827.403	6.728.160.536	5.347.635.159	6.729.107.171
<b>X</b>	4.561.908.972	4.672.283.387	4.678.695.632	4.969.176.317
<b>XI</b>	723.219.228	834.446.316	845.766.732	793.782.129
<b>XII</b>	819.878.991	1.022.402.368	925.560.635	982.777.836
<b>XIII</b>	62.295.732.801	64.139.164.864	67.797.867.521	64.226.983.735
<b>XIV</b>	1.625.056.569	1.677.880.486	1.742.735.567	1.829.547.840
<b>XV</b>	1.910.915.138	2.373.029.751	2.231.827.279	2.809.621.749

Para el caso del transporte de carga, como se tienen tasas de carga variables dependiendo del tipo de camión que se considere, se debe hacer la separación del consumo para liviano, mediano y pesado de este modo se tiene una demanda asociada a cada tipo de camión, como se observa en la Tabla 5.3

Tabla 5.3 Demanda de Transporte de Carga modo caminero [tonxkm]

Uso	Tipo	2009	2010	2011	2012
<b>Urbano</b>	Liviano	5.761.512.532	5.846.428.035	6.179.281.466	6.268.706.890
	Mediano	8.934.965.958	9.066.653.102	9.582.842.916	9.721.524.055
	Pesado	1.533.664.655	1.556.268.425	1.644.871.121	1.668.675.393
<b>Interurbano</b>	Liviano	0	0	0	0
	Mediano	0	0	0	0
	Pesado	26.692.369.292	27.085.772.232	28.627.840.685	29.042.137.527
<b>TOTAL</b>		<b>42.922.512.436</b>	<b>43.555.121.794</b>	<b>46.034.836.188</b>	<b>46.701.043.865</b>

Las series de demanda generadas desde el consumo de combustible de los distintos tipos de camiones se reparten a través de las regiones en función del parque de vehículos y los niveles de actividad de los distintos tipos de camiones, de este modo se generan la en donde se observa la participación de cada región en la demanda total de transporte de pasajeros.

Tabla 5.4 Serie histórica de demanda de transporte de Carga Caminero a partir del 2009

Región	2009	2010	2011	2012
<b>I</b>	2.022.912.032	1.580.873.126	1.545.190.672	1.511.979.809
<b>II</b>	3.432.483.623	3.371.595.198	3.453.820.459	3.729.412.926
<b>III</b>	2.168.892.808	2.376.832.748	2.395.257.627	2.924.836.925
<b>IV</b>	1.967.380.128	2.063.906.584	1.628.141.708	2.017.306.557
<b>V</b>	3.293.684.180	3.073.353.500	3.216.474.734	3.110.643.809
<b>VI</b>	1.816.563.583	1.948.471.264	2.036.831.210	2.171.161.464
<b>VII</b>	3.255.579.351	3.390.674.947	2.410.773.156	3.310.054.598
<b>VIII</b>	6.085.468.953	6.116.098.102	6.477.806.481	6.361.854.918
<b>IX</b>	2.242.111.963	2.252.882.915	1.910.652.866	2.233.607.003
<b>X</b>	3.764.926.177	3.609.204.651	3.827.486.826	3.805.813.649
<b>XI</b>	402.423.491	437.829.274	499.989.600	481.008.945
<b>XII</b>	553.639.410	481.903.696	495.997.656	511.137.317
<b>RM</b>	9.826.541.821	10.046.000.530	11.017.015.305	10.511.999.379

### 5.1.2 Modo Ferroviario

Para determinar las series históricas de demanda de transporte ferroviario es necesario diferenciar, las dos actividades que se producen en la operación del modo ferroviario, como lo son el transporte de carga y de pasajeros (TKM y PKM).

#### *Demanda de Transporte de Carga.*

Una vez aplicado el peso porcentual para determinar la demanda de transporte de carga para las regiones del norte, en conjunto con los datos reportados por el departamento ferroviario del MTT y la metodología descrita en la sección 3.2. Se determina la demanda de transporte de carga desagregado a nivel nacional.

Tabla 5.5 Serie histórica de demanda de transporte de carga (TKM) a partir del 2008

Región	2008	2009	2010	2011	2012
XV		0	0	0	0
I		0	0	0	0
II	1.240.602.487	1.212.894.525	684.082.495	231.181.692	139.646.166
III	630.752.305	616.664.907	347.804.083	117.538.363	70.999.488
IV	491.814.663	480.830.337	271.192.267	91.647.846	55.360.224
V	361.842.713	353.243.246	366.134.245	426.347.930	271.801.539
VI	151.770.729	142.420.104	123.383.629	119.765.579	115.511.398
VII	74.211.367	56.472.294	48.179.401	45.887.724	64.708.681
VIII	786.155.796	703.247.742	1.114.563.068	1.678.351.182	1.842.093.289
IX	82.527.834	83.931.890	151.285.275	239.595.215	150.065.392
X	16.781.484	1.075.723	6.012.932	11.834.196	12.093.468
XIV	205.302.920	161.720.468	143.138.451	142.522.708	156.159.278
XI		0	0	0	0
XII		0	0	0	0
RM	250.799.703	219.507.764	577.856.155	1.018.537.565	1.211.300.076
<b>TOTAL</b>	<b>4.292.562.000</b>	<b>4.032.009.000</b>	<b>3.833.632.000</b>	<b>4.123.210.000</b>	<b>4.089.739.000</b>

#### *Demanda de Transporte de Pasajeros.*

Como el servicio de transporte de pasajeros se genera principalmente en las regiones que abarca la red EFE, se comparan los datos que genera el departamento ferroviario con los datos que reporta anualmente INE y para el año 2012 la diferencia porcentual que tienen ambas fuentes de información es de tan solo un 3%, por lo tanto la serie regional de demanda de transporte de pasajeros queda definida por la Tabla 5.6

Tabla 5.6 Serie histórica de demanda de transporte de pasajeros (PKM) a partir del 2008

<b>Región</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
<i>XV</i>	0	0	0	0	0
<i>I</i>	0	0	0	0	0
<i>II</i>	0	0	0	0	0
<i>III</i>	0	0	0	0	0
<i>IV</i>	0	0	0	0	0
<i>V</i>	291.834.159	322.740.178	267.615.944	327.273.527	370.527.741
<i>VI</i>	177.255.714	196.027.570	162.545.932	198.781.058	225.053.022
<i>VII</i>	39.887.526	44.111.722	36.577.411	44.731.334	50.643.266
<i>VIII</i>	62.532.215	69.154.544	57.342.903	70.125.919	79.394.135
<i>IX</i>	10.601.671	11.724.417	9.721.879	11.889.103	13.460.430
<i>X</i>	0	0	0	0	0
<i>XIV</i>	0	0	0	0	0
<i>XI</i>	0	0	0	0	0
<i>XII</i>	0	0	0	0	0
<i>RM</i>	177.255.714	196.027.570	162.545.932	198.781.058	225.053.022
<b>TOTAL</b>	<b>759.367.000</b>	<b>839.786.000</b>	<b>696.350.000</b>	<b>851.582.000</b>	<b>964.131.616</b>

### 5.1.3 Modo Aéreo

Por medio de la metodología antes descrita se obtiene las series de demanda de transporte desde el año 1984 hasta el 2012. Sin embargo en la Tabla 5.7 solo se reporta los 4 últimos años para facilitar la lectura de los datos.

Considerando solo los 4 últimos años de la serie histórica se observa que la demanda de transporte de pasajeros se incrementa cerca de un 60% con respecto al año 2009 denotando una masificación en el uso del transporte aéreo como alternativa a los viajes interurbanos.

Tabla 5.7 Serie de demanda de Transporte de pasajeros en modo aéreo desde el año 2009 (miles paxkm)

REGIÓN	2009	2010	2011	2012
XV	228.000	248.242	301.362	336.209
I	396.985	483.739	611.942	667.719
II	725.598	949.023	1.073.884	1.420.655
III	76.381	94.947	135.888	174.728
IV	65.454	84.079	115.433	143.135
V	222.739	225.971	221.584	253.286
VI	0	0	0	0
VII	0	0	0	0
VIII	128.388	145.289	164.973	184.670
IX	82.301	100.745	113.751	130.569
X	404.343	403.960	454.162	544.291
XIV	21.659	38.378	44.466	55.762
XI	136.527	143.134	159.972	167.227
XII	491.048	510.484	561.443	619.116
RM	2.558.019	2.997.374	3.472.085	4.109.553
<b>Total</b>	<b>5.537.442</b>	<b>6.425.365</b>	<b>7.430.945</b>	<b>8.806.920</b>

Similar es el caso para el transporte de carga por modo Aéreo, ya que se genera la serie histórica regional a partir del año 1984 sin embargo en Tabla 5.8 solo se reportan los últimos 4 años a modo de ejemplo y para facilitar la lectura de la información.

Tabla 5.8 Serie de demanda de Transporte de carga en modo aéreo desde el año 2009  
(miles TKM)

<b>Región</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
<b>XV</b>	1.788	1.471	1.468	1.588
<b>I</b>	1.461	1.410	1.360	1.016
<b>II</b>	1.484	1.560	1.474	1.505
<b>III</b>	127	117	144	124
<b>IV</b>	128	100	89	58
<b>V</b>	628	758	770	860
<b>VI</b>	0	0	0	0
<b>VII</b>	0	0	0	0
<b>VIII</b>	128	112	119	142
<b>IX</b>	21	22	21	32
<b>X</b>	3.287	3.611	4.725	5.584
<b>XIV</b>	12	30	50	28
<b>XI</b>	1.773	1.473	1.457	789
<b>XII</b>	4.405	3.304	2.811	2.146
<b>RM</b>	33.261	36.207	35.123	34.837
<b>Total</b>	<b>48.503</b>	<b>50.175</b>	<b>49.611</b>	<b>48.709</b>

Para el caso del transporte de carga la región que concentra los mayores niveles de actividad es la región metropolitana, abarcando cerca del 72% de la demanda total de este modo de transporte de carga.

#### **5.1.4 Modo Marítimo**

La serie histórica de demanda de transporte de carga para el modo marítimo, se calcula según indica la sección 3.2.3. En el Tabla 5.9 se presentan los resultados obtenidos para la serie histórica regional durante los últimos 4 años, cabe destacar que solo se presentan estos años a modo de resumen pues se dispone de información a partir del año 1991.

Tabla 5.9 serie histórica de TKM para modo marítimo desde el 2008

<b>Región</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>
<b>XV</b>	304.933	36.447	179.153	200.011
<b>I</b>	927.776	591.508	618.170	633.719
<b>II</b>	248.084	138.072	234.339	340.084
<b>III</b>	2.132.970	1.641.564	1.194.571	1.529.062
<b>IV</b>	188.889	169.640	267.384	655.401
<b>V</b>	5.816.934	5.500.352	5.662.333	5.503.192
<b>VI</b>				
<b>VII</b>				
<b>VIII</b>	2.662.508	2.404.199	2.107.900	1.347.730
<b>IX</b>				
<b>X</b>	214.727	230.753	298.331	150.939
<b>XIV</b>				
<b>XI</b>	111.441	129.483	90.573	91.743
<b>XII</b>	5.242.485	5.006.770	5.288.232	1.946.341
<b>RM</b>				
<b>Total</b>	<b>17.850.747</b>	<b>15.848.788</b>	<b>15.940.987</b>	<b>12.398.222</b>

Del análisis de los datos expuestos se desprende que las regiones con mayor actividad de transporte marítimo de carga son: la V, VIII y XII. Abarcando entre ellas más del 70 % de la actividad portuaria del país el año 2011.

### 5.1.5 Consumo energético Búnker

Los datos referentes al consumo energético relacionado a la actividad tanto marítima como aérea relacionada a la operación internacional que se actualiza cada 2 años, se presentan los resultados separados por tipo de combustible y por actividad del modo de transporte.

#### Modo aéreo

Para el caso del modo aéreo solo se reporta como consumo energético búnker la operación con kerosene de aviación, pues los aviones que operan con gasolina de aviación como combustible no efectúan viajes internacionales. En la Tabla 5.10 se observa la serie histórica de consumos búnker desagregadas según si se trata de vuelo crucero o despegue y aterrizaje, en la tabla se presentan los datos a partir del año 2000 sin embargo se cuenta con antecedentes para este consumo energético a partir del año 1990.

Tabla 5.10 Consumo de Kerosene de aviación separados por LTO y Crucero.

<b>Consumo de Kerosene de aviación por LTO y Crucero.</b>				
<b>Año</b>	<b>Nacional</b>		<b>Búnker</b>	
	LTO (Miles Ton.)	Crucero (Miles Ton.)	LTO (Miles Ton.)	Crucero (Miles Ton.)
<b>2000</b>	125,64	83,94	123,49	208,01
<b>2001</b>	128,37	151,48	128,11	203,59
<b>2002</b>	121,21	114,07	132,94	244,14
<b>2003</b>	123,47	60,99	129,36	210,25
<b>2004</b>	116,80	99,57	129,70	229,03
<b>2005</b>	118,54	147,17	132,67	218,24
<b>2006</b>	106,69	166,31	139,26	244,53
<b>2007</b>	109,71	193,35	160,09	270,86
<b>2008</b>	103,40	302,67	157,35	292,38
<b>2009</b>	105,27	171,78	149,66	271,54
<b>2010</b>	115,41	124,69	158,29	264,99
<b>2011</b>	124,93	123,91	209,05	246,39

Del análisis de los datos bunker que se presentan en la TABLA se observa que el consumo asociado a la actividad internacional equivale a un 64 % del consumo total de kerosene de aviación para el año 2011. Además de la separación entre vuelo crucero y LTO se observa que para el caso de operación internacional el termino con mayor relevancia es el vuelo crucero ya que constituye el 54% del consumo total de los viajes en el año 2012.

#### Modo Marítimo

Para el caso de la operación marítima, los dos tipos de combustible relacionados al modo presentan operación nacional e internacional, por lo tanto se debe reportar consumos de combustibles bunker para ambos combustibles. De este modo se presenta en las Tabla 5.11 y Tabla 5.12 el consumo de combustible asociado a cada uno de los combustibles, diésel y petróleo combustible respectivamente.



Tabla 5.11 Consumo de combustible diésel para el modo marítimo

<b>Consumo de Diésel</b>		
<b>Años</b>	Nacional Miles Ton.	Búnker Miles Ton.
<b>2000</b>	237	42
<b>2001</b>	253	45
<b>2002</b>	247	56
<b>2003</b>	215	55
<b>2004</b>	296	41
<b>2005</b>	305	35
<b>2006</b>	267	53
<b>2007</b>	289	41
<b>2008</b>	287	45
<b>2009</b>	266	45
<b>2010</b>	70	62
<b>2011</b>	19	77

Para el caso del combustible diésel el consumo correspondiente a la operación internacional representa hasta el año 2009 cifras cercanas al 15% del consumo total, pero a partir del 2010 el consumo relacionado a búnker alcanza porcentajes mucho más altos llegando a un 80% para el año 2011.

Tabla 5.12 Consumo de petróleo combustible para el modo marítimo

<b>Consumo de Petróleo combustible</b>		
<b>Años</b>	Nacional Miles Ton.	Búnker Miles Ton.
<b>2000</b>	95	588
<b>2001</b>	8	652
<b>2002</b>	39	698
<b>2003</b>	55	834
<b>2004</b>	135	925
<b>2005</b>	232	1022
<b>2006</b>	203	1213
<b>2007</b>	293	1183
<b>2008</b>	287	1140
<b>2009</b>	213	802
<b>2010</b>	64	649
<b>2011</b>	168	625

La operación con petróleo combustible presenta una importante diferencia frente al diésel, ya que este combustible concentra principalmente su actividad en operación internacional, por lo que las toneladas que se declaran como consumo de combustible equivalen casi completamente a consumo búnker, alcanzando valores cercanos a 80% para el año 2011.

## 5.2 Resultados de proyección de demanda de transporte

El presente capítulo presenta el resumen de los modelos econométricos obtenidos para la proyección de las variables de actividad de los distintos modos de transporte. Se detallan las ecuaciones, el nivel de ajuste  $R^2$ , y la elasticidad de largo plazo al PIB o PIB per cápita según corresponda. Adicionalmente se presenta un resumen de proyecciones para cada variable. Los detalles estadísticos de los modelos se encuentran en el Anexo A Modelos econométricos.

### 5.2.1 TKM Caminero

La siguiente tabla presenta el resumen de los resultados econométricos obtenidos para la variable TKM Caminero.

Las variables dependientes utilizadas en este modelo son:

- PIB: PIB nacional.
- PIBR: PIB regional.
- Cobre: Producción nacional de cobre.

Tabla 5.13 Resumen de resultados econométricos variable TKM Caminero

Reg.	Modelo	$R^2$	Elasticidad al producto (LP)
I	$\ln(TKM_{cam,t}) = 13,337 + 0,534 \ln(PIB_t) - 0,264 Dummie$	0,688	0,53
II	$\ln(TKM_{cam,t}) = 0,871 + 0,227 \ln(PIB_t) - 0,471 \ln(TKM_{cam,t-1}) + 0,833 \ln(Cobre_t)$	0,894	0,36
III	$\ln(TKM_{cam,t}) = 2,557 - 0,291 \ln(PIB_t) + 0,687 \ln(TKM_{cam,t-1})$	0,920	0,93
IV	$\ln(TKM_{cam,t}) = 1,720 + 0,657 \ln(PIB_t) + 0,353 \ln(TKM_{cam,t-1})$	0,788	1,00
V	$\ln(TKM_{cam,t}) = 18,619 + 0,177 \ln(PIB_t)$	0,300	0,17
VI	$\ln(TKM_{cam,t}) = 6,661 + 0,385 \ln(PIB_t) + 0,415 \ln(TKM_{cam,t-1})$	0,926	0,65
VII	$\ln(TKM_{cam,t}) = 15,574 + 0,414 \ln(PIB_t)$	0,462	0,43
VIII	$\ln(TKM_{cam,t}) = 11,128 + 0,617 \ln(PIB_t)$	0,942	0,61
IX	$\ln(TKM_{cam,t}) = 17,606 + 0,262 \ln(PIB_t)$	0,361	0,26
X	$\ln(TKM_{cam,t}) = 4,000 + 0,553 \ln(PIB_t) + 0,355 \ln(TKM_{cam,t-1})$	0,925	0,86
XI	$\ln(TKM_{cam,t}) = -7,722 + 0,760 \ln(PIB_{t-1}) + 0,689 \ln(TKM_{cam,t-1})$	0,868	2,45
XII	$\ln(TKM_{cam,t}) = 7,485 + 0,893 \ln(PIB_t)$	0,408	0,89
RM	$\ln(TKM_{cam,t}) = 19,146 + 0,213 \ln(PIB_t)$	0,246	0,21

Los resultados indican una elasticidad promedio respecto del producto de 0,72, es decir que ante un incremento del 1% en el producto, la variable TKM caminero se incrementa en un 0,72%. Observando detalladamente se puede apreciar una elasticidad de 2,45 para el

modelo de la XIª región lo que se puede considerar "fuera de rango", esto implica que al año 2050 en esta región se alcanzarían valores similares a las regiones metropolitana y octava. Considerando además que al año 2012 el volumen de TKM de la XIª región es equivalente a un 5% del volumen de la región metropolitana, o al 8,5% del volumen de TKM caminero de la XIIIª región, se puede concluir que la proyección obtenida para la región en cuestión es erróneamente alta.

Para corregir este problema se limita el crecimiento absoluto de la variable al crecimiento en el periodo 2020-2021, años en donde además se duplica el TKM caminero de la región respecto del año 2012. Esta restricción significa un crecimiento porcentual de la variable mayor al crecimiento porcentual de cualquier otra región por lo que se considera un acotamiento moderado de la proyección. A pesar de esto el valor final obtenido al año 2050 es un 59% menor al obtenido con el modelo econométrico original

Tabla 5.14 Proyecciones regionales variable TKM Caminero

<b>Región</b>	<b>2012</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2040</b>	<b>2050</b>
<b>I</b>	1.503.277.114	1.794.517.610	2.178.109.772	2.555.595.071	2.889.794.166
<b>II</b>	3.933.867.023	5.537.284.964	9.306.978.052	9.449.815.731	9.031.093.175
<b>III</b>	2.611.680.751	3.503.610.582	4.977.045.808	6.659.635.876	8.390.714.356
<b>IV</b>	1.905.770.129	2.954.449.646	4.279.193.630	5.805.998.710	7.363.896.894
<b>V</b>	3.208.342.730	3.421.131.537	3.645.676.695	3.842.513.912	4.001.484.399
<b>RM</b>	10.749.564.133	11.617.116.395	12.544.883.704	13.368.062.499	14.039.356.718
<b>VI</b>	2.179.857.323	2.810.353.747	3.582.491.192	4.372.296.225	5.106.492.928
<b>VII</b>	3.166.841.775	3.819.428.235	4.512.014.195	5.191.963.219	5.805.739.007
<b>VIII</b>	6.260.520.146	7.835.832.795	9.785.410.490	11.759.735.461	13.549.743.096
<b>IX</b>	2.184.504.891	2.438.841.170	2.682.145.820	2.901.200.109	3.081.384.577
<b>X</b>	3.802.365.848	5.188.785.927	7.094.479.559	9.179.371.818	11.219.808.937
<b>XI</b>	586.596.874	1.374.424.411	2.775.917.557	4.177.410.703	5.578.903.849
<b>XII</b>	410.779.215	572.756.333	656.559.467	711.575.698	723.739.740

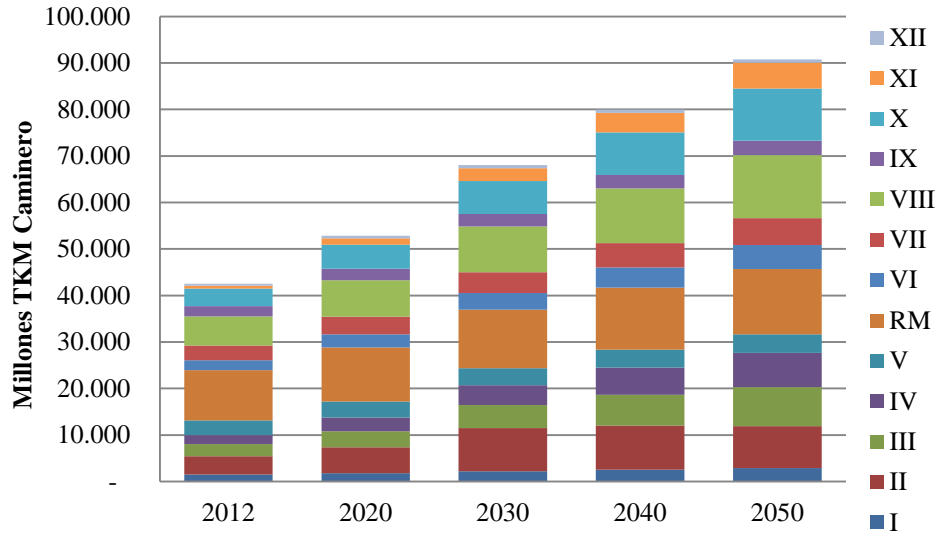


Figura 5.1 Proyección regional variable TKM Caminero

El principal driver del modelo es el producto ya sea nacional o regional, la elasticidad promedio al PIB nacional para aquellas regiones en las que esta variable es la variable independiente es de 0,88, mientras que la elasticidad promedio al PIB regional de las restantes regiones es de 0,58. Adicionalmente la producción nacional de cobre resultó significativa en la actividad de la segunda región con una elasticidad a la producción de 0,83. Además la proyección indica un crecimiento promedio anual desde 3,6% en el periodo 2013-2020 hasta un promedio de crecimiento anual de 1,3% en el periodo 2040-2050.

### 5.2.2 PKM Caminero Urbano

La siguiente tabla presenta el resumen de los resultados econométricos obtenidos para la variable PKM Caminero urbano.

Las variables dependientes utilizadas en este modelo son:

- PIBpc: PIB per cápita nacional.
- PIBRpc: PIB per cápita regional.

Tabla 5.15 Resumen de resultados econométricos variable PKM Caminero urbano

Reg.	Modelo	R <sup>2</sup>	Elasticidad al producto (LP)
I	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 5,555 + 0,467 \ln(PIBpc_t) + 0,716 \ln(PKM_{cam_{u,t-1}})$	0,650	1,59
II	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 20,909 + 0,728 \ln(PIBRpc_t)$	0,595	0,72
III	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 19,730 + 1,405 \ln(PIBpc_t)$	0,804	1,40
IV	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 20,876 + 0,926 \ln(PIBpc_t)$	0,620	0,92
V	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 9,459 + 0,265 \ln(PIBpc_t) + 0,575 \ln(PKM_{cam_{u,t-1}})$	0,770	0,62
VI	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 8,368 + 1,545 \ln(PIBpc_t) - 1,481 \ln(PIBpc_{t-1}) + 0,624 \ln(PKM_{cam_{u,t-1}})$	0,861	0,16
VII	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 20,381 + 1,533 \ln(PIBRpc_t)$	0,787	1,53
VIII	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 7,646 + 0,258 \ln(PIBpc_t) + 0,652 \ln(PKM_{cam_{u,t-1}})$	0,949	0,70
IX	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 11,341 + 0,372 \ln(PIBRpc_t) + 0,480 \ln(PKM_{cam_{u,t-1}})$	0,668	0,77
X	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 9,560 + 0,557 \ln(PIBpc_t) + 0,805 \ln(PKM_{cam_{u,t-1}}) - 0,276 \ln(PKM_{cam_{u,t-2}})$	0,930	1,17
XI	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 11,096 + 0,697 \ln(PIBpc_t) + 0,755 \ln(PKM_{cam_{u,t-1}}) - 0,364 \ln(PKM_{cam_{u,t-1}})$	0,756	1,14
XII	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 19,437 + 0,566 \ln(PIBRpc_t)$	0,601	0,56
RM	$\ln(PKM_{cam_{u,t}}) = 8,514 + 0,422 \ln(PIBRpc_{t-1}) + 0,625 \ln(PKM_{cam_{u,t-1}})$	0,926	0,68

Los resultados indican una elasticidad promedio respecto del producto de 0,92, es decir que ante un incremento del 1% en el producto, la variable PKM caminero urbano se incrementa en un 0,92%.

Tabla 5.16 Proyecciones regionales variable PKM Caminero urbano

Región	2012	2020	2030	2040	2050
<b>I</b>	5.670.377.007	8.882.257.929	14.981.515.885	23.669.099.498	35.075.525.163
<b>II</b>	9.031.301.078	9.252.304.053	11.607.739.205	14.175.889.010	16.716.926.357
<b>III</b>	4.924.428.550	7.503.937.113	11.527.184.088	16.876.291.370	23.153.205.255
<b>IV</b>	6.414.753.331	8.467.621.043	11.236.999.694	14.446.944.223	17.795.101.805
<b>V</b>	13.094.464.375	15.463.188.848	18.630.471.516	21.997.269.261	25.346.425.872
<b>RM</b>	66.279.827.595	91.520.060.795	132.301.821.435	181.285.223.004	237.950.373.556
<b>VI</b>	6.869.634.387	7.427.940.610	7.636.416.292	7.920.702.627	8.049.700.438
<b>VII</b>	6.048.835.085	10.798.601.821	18.498.448.059	30.011.695.870	45.259.898.409
<b>VIII</b>	12.339.843.737	13.896.090.563	16.786.708.087	19.675.512.021	22.366.371.021
<b>IX</b>	5.458.720.284	7.909.761.710	9.906.522.029	12.061.363.826	14.230.959.043
<b>X</b>	4.741.705.903	6.071.285.646	8.139.707.134	10.434.876.161	12.684.808.029
<b>XI</b>	774.853.898	1.008.400.364	1.532.797.300	2.235.354.970	3.085.681.108
<b>XII</b>	900.235.317	935.817.291	1.002.325.304	1.041.807.822	1.059.173.941

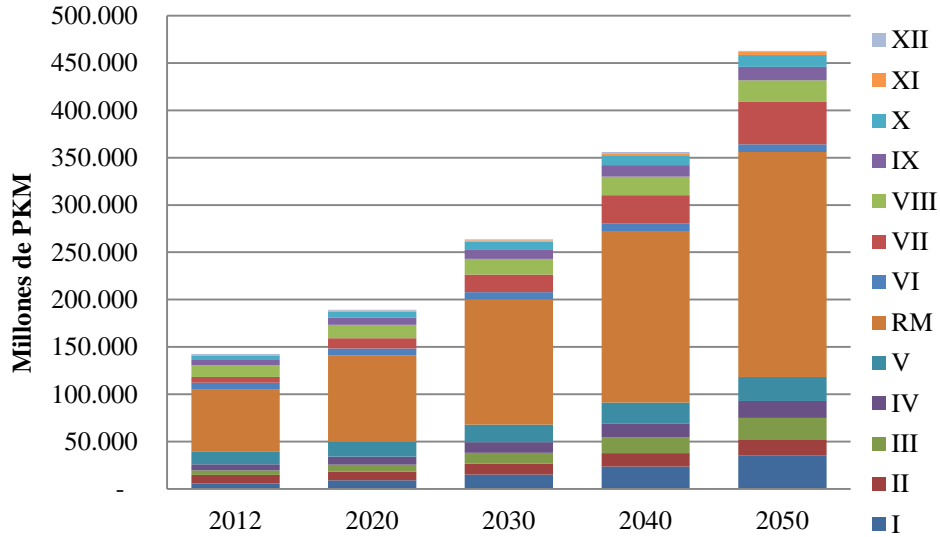


Figura 5.2 Proyección regional variable PKM Caminero urbano

El principal driver del modelo es el producto per cápita ya sea nacional o regional, la elasticidad promedio al PIB per cápita nacional para aquellas regiones en las que esta variable es la variable independiente es de 1,47, mientras que la elasticidad promedio al PIB per cápita regional de las restantes regiones es de 1,39. Además la proyección indica un crecimiento promedio anual desde 3,4% en el periodo 2013-2020 hasta un promedio de crecimiento anual de 2,2% en el periodo 2040-2050.

### 5.2.3 PKM Caminero Interurbano

La siguiente tabla presenta el resumen de los resultados econométricos obtenidos para la variable PKM Caminero interurbano.

Las variables dependientes utilizadas en este modelo son:

- PIBpc: PIB per cápita nacional.
- PIBRpc: PIB per cápita regional.
- Cobre: Producción nacional de cobre.

Tabla 5.17 Resumen de resultados econométricos variable PKM Caminero interurbano

Reg.	Modelo	R <sup>2</sup>	Elasticidad al producto (LP)
I	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = 8,238 + 1,341 \ln(PIBpc_{t-1}) + 0,900 \ln(PKM_{cam_{i,t-1}}) - 0,404 \ln(PKM_{cam_{i,t-2}})$	0,919	1,69
II	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = -7,310 + 1,060 \ln(PIBRpc_t) + 3,047 \ln(Cobre_t)$	0,857	1,06
III	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = 0,722 + 0,671 \ln(PIBRpc_t) + 2,121 \ln(Cobre_t)$	0,807	0,67
IV	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = 7,903 + 0,902 \ln(PIBpc_t) + 0,555 \ln(PKM_{cam_{i,t-1}})$	0,873	2,00
V	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = 19,767 + 0,946 \ln(PIBRpc_t) + 0,426 \text{Dummie}$	0,760	0,26
VI	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = 6,276 + 2,220 \ln(PIBpc_t) - 2,107 \ln(PIBpc_{t-1}) + 0,692 \ln(PKM_{cam_{i,t-1}})$	0,952	0,39
VII	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = 12,145 + 1,817 \ln(PIBRpc_t) + 0,295 \ln(PKM_{cam_{i,t-1}})$	0,879	2,55
VIII	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = 6,375 + 0,434 \ln(PIBRpc_t) + 0,680 \ln(PKM_{cam_{i,t-1}})$	0,987	0,71
IX	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = 7,705 + 0,468 \ln(PIBRpc_t) + 0,609 \ln(PKM_{cam_{i,t-1}})$	0,876	1,21
X	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = 7,265 + 0,740 \ln(PIBpc_t) + 0,594 \ln(PKM_{cam_{i,t-1}}) - 0,192 \text{Dummie}$	0,990	1,78
XI	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = 14,847 + 2,119 \ln(PIBRpc_t)$	0,696	2,11
XII	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = 8,711 + 0,732 \ln(PIBRpc_{t-1}) + 0,469 \ln(PKM_{cam_{i,t-2}})$	0,857	1,37
RM	$\ln(PKM_{cam_{i,t}}) = 19,848 + 1,307 \ln(PIBRpc_t) + 0,421 \text{Dummie}$	0,914	1,31

Los resultados indican una elasticidad promedio respecto del producto de 1,42, es decir que ante un incremento del 1% en el producto, la variable PKM caminero interurbano se incrementa en un 1,42%.

Tabla 5.18 Proyecciones regionales variable PKM Caminero interurbano

Región	2012	2020	2030	2040	2050
<b>I</b>	1.458.304.711	3.420.638.993	7.859.807.646	16.294.582.310	30.306.184.198
<b>II</b>	3.866.416.239	6.476.095.752	16.466.526.777	16.922.613.828	16.120.381.710
<b>III</b>	880.564.024	1.351.880.925	2.534.900.778	2.536.434.611	2.415.520.879
<b>IV</b>	1.683.758.069	3.678.828.726	6.948.288.696	12.116.996.731	19.421.568.719
<b>V</b>	2.785.777.455	3.951.318.542	5.222.592.170	6.705.576.992	8.255.558.902
<b>RM</b>	8.910.393.589	13.592.098.769	20.335.203.271	29.051.419.450	39.013.235.051
<b>VI</b>	1.605.519.764	1.888.223.754	2.036.474.384	2.214.459.324	2.324.407.615
<b>VII</b>	925.345.232	2.915.471.634	7.205.239.847	16.174.967.397	32.288.047.733
<b>VIII</b>	3.539.250.269	5.344.283.363	7.656.429.234	10.244.797.603	12.968.316.668
<b>IX</b>	1.015.352.434	1.855.268.786	2.725.543.548	3.795.841.090	5.027.272.791
<b>X</b>	1.477.329.727	2.615.055.510	4.643.330.825	7.659.198.768	11.724.822.083
<b>XI</b>	199.875.816	292.188.338	631.683.132	1.269.182.986	2.302.800.747
<b>XII</b>	179.485.590	257.293.664	307.506.676	339.186.111	354.525.731

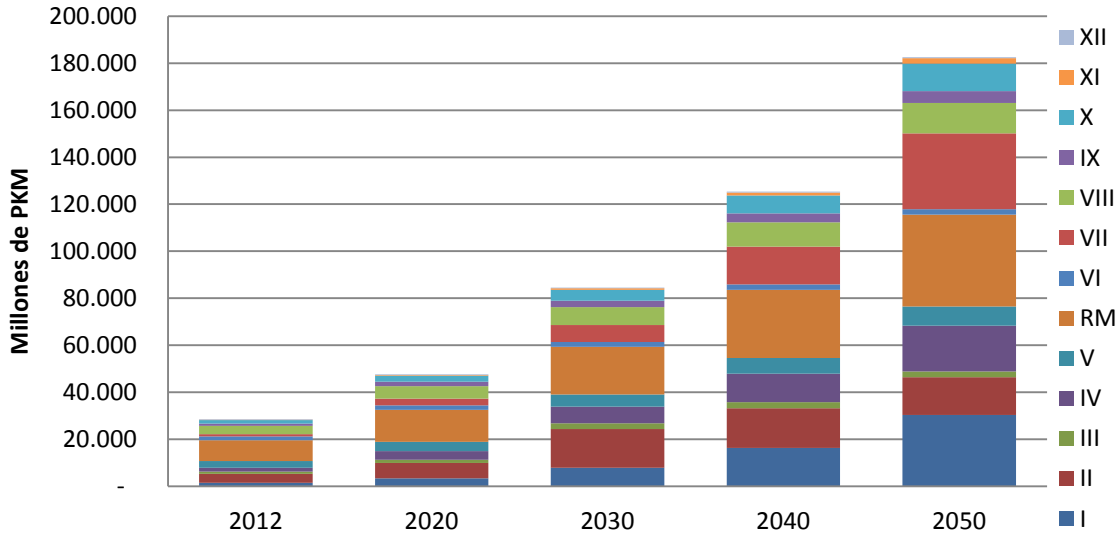


Figura 5.3 Proyección regional variable PKM Caminero interurbano

El principal driver del modelo es el producto per cápita ya sea nacional o regional, la elasticidad promedio al PIB per cápita nacional para aquellas regiones en las que esta variable es la variable independiente es de 1,47, mientras que la elasticidad promedio al PIB per cápita regional de las restantes regiones es de 1,39. Adicionalmente la producción nacional de cobre resultó significativa en la actividad de la segunda y tercera regiones con elasticidades a la producción del mineral de 3,04 y 2,12 respectivamente. Además la proyección indica un crecimiento promedio anual desde 7,3% en el periodo 2013-2020 hasta un promedio de crecimiento anual de 3,1% en el periodo 2040-2050.



## 5.2.4 TKM Ferroviario

La siguiente tabla presenta el resumen de los resultados econométricos obtenidos para la variable TKM Ferroviario.

Las variables dependientes utilizadas en este modelo son:

- PIB: PIB nacional.
- PIBR: PIB regional.
- Cobre: Producción nacional de cobre.
- Celulosa: Producción nacional de celulosa

Tabla 5.19 Resumen de resultados econométricos variable TKM Ferroviario

Reg.	Modelo	R <sup>2</sup>	Elasticidad al producto (LP)
II	$\ln(TKM_{fer,t}) = 6,822 + 0,414 \ln(PIBR_t) + 0,879 \ln(Cobre_t)$	0,965	0,41
III	$\ln(TKM_{fer,t}) = 7,686 + 0,331 \ln(PIBR_t) + 0,901 \ln(Cobre_t)$	0,955	0,33
IV	$\ln(TKM_{fer,t}) = 8,352 + 0,409 \ln(PIBR_t) + 0,653 \ln(Cobre_t)$	0,975	0,41
V	$\ln(TKM_{fer,t}) = 0,227 + 1,223 \ln(PIBR_t) - 0,379dummie$	0,787	1,22
VI	$\ln(TKM_{fer,t}) = -1,259 + 1,078 * \ln(PIB_t) + 0,303Dummie$	0,781	1,08
VII	$\ln(TKM_{fer,t}) = 6,003 - 1,952 \ln(PIBR_t) + 2,758 \ln(PIBR_{t-1}) - 0,605dummie$	0,720	0,80
VIII	$\ln(TKM_{fer,t}) = 6,018 + 0,403 \ln(Celulosa_t) - 0,382 \ln(Celulosa_{t-1}) + 0,695 \ln(TKM_{fer,t-1})$	0,888	0,06
IX	$\ln(TKM_{fer,t}) = 5,760 + 0,331 \ln(Celulosa_t) - 0,199 \ln(Celulosa_{t-1}) + 0,622 \ln(TKM_{fer,t-1})$	0,960	0,35
RM	$\ln(TKM_{fer,t}) = 5,365 + 0,203 \ln(PIB_t) + 0,804 \ln(TKM_{fer,t-1}) - 0,277 \ln(TKM_{fer,t-2})$	0,738	0,41

Los resultados indican una elasticidad promedio respecto del producto de 0,61, es decir que ante un incremento del 1% en el producto, la variable TKM Ferroviario se incrementa en un 0,61%.

Tabla 5.20 Proyecciones regionales variable TKM Ferroviario

Región	2012	2020	2030	2040	2050
<b>II</b>	1,459,505,142	1,755,583,135	2,431,132,630	2,551,932,806	2,583,539,019
<b>III</b>	712,159,603	875,016,112	1,180,396,702	1,205,983,339	1,195,174,783
<b>IV</b>	576,887,764	692,936,475	939,262,687	1,030,209,708	1,092,564,517
<b>V</b>	286,430,991	493,066,903	755,980,722	1,078,709,474	1,419,219,865
<b>RM</b>	225,506,976	276,244,917	323,153,601	367,658,899	406,562,667
<b>VI</b>	131,011,343	193,844,812	285,684,943	393,743,235	504,222,027
<b>VII</b>	36,556,996	60,743,312	86,136,423	114,886,790	146,210,868
<b>VIII</b>	623,581,699	695,056,361	676,731,977	672,458,607	672,159,650
<b>IX</b>	78,957,685	88,907,403	89,620,564	90,086,188	90,086,943
<b>X</b>	181,129,567	194,479,389	190,525,600	190,512,339	190,507,172

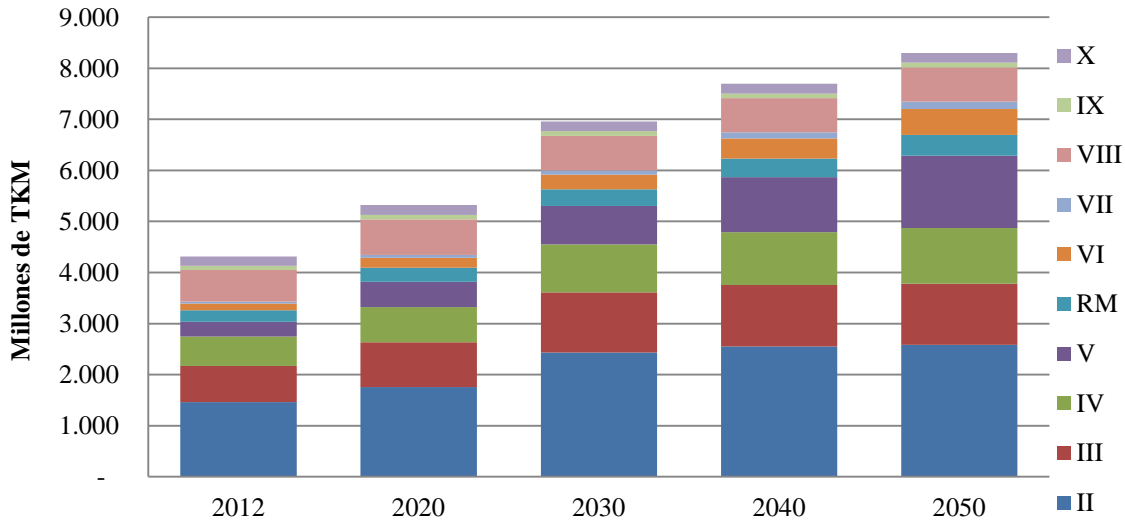


Figura 5.4 Proyección regional variable TKM Ferrovionario

Los principal driver del modelo son el producto ya sea nacional o regional y la producción de los grandes sectores industriales como el cobre y el papel y celulosa, la elasticidad promedio al PIB nacional para aquellas regiones en las que esta variable es la variable independiente es de 0,74, mientras que la elasticidad promedio al PIB regional de las restantes regiones es de 0,63. Adicionalmente la producción nacional de cobre y la producción nacional de celulosa presentan una elasticidad promedio de 0,81 y 0,20 respectivamente. Además la proyección indica un crecimiento promedio anual desde 3,3% en el periodo 2013-2020 hasta un promedio de crecimiento anual de 1,0 % en el periodo 2040-2050.

### 5.2.5 PKM Ferroviario

La siguiente tabla presenta el resumen de los resultados econométricos obtenidos para la variable PKM Ferroviario.

Las variables dependientes utilizadas en este modelo son:

- PIBpc: PIB per cápita nacional.
- PIBRpc: PIB per cápita regional.

Tabla 5.21 Resumen de resultados econométricos variable PKM Ferroviario

Reg.	Modelo	R <sup>2</sup>	Elasticidad al producto (LP)
VI	$\ln(PKM_{fer,t}) = 10,668 + 0,417 \ln(PIBRpc_{t-1}) + 0,408 \ln(PKM_{fer,t-1})$	0,526	0,68
VII	$\ln(PKM_{fer,t}) = 10,801 + 1,497 \ln(PIBRpc_{t-1}) - 1,164 \ln(PIBRpc_{t-1}) + 0,359 \ln(PKM_{fer,t-1})$	0,553	0,52
VIII	$\ln(PKM_{fer,t}) = 7,688 + 0,300 \ln(PIBRpc_{t-1}) + 0,490 \ln(PKM_{fer,t-1})$	0,448	0,59
IX	$\ln(PKM_{fer,t}) = 8,007 + 0,280 \ln(PIBRpc_{t-1}) + 0,478 \ln(PKM_{fer,t-1})$	0,444	0,54

Los resultados indican una elasticidad promedio respecto del producto de 0,58, es decir que ante un incremento del 1% en el producto, la variable PKM ferroviario se incrementa en un 0,58%.

Tabla 5.22 Proyecciones regionales variable PKM Ferroviario

Región	2012	2020	2030	2040	2050
<b>VI</b>	217,991,247	260,864,323	327,531,412	400,678,828	474,360,214
<b>VII</b>	48,987,166	57,141,415	67,723,489	79,361,706	90,198,562
<b>VIII</b>	9,861,037	11,796,477	14,230,895	16,758,686	19,287,836
<b>IX</b>	12,190,068	14,398,296	17,016,687	19,711,306	22,315,052

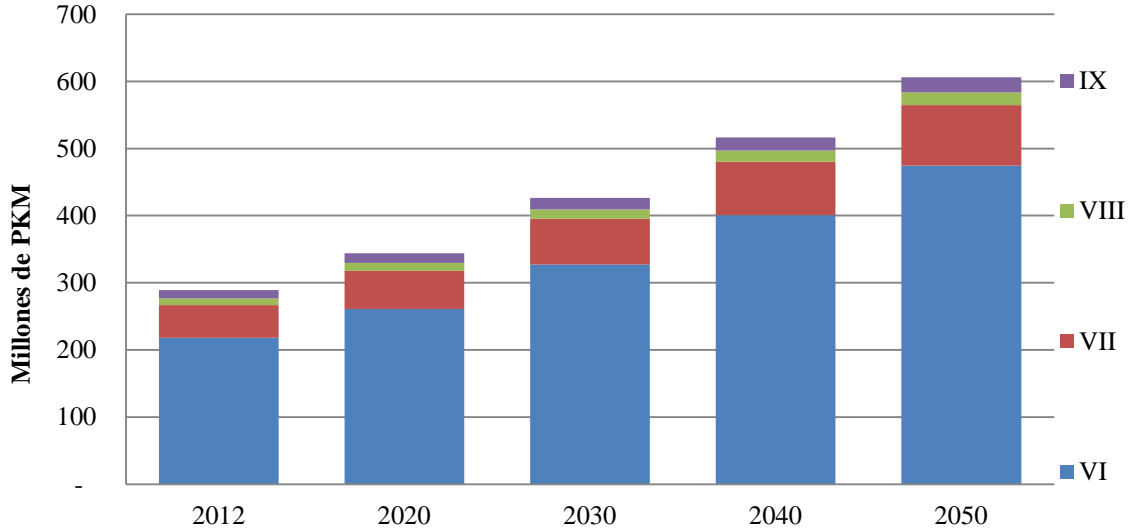


Figura 5.5 Proyección regional variable TKM Ferroviario

El principal driver del modelo es el producto per cápita regional, la elasticidad promedio es de 0,57. Además la proyección indica un crecimiento promedio anual desde 2,2% en el periodo 2013-2020 hasta un promedio de crecimiento anual de 1,4% en el periodo 2040-2050.

### 5.2.6 PKM Aéreo

La siguiente tabla presenta el resumen de los resultados econométricos obtenidos para la variable PKM Aéreo.

Las variables dependientes utilizadas en este modelo son:

- PIBpc: PIB per cápita nacional.
- PIBRpc: PIB per cápita regional.
- Precio: Índice de evolución de la tarifa de pasajes aéreos nacionales.
- WTId: Precio del petróleo WTI deflactado.

Tabla 5.23 Resumen de resultados econométricos variable PKM Aéreo

Reg.	Modelo	R <sup>2</sup>	Elasticidad al producto (LP)
I	$\ln(PKM_{aereo,t}) = 3,821 + 1,011 \ln(PIBpc_t) + 1,072 \ln(PKM_{aereo,t-1}) - 0,488 \ln(PKM_{aereo,t-2})$	0,984	2,43
II	$\ln(PKM_{aereo,t}) = 1,474 + 0,602 \ln(PIBpc_t) + 1,156 \ln(PKM_{aereo,t-1}) - 0,338 \ln(PKM_{aereo,t-2})$	0,992	3,31
III	$\ln(PKM_{aereo,t}) = 0,064 + 1,016 \ln(PIBRpc_t) + 0,877 \ln(PKM_{aereo,t-1}) - 0,170 \ln(PKM_{aereo,t-2}) - 0,082 \ln(Precio_t) + 0,188 \ln(Cobre_t)$	0,992	3,47
IV	$\ln(PKM_{cam,i,t}) = 7,471 + 2,865 \ln(PIBpc_t) - 0,524 \ln(WTId_t) + 0,392 \ln(PKM_{aereo,t-1})$	0,985	4,72
V	$\ln(PKM_{aereo,t}) = 0,956 + 0,371 \ln(PIBpc_t) + 0,874 \ln(PKM_{aereo,t-1})$	0,997	2,17
VIII	$\ln(PKM_{cam,i,t}) = 4,097 + 1,134 \ln(PIBpc_t) - 0,045 \ln(WTId_t) + 0,537 \ln(PKM_{aereo,t-1})$	0,993	2,45
IX	$\ln(PKM_{cam,i,t}) = 13,379 + 3,039 \ln(PIBRpc_t) - 0,452 \ln(WTId_t)$	0,959	3,04
X	$\ln(PKM_{cam,i,t}) = 5,181 + 1,262 \ln(PIBpc_t) - 0,090 \ln(WTId_t) + 0,507 \ln(PKM_{aereo,t-1})$	0,994	2,56
XI	$\ln(PKM_{aereo,t}) = 2,638 + 0,839 \ln(PIBpc_t) + 0,661 \ln(PKM_{aereo,t-1}) - 0,017 \ln(Precio_t)$	0,995	2,48
XII	$\ln(PKM_{aereo,t}) = 2,580 + 0,657 \ln(PIBpc_t) + 0,724 \ln(PKM_{aereo,t-1}) - 0,017 \ln(Precio_t)$	0,994	2,38
RM	$\ln(PKM_{aereo,t}) = 2,789 + 0,700 \ln(PIBpc_t) + 1,164 \ln(PKM_{aereo,t-1}) - 0,434 \ln(PKM_{aereo,t-2})$	0,994	2,59

Los resultados indican una elasticidad promedio respecto del producto de 2,87, es decir que ante un incremento del 1% en el producto, la variable PKM aéreo se incrementa en un 2,87%. Si bien esta elasticidad se puede considerar alta, los resultados obedecen principalmente al comportamiento de esta variable en la última década. Por ello, a contar del año 2027 se satura el comportamiento de la variable de acuerdo a lo descrito en el capítulo 3.3.2.

Tabla 5.24 Proyecciones regionales variable PKM Aéreo

Región	2012	2020	2030	2040	2050
<b>I</b>	989,037	1,730,454	3,589,693	4,413,842	4,427,041
<b>II</b>	1,184,848	2,845,739	7,657,616	8,690,441	8,690,771
<b>III</b>	169,092	317,588	1,092,415	1,174,329	1,174,329
<b>IV</b>	119,732	394,884	1,496,498	1,583,829	1,583,829
<b>V</b>	242,374	539,689	1,339,915	1,556,605	1,556,880
<b>RM</b>	4,256,001	12,158,448	26,939,567	32,431,437	32,468,965
<b>VIII</b>	190,936	420,892	895,416	1,094,474	1,097,003
<b>IX</b>	131,867	365,991	911,577	1,062,746	1,062,977
<b>X</b>	537,793	1,112,701	2,433,266	2,948,811	2,953,452
<b>XI</b>	170,532	341,433	739,575	899,302	900,952
<b>XII</b>	608,571	1,213,619	2,571,975	3,144,336	3,151,660

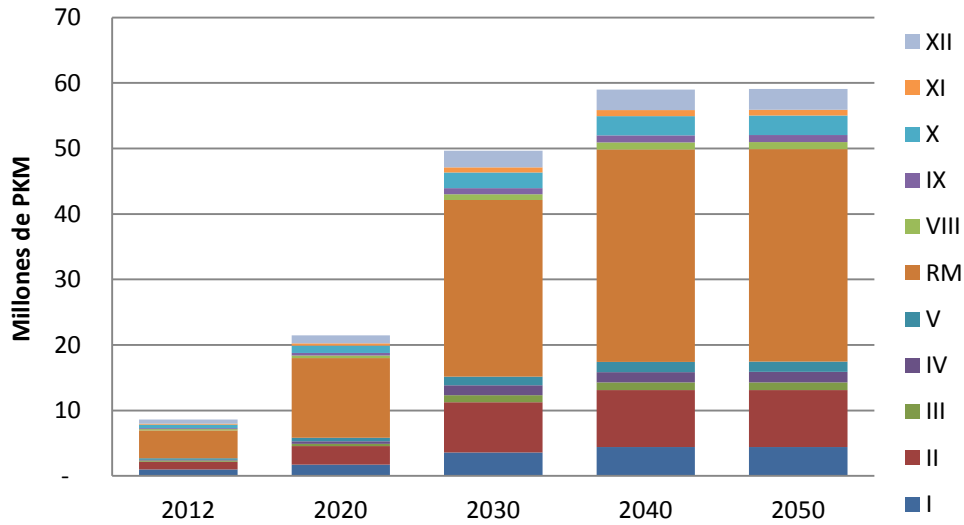


Figura 5.6 Proyección regional variable PKM Aéreo

El principal driver del modelo es el producto per cápita ya sea nacional o regional, la elasticidad promedio al PIB per cápita nacional para aquellas regiones en las que esta variable es la variable independiente es de 2,78, mientras que la elasticidad promedio al PIB per cápita regional de las restantes regiones es de 3,25. Adicionalmente la producción nacional de cobre resultó significativa en la actividad de la tercera región con una elasticidad de 0,19.

Esta variable presento resultados positivos al evaluar el precio del petróleo como variable independiente con una elasticidad promedio de -0,18. De igual forma el índice del precio de los pasajes resultó significativo en 3 regiones con una elasticidad promedio de -0,077 valor que indica una muy baja incidencia directa del precio de los pasajes aéreos en la variable PKM.

## 5.2.7 TKM Marítimo

La siguiente tabla presenta el resumen de los resultados econométricos obtenidos para la variable TKM Marítimo.

Las variables dependientes utilizadas en este modelo son:

- PIB: PIB nacional.
- PIBR: PIB regional.
- WTId: Precio del petróleo WTI deflactado.
- Dummie\_ Representa el cambio en la ley portuaria a contar del año 1998

Tabla 5.25 Resumen de resultados econométricos variable TKM Marítimo

Reg.	Modelo	R <sup>2</sup>	Elasticidad al producto (LP)
I	$\ln(TKM_{mar,t}) = 3,849 + 0,651 \ln(PIBR_t)$	0,717	0,65
II	$\ln(TKM_{mar,t}) = 11,481 + 5,016 \ln(PIB_t) - 4,915 \ln(PIB_{t-1}) - 0,092 \ln(WTId_t)$	0,411	0,10
III	$\ln(TKM_{mar,t}) = -13,932 + 1,535 \ln(PIB_t)$	0,850	1,53
IV	$\ln(TKM_{mar,i,t}) = 5,634 + 6,920 \ln(PIB_t) - 6,630 \ln(PIB_{t-1}) - 0,393 \ln(WTId_t) + 0,456 \ln(TKM_{mar,t-1})$	0,718	0,53
V	$\ln(TKM_{mar,i,t}) = -1,642 + 0,541 \ln(PIB_t) + 0,466 \ln(TKM_{mar,t-1}) - 0,372dummie$	0,946	1,00
VIII	$\ln(TKM_{mar,i,t}) = 8,862 + 1,830 \ln(PIBR_t) - 1,820 \ln(PIBR_{t-1}) + 0,780 \ln(TKM_{mar,t-1}) - 0,400 \ln(TKM_{mar,t-2})$	0,448	0,02
X	$\ln(TKM_{mar,t}) = 10,021 + 0,146 \ln(PIBR_t)$	0,109	0,14
XI	$\ln(TKM_{mar,i,t}) = -4,288 + 0,770 \ln(PIBR_t) - 0,267 \ln(WTId_t) + 0,582 \ln(TKM_{mar,t-1})$	0,847	1,83
XII	$\ln(TKM_{mar,t}) = 5,190 + 1,072 \ln(PIBR_t) - 0,450 \ln(WTId_t)$	0,224	1,07

Los resultados indican una elasticidad promedio respecto del producto de 0,77, es decir que ante un incremento del 1% en el producto, la variable TKM marítimo se incrementa en un 0,77%.

Tabla 5.26 Proyecciones regionales variable TKM Marítimo

Región	2012	2020	2030	2040	2050
<b>I</b>	866,742	1,069,340	1,355,675	1,648,837	1,916,773
<b>II</b>	309,080	294,369	292,270	291,493	282,172
<b>III</b>	1,969,734	3,442,199	5,981,703	9,448,014	13,439,399
<b>IV</b>	571,032	459,751	494,511	515,086	475,317
<b>V</b>	5,951,021	8,869,758	12,871,674	17,476,766	22,208,038
<b>VIII</b>	1,964,956	2,415,488	2,349,501	2,325,037	2,273,122
<b>X</b>	213,755	229,136	243,019	255,323	265,489
<b>XI</b>	111,379	162,869	281,058	431,812	586,493
<b>XII</b>	3,942,390	5,451,204	6,392,462	6,770,788	6,454,081

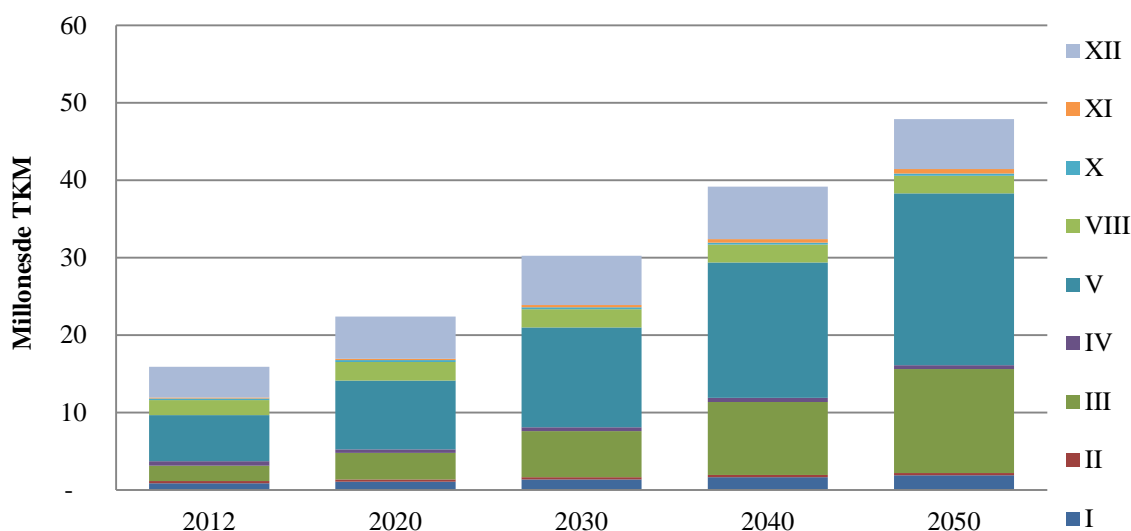


Figura 5.7 Proyección regional variable TKM Marítimo

El principal driver del modelo es el producto per cápita ya sea nacional o regional, la elasticidad promedio al PIB per cápita nacional para aquellas regiones en las que esta variable es la variable independiente es de 0,79, mientras que la elasticidad promedio al PIB per cápita regional de las restantes regiones es de 0,76. Además la proyección indica un crecimiento promedio anual desde 2,9% en el periodo 2013-2020 hasta un promedio de crecimiento anual de 1,1% en el periodo 2040-2050.

Esta variable presento resultados positivos al evaluar el precio del petróleo como variable independiente con una elasticidad promedio de -0,30.



### 5.2.8 Bunker Marítimo, Aéreo y Gasolina de Aviación

La siguiente tabla presenta el resumen de los resultados econométricos obtenidos para las variables de consumo energético (Giga Calorías) bunker y consumo (m<sup>3</sup>) de gasolina de aviación.

Las variables dependientes utilizadas en estos modelos son:

- PIBMppp: PIB mundial en paridad de compra.
- PIB: PIB nacional.

Tabla 5.27 Resumen de resultados econométricos variables Bunker y Gas-avi.

Var.	Modelo	R <sup>2</sup>	Elasticidad al producto (LP)
BM	$\ln(GCal_{BM,t}) = -14,704 + 2,833 * Dummie * \ln(PIBMppp_t) + 2,806 + (1 - Dummie) * \ln(PIBMppp_t)$	0,971	2,83
BA	$\ln(GCal_{BA,t}) = -1,703 - 2,030 \ln(PIB_t) + 2,683 \ln(PIB_{t-1}) + 0,340 \ln(GCal_{BA,t-1})$	0,936	0,99
GA	$\ln(M3_t) = 32,055 - 1,280 \ln(PIB_t)$	0,561	-1,28

Como se aprecia en la tabla la proyección de consumo de bunker marítimo presenta una elasticidad muy alta. Este resultado es esperable considerando que la variable histórica creció casi 7 veces entre el año 1991 y 2006. Sin embargo, este crecimiento explosivo no parece factible en el largo plazo considerando que dada la proyección, al año 2050 la variable superaría los 4,2 millones de teracalorías, es decir, un crecimiento de la demanda energética de 300 veces el valor del año 2006 y con un incremento el año 2050 de 500 mil teracalorías.

Por otra parte, el consumo bunker marítimo de Estados Unidos durante el año 2009 fue de 240.750 TCal (Balances de la Agencia Internacional de Energía), valor que es alcanzado por el modelo el año 2028 para Chile. En el modelo sin contracción el consumo crece 20 veces desde dicho año hasta el 2050. Y el último año crece 500 mil TCal, es decir, 2 veces el consumo anual de USA al año 2009. Estas razones llevan a considerar infactible dicho crecimiento, por ello a partir del año 2030 se congela el incremento anual de la variable llegando a un consumo el año 2050 de 1,09 millones de teracalorías incrementando el consumo energético aproximadamente 4 veces entre el año 2030 y 2050, y con un crecimiento en el último año de 38 mil teracalorías.

El consumo de gasolina de aviación dada la irregularidad de las series regionales, y su participación marginal en el consumo energético aéreo marginal, es modelado de forma agregada a nivel nacional, conservando la participación de cada región en el consumo total.

A continuación se presenta el resumen las proyecciones regionales de consumo de gasolina de aviación.

Tabla 5.28 Proyecciones regionales variable m<sup>3</sup> de gasolina de aviación.

Región	2012	2020	2030	2040	2050
<b>I</b>	5,590	3,503	2,079	1,374	974
<b>II</b>	577	357	212	140	99
<b>III</b>	72	61	36	24	17
<b>IV</b>	142	44	26	17	12
<b>V</b>	124	32	19	13	9
<b>RM</b>	453	699	415	274	194
<b>VI</b>	151	71	42	28	20
<b>VII</b>	304	161	95	63	45
<b>VIII</b>	379	197	117	77	55
<b>IX</b>	251	134	79	52	37
<b>X</b>	1,022	457	271	179	127
<b>XI</b>	159	116	69	46	32
<b>XII</b>	122	70	42	27	19

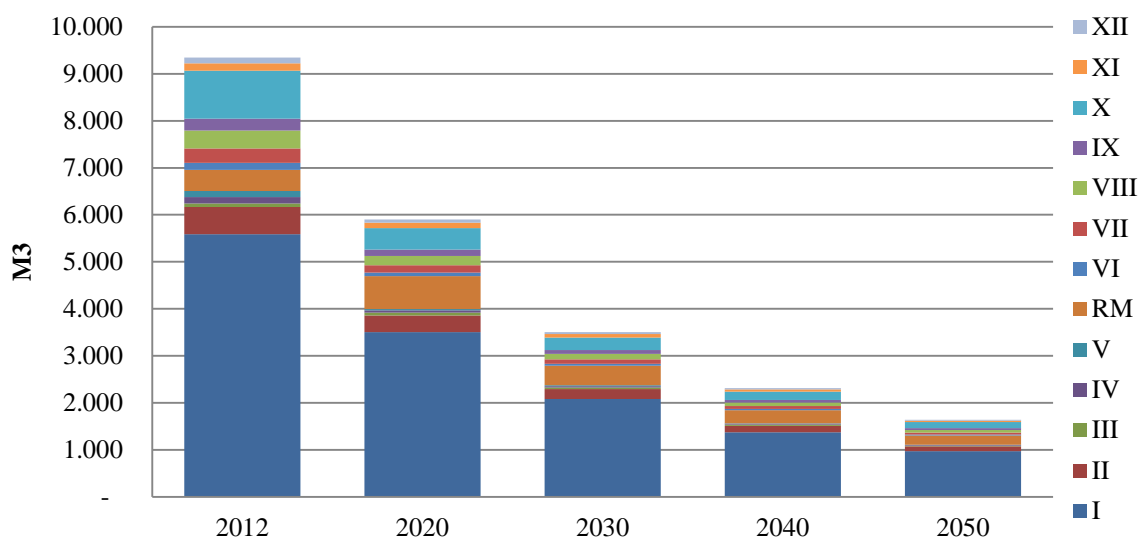


Figura 5.8 Proyección regional variable TKM Marítimo

La siguiente tabla presenta la proyección de consumo energético por bunker internacional para los modos marítimo y aéreo, estos resultados consideran las restricciones de crecimiento previamente señaladas en el modo marítimo.

Tabla 5.29 Proyecciones consumo en Giga Calorías Bunker.

Modo	2012	2020	2030	2040	2050
Mar	27.093.645	62.729.417	122.087.652	181.445.886	240.804.120
Avi	5.281.139	8.009.212	11.907.838	16.355.580	21.319.813

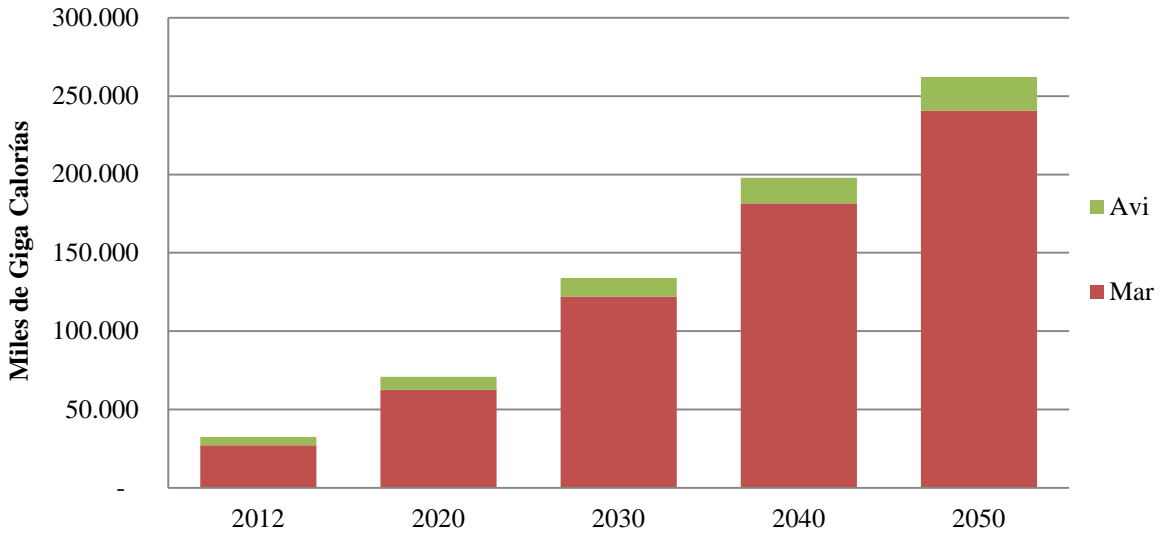


Figura 5.9 Proyección regional variables Bunker

Los resultados del modelo de consumo energético de bunker aéreo presentan una elasticidad al PIB nacional de 0,99. Por su parte el consumo de bunker marítimo presenta una elasticidad al PIB mundial en paridad de compra de 2,38.

## **6 RESULTADOS OBTENIDOS CON STEP2.0**

La construcción de escenarios tiene por objetivo demostrar la versatilidad de la herramienta STEP 2.0 para la evaluación de programas de mejora en el desempeño ambiental y energético del transporte.

Para la construcción de estos escenarios se consideraron casos de interés a nivel local o internacional, tal como se describe en el detalle de cada caso. Los escenarios presentados representan posibles comportamientos futuros del sector incluyendo cambios en las particiones modales, cambios tecnológicos y otras medidas posibles de aplicar en el país.

En relación a la validez técnica de los resultados, cabe señalar que, considerando que el alcance de estos escenarios es mostrar la versatilidad de la herramienta, los supuestos utilizados son solamente una primera aproximación a las problemáticas que cada escenario considera y los resultados obtenidos no deben ser considerados como la evaluación acabada de dichas problemáticas. Si se desea obtener evaluaciones de las distintas medidas incorporadas con la finalidad de definir políticas públicas, los supuestos utilizados se deben abordar en mayor detalle por estudios futuros.

### **6.1 Análisis línea base actualizada**

En primera instancia se revisan los resultados obtenidos en la línea base, tanto de consumo como de emisiones. Para el cierre de la presente edición se cuenta con una línea base de consumo y con la línea base de emisiones de contaminantes globales. El resto de las modelaciones se encuentra en proceso de validación. A continuación se presentan los resultados disponibles a la fecha.

### 6.1.1 Consumo de combustibles

Se realizaron estimaciones de consumo y emisiones asociadas al transporte de carga (TKM) y transporte de pasajero (PKM). Se dispone de resultados a nivel regional y agregados a nivel nacional. Para comenzar el análisis se presentan los resultados a nivel nacional. En la Figura 6.1 se muestra el desarrollo de la proyección de consumo de energía en [TJ] para el transporte de carga, mostrando 6 sub modos y su participación en el consumo en base anual. En ella se aprecia un crecimiento sostenido desde cerca de 60 mil [TJ] en el año 2013 a cerca de 130 mil [TJ] en el año 2050, duplicando el consumo en un poco más de 40 años. Dicho crecimiento es liderado por el sector de transporte interurbano de carga caminera en camiones pesados. En segundo lugar de importancia se encuentra el consumo de energía asociado al transporte aéreo y al transporte urbano por camiones medianos. En tercer lugar de importancia se encuentra el consumo de transporte urbano en camiones livianos. Finalmente, el consumo de camiones pesados urbanos y el consumo ferroviario representan un aporte marginal en todo el periodo.

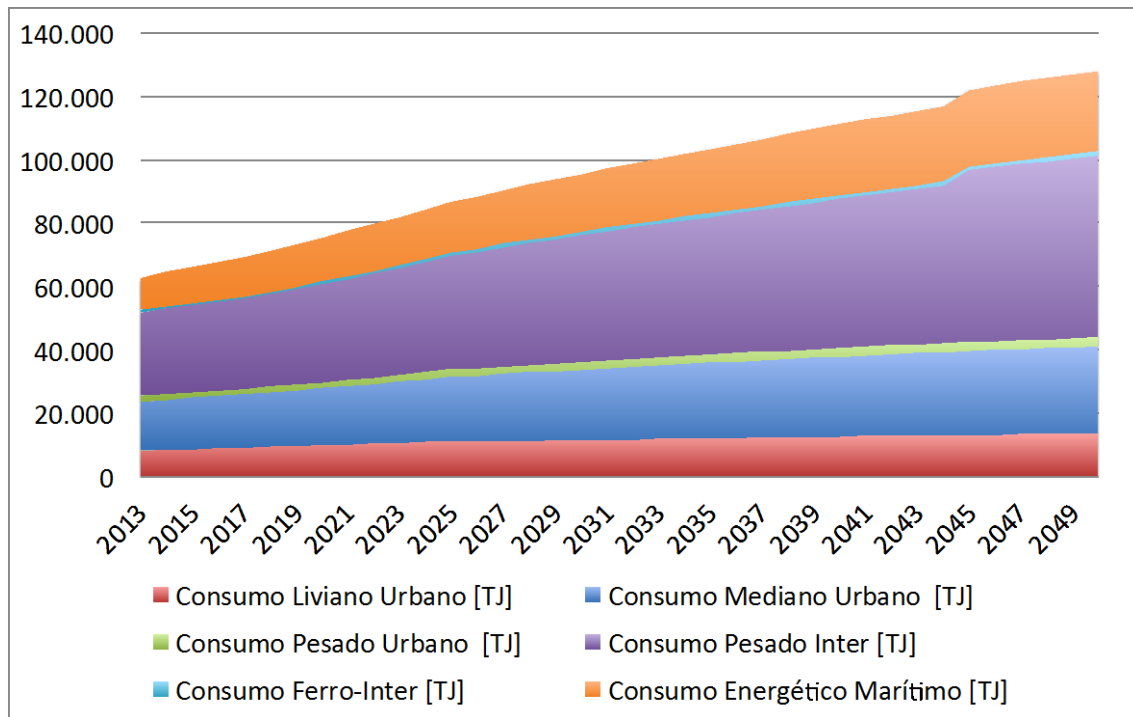


Figura 6.1. Resultado de proyección de consumo nacional en TJ entre los años 2013 y 2050, para los sectores asociados a transporte de carga.

En cuanto al transporte de pasajeros, en la Figura 6.2 se muestra la evolución proyectada de su consumo [TJ], para 7 sectores involucrados. En este caso se excluye del gráfico la movilidad eléctrica, ya que su consumo se mide en [MWh]. El consumo pasa de cerca de 290 mil [TJ] en año 2013, a cerca de 880 mil [TJ] en el año 2050, prácticamente triplicando el consumo en los 40 años proyectados. Este crecimiento es liderado por los vehículos particulares urbanos a Gasolina y Diésel, además del transporte aéreo. En segundo orden de importancia, se encuentra el transporte interurbano de pasajeros (Diésel y Gasolina), el transporte en bus en general (urbano e interurbano).

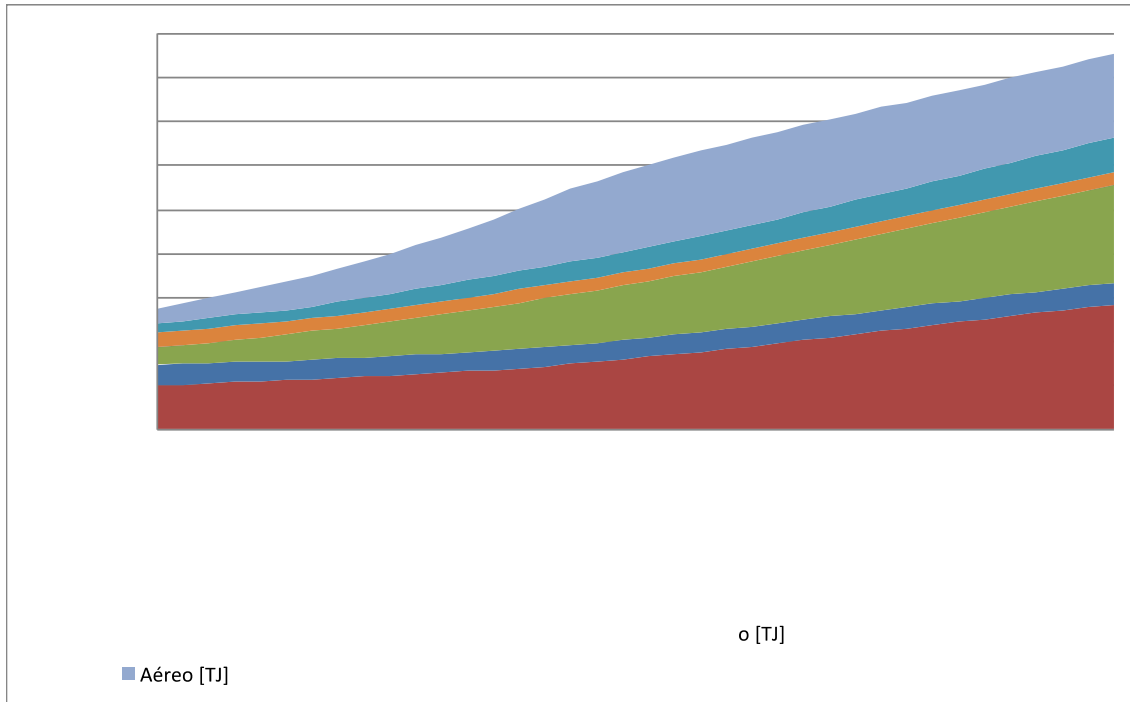


Figura 6.2. Resultado de proyección de consumo nacional en TJ entre los años 2013 y 2050, para los sectores asociados a transporte de pasajeros.

La herramienta también entrega herramienta desagregada por región, para lo cual se hará un análisis en la sección siguiente que, aunque se tratan las emisiones de gases de efecto invernadero, al ser éstas son proporcionales al consumo harían redundante el análisis.

### 6.1.2 Emisiones de contaminantes globales

La herramienta estima las emisiones por fuente, modo y región. Por ejemplo, si se quiere evaluar las regiones con mayor consumo de combustible, se construyen los cortes temporales en años de interés. Para este ejemplo se seleccionan los años 2020 y 2030. En esta ocasión analizaremos a los principales consumidores, aunque como ya se mostró en la sección anterior, la herramienta presenta información para todos los sub modos de transporte correspondientes.

En la Figura 6.3 se muestra el resultado de emisiones de CO<sub>2</sub>e para todo el país. Como es sabido, las emisiones de CO<sub>2</sub>e dependen del nivel de actividad del sector, antecedente que nos permite aseverar que la actividad de camiones pesados interurbanos, como era de esperar, se concentra en las regiones II, VIII y XIII, mientras que la actividad marítima se concentra en las regiones V y XII.

Por otra parte, al analizar la Figura 6.4, que muestra los mismos resultados que la figura anterior pero ahora para el año 2030, se puede observar que las regiones de mayor actividad se mantienen, aunque se aprecia una participación más significativa del transporte por marítimo para la V región que aquella observada en el año 2020.

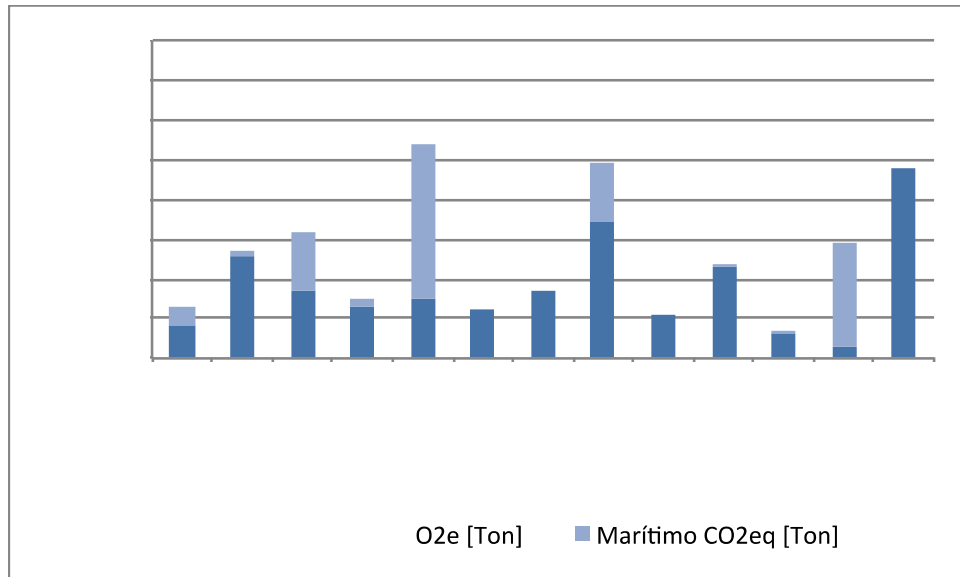


Figura 6.3. Resultados de emisión al año 2020 para los principales emisores del sector transporte de carga, desagregación regional.

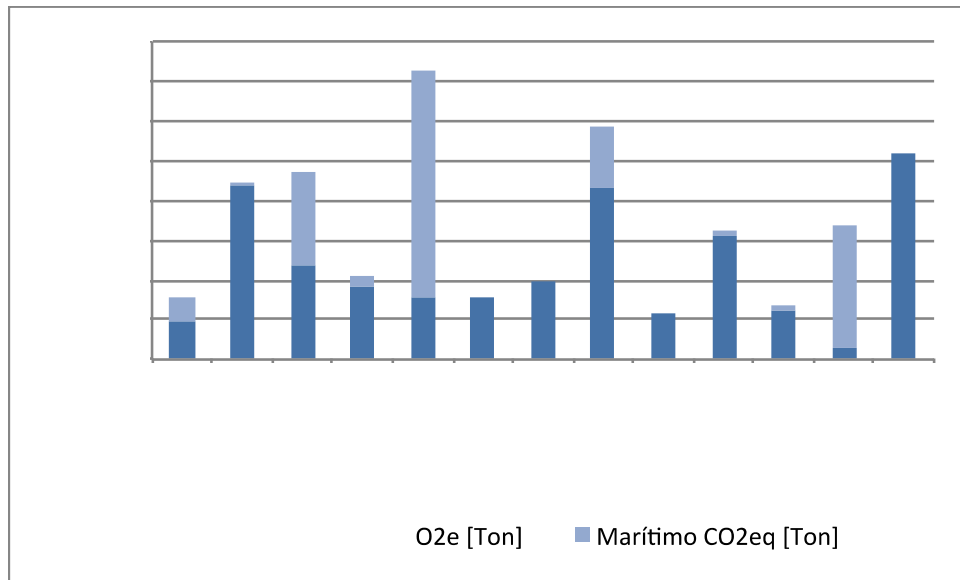


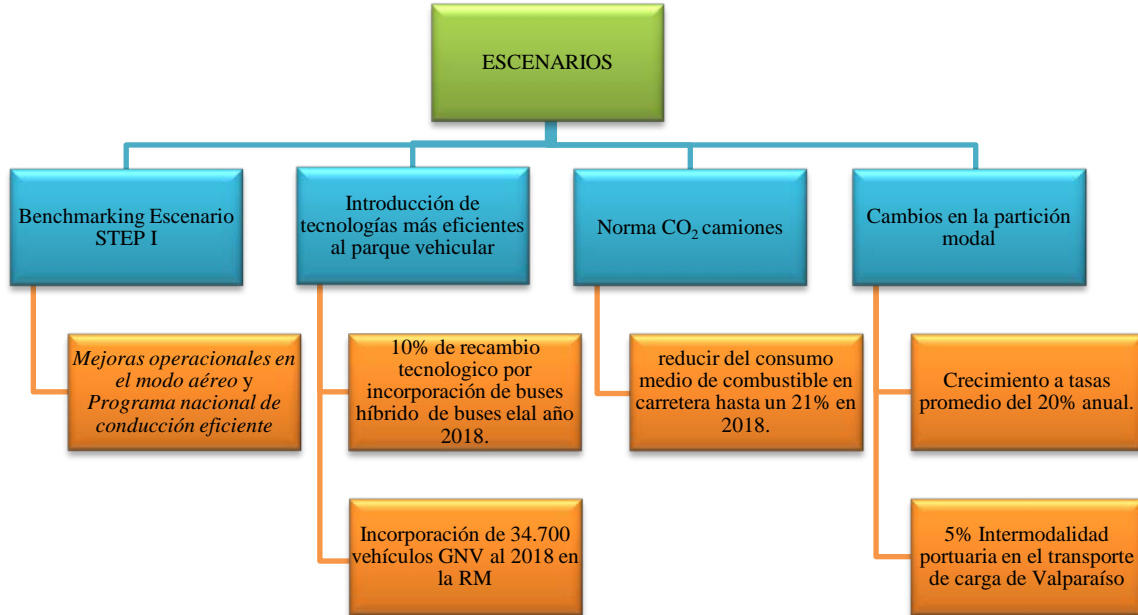
Figura 6.4. Resultados de emisión al año 2030 para los principales emisores del sector transporte de carga, desagregación regional.

## 6.2 Evaluación de escenarios

En relación a la descripción de los escenarios, la Figura 6.5 es una representación gráfica de lo antes mencionado donde se describen los cuatro escenarios que serán abordados con más detalle en las siguientes secciones.



Figura 6.5: Diagrama que representa los cuatro escenarios propuestos



### 6.2.1 Escenario 1: Benchmarking Escenario STEP I

Este escenario concentra la validación mediante comparación o benchmarking de lo propuesto anteriormente en el proyecto STEP (2012), representando los casos: *Programa nacional de conducción eficiente* y *Mejoras operacionales en el modo aéreo*.

El primer caso, para la estimación del ahorro incorpora el concepto de conducción eficiente a los conductores para vehículos livianos como pesados de carga.

Se define:

$T$  : Tipo de vehículo (Particular, Buses, Camiones, Taxis)

$c$  : Combustible (para el modo caminero, Gasolina y Diesel)

$j$  : Región

$k$  : Año

$C$  : Consumo de combustible  $c$  para el Tipo  $T$ , región  $j$  y año  $k$

$C_{cTjk}$

El nuevo consumo de combustible en m<sup>3</sup> debido a la aplicación de una medida de eficiencia energética se calcula como:

$$CC_{cTjk}^{ef} = CC_{cTjk} (1 - (PCCE + PPCE) * TPCE * REDCE) \left[ \frac{m^3}{año} \right]$$

$CC_{cTjk}^{ef}$  : Consumo de combustible por aplicación de conducción eficiente

$PCCE$  : Porcentaje de penetración de un programa de capacitación en conducción eficiente al momento de renovar la licencia de conducir [%]

$PPCE$  : Porcentaje de penetración de una campaña publicitaria de conducción eficiente [%]

$TPCE$  : Porcentaje de los conductores capacitados que efectivamente aprende las técnicas [%]

$REDCE$  : Porcentaje de reducción en el consumo de combustible debido a la conducción eficiente [%]

La ecuación es la misma para las cuatro medidas. Para cada caso, capacitación voluntaria u obligatoria, vehículos livianos o de carga, lo que cambian son los parámetros, y el Tipo de vehículos afectado por la medida.

El nuevo consumo en unidades de energía se calcula según la siguiente ecuación:

$$EnergíaCC_{cTjk}^{ef} = \rho_c * PC_c * CC_{cTjk}^{ef} * 10^{-6} \left[ \frac{Tcal}{año} \right]$$

$\rho_c$  : Densidad del combustible c, Gasolina de Aviación o Kerosene según corresponda [kg<sub>combustible</sub>/m<sup>3</sup>]

$PC_c$  : Poder calorífico del combustible c, Gasolina de Aviación o Kerosene según corresponda [Kcal/kg<sub>combustible</sub>]

En el presente escenario se evalúa el impacto en el tipo camión del modo caminero. Además, se fija la realización de las capacitaciones solamente en los años 2015 y 2020, con una tasa de penetración en el universo de los conductores de un 20%. Nuevamente, este porcentaje representa cuantos conductores de una región dada, participan de una capacitación y finalmente, al momento de manejar aplican los conocimientos adquiridos.

<i>Tasa de penetración</i>	20% de penetración de un programa de capacitación para conductores de camiones
<i>Ahorro</i>	10% de Ahorro
<i>Años</i>	2015, 2020
<i>Regiones</i>	II, VIII y X

Los resultados nacionales para este escenario se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 6.1: Consumo anual para el escenario 2 expresados en (m<sup>3</sup>/año)

Escenario	Tipo	Combustible	2010	2015	2020	2025
E1	Bus	Diésel	1.682.137,6	1.936.213,8	2.226.200,1	2.575.903,7
	Camión	Diésel	1.557.978,6	1.656.291,8	1.756.869,9	1.874.213,0
	Particulares	Diésel	761.102,8	1.412.285,0	2.067.485,1	2.774.493,6
		Gasolina	3.642.060,5	3.517.598,9	3.403.270,8	3.347.518,9
	Taxis y Colectivos	Diésel	24.086,7	47.707,1	69.271,9	92.300,3
		Gasolina	294.120,4	265.148,3	240.386,3	217.774,8
<b>Total Nacional</b>			<b>7.961.486,7</b>	<b>8.835.244,9</b>	<b>9.763.484,0</b>	<b>10.882.204,3</b>

Para el segundo caso se apunta a la posibilidad de mejorar la eficiencia global de las aeronaves y de generar ahorros a través de mejoras operacionales y de gestión del control

de tráfico. Dado el alto uso de combustible de las aeronaves durante su vida útil, modestas mejoras en la eficiencia podrían llevar a ahorros substanciales en costos de combustibles.

Para la estimación del ahorro, se utilizan los factores de reducción de consumo de combustible disponibles en la literatura (referencia, libro IEA) y se aplican sobre el consumo de combustible asociado a la aviación, desagregado por región.

Existen dos tipos de combustible en el modo aéreo: Gasolina de Aviación y Kerosene. El nuevo consumo de combustible aplicando una medida de eficiencia energética, en  $m^3$ , se calcula como:

$$CC_{ijc}^{ef} = CC_{ijc} (1 - REDC) \left[ \frac{m^3}{año} \right]$$

$CC_{ijc}$  : Consumo de combustible en el modo aéreo el año i, región j y para el combustible c [ $m^3$ ]

$REDC$  : Reducción de consumo de combustible asociado a las mejoras operacionales (igual para ambos combustibles) [%]

El nuevo consumo en unidades de energía se calcula según la siguiente ecuación:

$$EnergíaCC_{ijc}^{ef} = \rho_c * PC_c * CC_{ijc}^{ef} * 10^{-6} \left[ \frac{Tcal}{año} \right]$$

$\rho_c$  : Densidad del combustible c, Gasolina de Aviación o Kerosene según corresponda [ $kg_{combustible}/m^3$ ]

$PC_c$  : Poder calorífico del combustible c, Gasolina de Aviación o Kerosene según corresponda [ $Kcal/kg_{combustible}$ ]

Este escenario consiste en incluir mejoras en la gestión de la industria aérea. Considera una sola medida, orientada a mejorar la planificación de operaciones en los aeropuertos y en los sistemas de gestión de tráfico aéreo. La medida comienza a regir el año 2015. El porcentaje de reducción de consumo (parámetro REDC de la sección 5.4) es 5%.

Para este escenario se aplica la medida sólo en la Región Metropolitana, afectando el consumo del kerosene de aviación y gasolina de aviación en un 5% de ahorro para los años 2015, 2020 y 2025.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 6.2: Resultados de consumo y emisiones de CO<sub>2</sub>, RM.

Escenario 6	Variable	Unidad	2010	2015	2020	2025
Línea Base	Emisiones CO <sub>2</sub>	TON	347.861	403.986	334.548	341.954
Escenario	Emisiones CO <sub>2</sub>	TON	347.861	383.786	317.820	324.857
Escenario	Ahorro absoluto de CO <sub>2</sub>	TON	0	20.200	16.728	17.097
Escenario	Ahorro porcentual de CO <sub>2</sub>	%	0	5,00	5,00	5,00
Línea Base	Consumo Gasolina Aviación	m <sup>3</sup>	1.470	1.056	797	633
Escenario	Consumo Gasolina Aviación	m <sup>3</sup>	1.470	1.004	757	601
Escenario	Ahorro de consumo Gasolina Aviación	m <sup>3</sup>	0	52	40	32
Escenario	Ahorro de consumo porcentual Gasolina Aviación	%	0	4,92	5,02	5,06
Línea Base	Consumo Kerosene Aviación	m <sup>3</sup>	127.703	148.867	123.346	126.233
Escenario	Consumo Kerosene Aviación	m <sup>3</sup>	127.703	141.423	117.178	119.921
Escenario	Ahorro de consumo Kerosene Aviación	m <sup>3</sup>	0	7.444	6.168	6.312
Escenario	Ahorro de consumo porcentual Kerosene Aviación	%	0	5,00	5,00	5,00

### 6.2.2 Escenario 2: Introducción de tecnologías más eficientes al parque vehicular

Este escenario apunta a reducir el consumo energético por medio de la entrada de vehículos con tecnologías más limpias y eficientes, como son los vehículos híbridos y los vehículos a gas. Las medidas están enfocadas en vehículos livianos y medianos, particulares y comerciales considerando dos medidas:

#### a. Vehículos Híbridos

A la fecha no existe una meta o compromiso explícito en el país para la incorporación de este tipo de vehículos en el transporte público. Es por esto que se revisan otras experiencias

en la región de Latinoamérica que den un orden de magnitud del tamaño de flota que se puede incorporar. En este sentido, se tiene el caso de un programa de fomento para mejoras tecnológicas en Bogotá.

La legislación distrital de Colombia, establece que un 10% de la flota de buses de los concesionarios debe incluir tecnologías ZLEV, esto con la idea de fomentar la introducción de este tipo de tecnologías. En Chile el sistema de transporte de la Región Metropolitana posee 6.500 buses, aproximadamente. Suponiendo que en el proceso de las nuevas licitaciones de los contratos de DTPM<sup>8</sup> que comienzan el año 2018, se incorporan incentivos que promuevan el uso de estas tecnologías limpias en una medida idéntica a lo que sucede en Colombia, con el fin que en las futuras licitaciones, se tenga experiencia en el uso de este tipo de tecnologías para su incorporación masiva a partir del año 2018. Esto se traduce en su incorporación piloto de buses híbridos entre los años 2015 y 2018, con una tasa anual de un 2,5% de la flota total, cada uno de estos 4 años, alcanzando un 10% al año 2018.

Se tendría lo siguiente:

Año	Factor tasa recambio
2015	2,5%
2016	5,0%
2017	7,5%
2018	10,0%
2018-2050	10,0%

Considerando un cambio de PKM en la región metropolitana, con recambio de tecnología diésel convencional por vehículos híbrido y manteniendo un 10% de recambio constante anualmente.

---

<sup>8</sup> Directorio del Transporte Público Metropolitano.

b. Vehículos a gas

EnerDossier ofrece servicios de consultoría y asesoramiento sobre sectores estratégicos de la economía global a empresas privadas, organismos públicos y ONGs. En su informe anual (EnerDossier, 2009) destaca “También el transporte público podría volver a explorar el gas natural. Aunque él no es uno de los principales emisores en la Región Metropolitana (RM), tiene la ventaja de requerir una adaptación relativamente sencilla en el caso de taxis y colectivos. [...] En un escenario optimista, es posible proyectar que para el 2015 circulen en Santiago 34.700 vehículos GNV. En ese marco se requiere al menos la existencia de 72 estaciones de servicio, lo que contribuiría a la masificación del energético en el transporte de la ciudad.” Este escenario no es viable en el corto plazo, ya que en la actualidad existen alrededor de 5.000 taxis GNC en la RM, por lo que la proyección se hará al 2025.

$$FdT_i^{RM} = FdT_{i-1}^{RM} \cdot (1 - 0,694)$$

FdT: Flota de taxis colectivos en la RM.

i: años, considera una proyección a 2025.

### 6.2.3 Escenario 3: Norma CO<sub>2</sub> camiones

Este escenario incorpora la aplicación de una nueva norma de emisiones de CO<sub>2</sub> para el transporte caminero, en el caso de los camiones. De acuerdo a lo planteado por la *International Energy Agency (IEA)* en su publicación “*World Energy Outlook 2012*” (International Energy Agency, 2012) el actual escenario político de Estados Unidos en el sector transporte presenta estándares anuales para cada modelo de camiones de 2014 a 2017 para reducir el consumo medio de combustible en carretera hasta un 21% en 2018.

La propuesta para vehículos nuevos considera lo siguiente:

$$FdC_i^{camión} = FdC_{i-1}^{camión} \cdot (1 + 0,05)$$

FdC: Factor de consumo de la flota km/lt4

En el contexto de lo establecido por SECTRA en su Proyecto “Análisis del comportamiento

de la demanda de infraestructura especializada para bicicletas” (2013) el cual establece que las proyecciones y modelaciones de la demanda de este medio de transporte, presenta un crecimiento a tasas promedio del 20% anual en la región metropolitana y que estos resultados no se pueden extrapolar al resto del país.

$$PM_{2013}^{Ciclistas\ RM} = PM_{2014-2018}^{Ciclistas\ RM} \cdot (1 - 0.05)$$

$PM^{Ciclistas\ RM}$ : Partición Modal ciclistas Región Metropolitana.

$PM^{Ciclistas\ RM}$ : Partición modal ciclistas región metropolitana.

i: años, considera una proyección a 2018.

La partición modal de las bicicletas sube 20% anual (acumulativo) llegando a un 100%, resta a vehículos particulares, sólo Urbanos.

a) Transporte marítimo

El transporte marítimo tiene un potencial de crecimiento para grandes volúmenes de mercancías. No obstante la potenciación de los diversos modos pasa por la mejora de la cadena multimodal, pues la carretera es el modo complementario de los otros modos, para acopio de cargas y distribución final, por lo que las instalaciones logísticas multimodales serán elemento clave para lograr un cambio significativo en la distribución modal (Vasallo y Fagan. 2007; Janic. 2007). Para este escenario, como supuesto de prueba se considera un 5% de cambio modal en el transporte de carga de Valparaíso, esto debido a las mejoras tecnológicas y ahorros en combustible de la actividad mercantil portuaria actual.

$$PM_i^{Martimo} = PM_{i-1}^{Maritimo} \cdot (1 - 0,005)$$

PM: Partición modal, flota de camiones para el transporte marítimo

i: años, considera una proyección a 2025.

Variación de 1% de TKM por 5 años acumulativo, con cambio modal de camión interurbano.



#### 6.2.4 Escenario 4: Cambios en la partición modal

Para la aplicación de este escenario se supondrá dos particiones modales. La primera basada en el estudio *Zona Verde para el Transporte de Santiago* en la iniciativa de *No Motorizados*; la segunda refleja el acontecer nacional en la introducción de mejores tecnologías en la industria. Ambas propuestas presentan un cambio en el comportamiento o modo de transporte.

##### b) Bicicletas

En el contexto de lo establecido por SECTRA en su Proyecto “Análisis del comportamiento de la demanda de infraestructura especializada para bicicletas” (2013) el cual establece que las proyecciones y modelaciones de la demanda de este medio de transporte, presenta un crecimiento a tasas promedio del 20% anual en la región metropolitana y que estos resultados no se pueden extrapolar al resto del país.

$$PM_{2013}^{Ciclistas RM} = PM_{2014-2018}^{Ciclistas RM} \cdot (1 - 0.05)$$

$PM^{Ciclistas RM}$ : Partición Modal ciclistas Región Metropolitana.

$PM^{Ciclistas RM}$ : Partición modal ciclistas región metropolitana.

i: años, considera una proyección a 2018.

La partición modal de las bicicletas sube 20% anual (acumulativo) llegando a un 100%, resta a vehículos particulares, sólo Urbanos.

##### c) Transporte marítimo

El transporte marítimo tiene un potencial de crecimiento para grandes volúmenes de mercancías. No obstante la potenciación de los diversos modos pasa por la mejora de la cadena multimodal, pues la carretera es el modo complementario de los otros modos, para acopio de cargas y distribución final, por lo que las instalaciones logísticas multimodales serán elemento clave para lograr un cambio significativo en la distribución modal (Vasallo

y Fagan. 2007; Janic. 2007). Para este escenario, como supuesto de prueba se considera un 5% de cambio modal en el transporte de carga de Valparaíso, esto debido a las mejoras tecnológicas y ahorros en combustible de la actividad mercantil portuaria actual.

$$PM_i^{Martimo} = PM_{i-1}^{Maritimo} \cdot (1 - 0,005)$$

PM: Partición modal, flota de camiones para el transporte marítimo

i: años, considera una proyección a 2025.

Variación de 1% de TKM por 5 años acumulativo, con cambio modal de camión interurbano.

### 6.3 Análisis de resultados

Se realizó una proyección de los resultados de cada escenario hasta 2050. De forma gráfica, se presentan los resultados en la Figura 6.6, donde se presentan los consumo s esperados en el escenario de Línea Base y en los Escenarios con aplicación de medidas descritos en la sección previa.

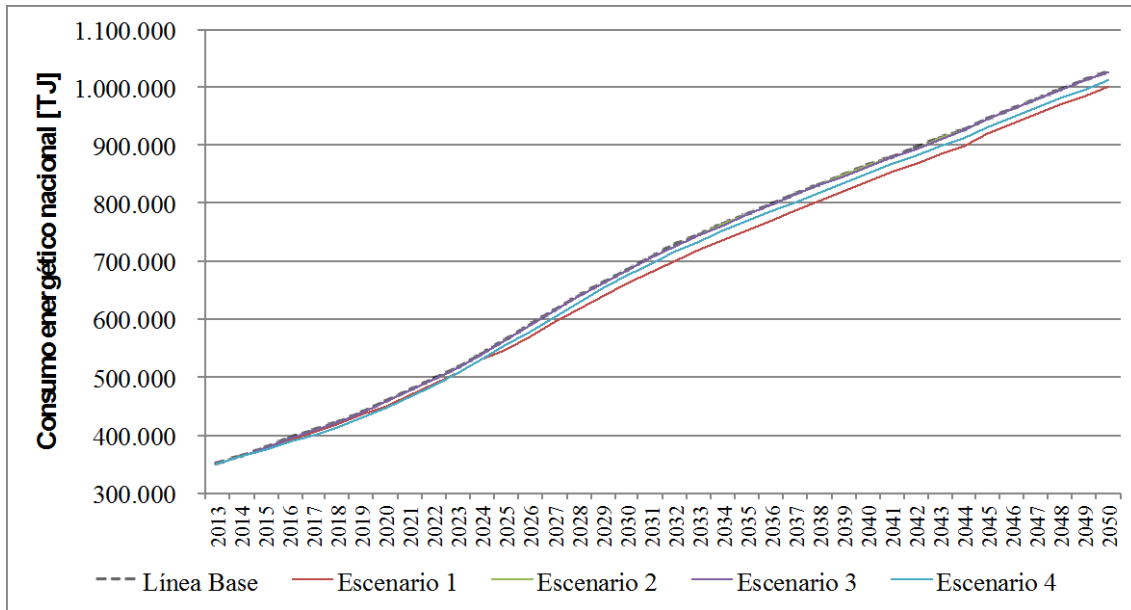


Figura 6.6 Consumo energético nacional de Línea Base y para los distintos escenarios modelados.

En la Figura 6.6 se puede observar que los escenarios que presentan las mayores reducciones son el Escenario 1 y el Escenario 4, pues sus respectivas curvas se alejan más del trazo segmentado que representa la Línea Base.

En la Tabla 6.3 se presentan las reducciones de consumo con respecto a la línea base acumulados y como un promedio por año para cada escenario.

Tabla 6.3. Reducciones estimados para los distintos escenarios modelados.

	Reducción al 2050 [TJ]	Reducción promedio por año [TJ]
Escenario 1	719.291	19.980
Escenario 2	8.752	243
Escenario 3	16.432	456
Escenario 4	407.835	11.329

Se puede observar que el Escenario 1 presenta la mayor reducción esperada, la que asciende a 719.291 TJ, lo que equivale a una desviación en 2,7% del consumo acumulado esperado en el escenario Línea Base. Por su parte, el Escenario 4 presenta un reducción de 407.835 TJ, representando una desviación de un 1,5% respecto al total acumulado esperado según del escenario Línea Base. Los Escenarios 2 y 3 presentan ahorros bastante inferiores de 8.752 y 16.432 TJ respectivamente.

## 7 CONCLUSIONES

El siguiente capítulo presenta las conclusiones *preliminares* para el estudio “Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP)”.

### 7.1 Conclusiones generales

Al término del presente estudio, se ha desarrollado la actualización de la metodología STEP, denominada **STEP2.0**, la cual permite estimar y proyectar los consumos energéticos y las emisiones de contaminantes generados por el sector transporte, con un horizonte hasta el año 2050.

La nueva propuesta metodológica **STEP2.0** posee un cambio radical con respecto a la versión anterior de STEP1.0, y que hace referencia a **caracterizar al transporte por medio de variables de demanda**: transporte de carga (tonelada-kilómetro TKM) y transporte de pasajeros (pasajero-kilómetro o PKM). Lo anterior se define en base a los antecedentes metodológicos y bibliografías revisados en el capítulo 2, donde se observa una clara tendencia en modelar al sector transporte en base a variables de demanda.

La definición de STEP2.0 en base a la demanda implicó **identificar y determinar nuevas fuentes información** que permitieran caracterizar históricamente el comportamiento de la demanda regional desagregada por modo (camino, ferroviario, marítimo y aéreo), tipo (carga y pasajero) y ámbito (urbano e interurbano).

En relación al cálculo de **consumo energético**, STEP2.0 definió una **nueva metodología en base a las variables de demanda** y otros parámetro específicos asociados a cada modo, tales como tasas de ocupación, tasas de carga, factores de consumo, intensidad energética, entre otros. Una vez determinados los consumos energéticos, la estimación de emisiones contempla la misma metodología que se definió en STEP 1.0, la cual emplea factores de emisión en base a consumo energético (en nivel 1) y para el caso de estimación detalladas para el modo caminero (nivel 2) en base a factores de emisión COPERT 4.

La metodología STEP2.0 también desarrolló modelos de proyección econométricos para determinar, en base a las series históricas de demanda (TKM y PKM), la demanda esperada hacia el año 2050 y así generar resultados de consumo energético y emisiones en el futuro, mediante la aplicación de STEP2.0. Los modelos econométricos emplean como principales *drivers* el PIB, PIB per cápita, Población, y otros ajustes específicos a cada modo que explican su comportamiento.

La nueva aproximación metodológica de STEP 2.0 incorpora desde el origen de los datos de demanda las dimensiones de información que solicitaba el presente estudio. Lo anterior implica poder desagregar los resultados regionales de emisiones y consumo energético por modo según *tipo de transporte* (carga o pasajero) y *ámbito* (urbano o interurbano). El enfoque de demanda en STEP2.0 también permite

La evaluación de escenarios en la nueva versión de STEP2.0 permite simular escenarios de intermodalidad de manera directa y sencilla, además de la capacidad de simular escenarios tecnológicos y operativos. Lo anterior es implica un gran cambio en la forma de evaluar escenarios respecto a STEP1.0, donde para las opciones que ésta versión permitía evaluar estaban más restringidas a 3 situaciones específicas: intermodalidad de carga, entre camión y tren, escenario de conducción eficiente y cambio tecnológico en modo caminero.

Todas las modificaciones y actualizaciones metodológicas fueron incorporadas en la programación de la nueva herramienta computacional STEP2.0. Una de las principales características de esta nueva versión es la libertad de poder ingresar datos de entrada, ya sean variables de demanda, parámetros específicos asociados a cada modo, factores de emisión, entre otros. Si bien la herramienta viene poblada con una completa base de datos que generan la línea base del modelo, es posible hacer cambios en todos ellos y evaluar los resultados de dichos cambios como un tipo de escenario.

## **7.2 Conclusiones Específicas**

### **7.2.1 Series históricas de demanda**

Las fuentes de información consideradas para caracterizar los distintos modos de transporte incorporaron una nueva dimensión con respecto a la versión original, ya que estas permitieron caracterizar a los distintos modos en términos de demanda. Para el procesamiento de los datos, al modelo se le incorporaron antecedentes enmarcados en el proyecto gubernamental MAPS Chile (2012-2013) el cual caracterizó la trayectoria de emisiones de todos los sectores del país, definiendo de manera oficial una serie de variables independientes al 2050 como población, PIB Nacional, PIB Regional.

Las fuentes de información histórica para los modos aéreo, marítimo y ferroviario se encuentra recopilada por parte de organismos especializados en cada modo de transporte. Por esta razón, el procesamiento de los datos se realiza de forma directa. Para marítimo y aéreo, las instituciones DIRECTEMAR y JAC respectivamente reportan los datos de PKM y TKM de forma directa permitiendo utilizar los datos sin que se vean distorsionados por efectos de ninguna metodología. El Departamento Ferroviario del MTT posee datos de TKM para los años 2008 y 2009 mientras que para los años posteriores solo dispone de datos de Toneladas transportadas en un par Origen-Destino, por ello se desarrolló la metodología de asignación de demanda descrita en la sección 3.2.2 para generar la serie historia respectiva. En términos de transporte de pasajeros el Departamento Ferroviario dispone de la demanda directa en PKM para la mayoría de las regiones que poseen red ferroviaria a excepción de la XIII región, de la cual solo se dispuso del número de pasajeros transportados, por lo que se asignó la demanda por medio de la metodología para el modo ferroviario.

Para el caso del modo caminero no se disponía de información directa de demanda de transporte, por lo que se siguió la metodología de asignación de consumo descrita en la sección 3.2 para una posterior derivación de la demanda de transporte. Esta metodología es la que se utilizó originalmente en STEP 1.0 sin embargo se le incorporaron nuevas fuentes

de información además de una etapa final de determinación de demanda, lo que permitió caracterizar de mejor manera el consumo de combustible de las distintas categorías.

Para el modo caminero se obtuvo como resultado una serie histórica de consumos energéticos desagregadas en las 5 categorías de transporte caminero que se consideraron para determinar la demanda de transporte que considera el estudio. La serie histórica de consumo entregó como resultados para el año 2012 una distribución del consumo nacional de combustible que se concentra principalmente en la región metropolitana, abarcando el 37% del total de metros cúbicos consumidos a nivel nacional, seguida por la VIII y V regiones con 11 y 10 % respectivamente.

Desde el consumo de combustible se obtuvo las series de demanda asociadas a cada categoría perteneciente al modo caminero tanto para pasajeros como para carga. Esta demanda se distribuye a lo largo del país considerando parámetros como NA y FdC asociados a cada región. Para el caso de la demanda de transporte de pasajeros la mayor demanda se observa, al igual que el consumo, en la región metropolitana, alcanzando un total de 41%, seguido por la VIII y la V con un 10% cada una. Para el caso de la demanda de transporte de carga la región que concentra la mayor actividad es la región metropolitana con un 25 % seguida del mismo modo que para el transporte de pasajeros por la VIII con un 15%.

De la misma forma que para el modo caminero, para el modo ferroviario siguiendo la metodología de la sección 3.2.2 se obtuvo la serie histórica de demanda en la cual se identifica la participación de las distintas regiones que poseen red ferroviaria. Para el caso del transporte de carga la región que concentra la mayor demanda es la II con un 32% de la participación a nivel nacional, seguido por la VIII con un 16%. Ambas regiones con una alta actividad industrial, una por conceptos de minería y la segunda por la actividad forestal.

Para el caso del transporte de pasajeros el modo ferroviario divide la demanda en dos ámbitos, urbana e interurbana, el caso del ámbito urbano solo se aplica a las regiones V, VIII y RM mientras que el ámbito interurbano abarca las regiones VI, VII, VIII y IX la región que mayor demanda de transporte urbano de pasajeros de este modo corresponde a



la región metropolitana y se explica principalmente por la acción del metro de Santiago, el cual abarca el 89% de la demanda total urbana para el año 2012, para el caso interurbano la región que concentra la mayor parte de la demanda de transporte de pasajeros es la VI con el 75%.

Para el modo marítimo la serie de demanda corresponde al transporte de carga que se efectúa entre ciudades al interior del país, las regiones que concentran la mayor actividad de transporte marítimo son las regiones V, VIII y XII que en conjunto abarcan el 70% de la actividad portuaria del país.

Para el modo aéreo se consideró que todos los vuelos que se efectúan al interior del país pertenecen al ámbito interurbano, por lo que se genera la serie histórica de demanda de transporte aéreo de pasajeros, la cual ha sufrido un incremento de un 60% desde el año 2009 al 2012, lo que denota una masificación en el uso del transporte aéreo como alternativa a los viajes interurbanos. Para el caso del transporte de carga de este modo se identifica a la RM como la región que concentra la mayor actividad abarcando cerca del 72% del TKM del modo.

### **7.2.2 Modelos de proyección**

Para el caso del modelo de transporte de **carga** (TKM) por el modo **Ferrovionario** los principal driver del modelo son el producto, ya sea nacional o regional, y la producción de los grandes sectores industriales como el cobre, el papel y celulosa, la elasticidad promedio al PIB nacional para aquellas regiones en las que esta variable es la variable independiente es de 0,74, mientras que la elasticidad promedio al PIB regional de las restantes regiones es de 0,63. Adicionalmente la producción nacional de cobre y la producción nacional de celulosa presentan una elasticidad promedio de 0,81 y 0,20 respectivamente. Además la proyección indica un crecimiento promedio anual desde 3,3% en el periodo 2013-2020 hasta un promedio de crecimiento anual de 1,0 % en el periodo 2040-2050. Sin embargo para el caso del transporte de **pasajeros** (PKM) por este modo el principal driver es el producto per cápita regional, la elasticidad promedio es de 0,57. Y también se tiene que la proyección indica un crecimiento promedio anual desde 2,2% en el periodo 2013-2020 hasta un promedio de crecimiento anual de 1,4% en el periodo 2040-2050.

Para el caso de la demanda de transporte de carga (TKM) para el modo **Marítimo** el principal driver del modelo de proyección es el producto per cápita ya sea nacional o regional, la elasticidad promedio al PIB per cápita nacional para aquellas regiones en las que esta variable es la variable independiente es de 0,79, mientras que la elasticidad promedio al PIB per cápita regional de las restantes regiones es de 0,76. Además se observa que la proyección indica un crecimiento promedio anual desde 2,9% en el periodo 2013-2020 hasta un promedio de crecimiento anual de 1,1% en el periodo 2040-2050.

El principal driver del modelo para la demanda de transporte de pasajeros (PKM) del modo **Aéreo** es el producto per cápita ya sea nacional o regional, la elasticidad promedio al PIB per cápita nacional para aquellas regiones en las que esta variable es la variable independiente es de 2,78, mientras que la elasticidad promedio al PIB per cápita regional de las restantes regiones es de 3,25. Adicionalmente la producción nacional de cobre resultó significativa en la actividad de la tercera región con una elasticidad de 0,19.

La demanda de transporte de pasajeros del modo aéreo presentó resultados positivos al evaluar el precio del petróleo como variable independiente con una elasticidad promedio de -0,18. De igual forma el índice del precio de los pasajes resultó significativo en 3 regiones con una elasticidad promedio de -0,077 valor que indica una muy baja incidencia directa del precio de los pasajes aéreos en la variable PKM.

Para el caso del transporte de carga por el modo **Caminero** (TKM) el principal driver del modelo de proyecciones es el producto ya sea nacional o regional, la elasticidad promedio al PIB nacional para aquellas regiones en las que esta variable es la variable independiente es de 0,88, mientras que la elasticidad promedio al PIB regional de las restantes regiones es de 0,58. Adicionalmente la producción nacional de cobre resultó significativa en la actividad de la segunda región con una elasticidad a la producción de 0,83. Además la proyección indica un crecimiento promedio anual desde 3,6% en el periodo 2013-2020 hasta un promedio de crecimiento anual de 1,3% en el periodo 2040-2050.

Para el caso de la demanda de transporte de pasajeros del modo **Caminero** urbano (PKM) se obtuvo que el principal driver del modelo de proyecciones es el producto per

cápita ya sea nacional o regional, la elasticidad promedio al PIB per cápita nacional para aquellas regiones en las que esta variable es la variable independiente es de 1,47, mientras que la elasticidad promedio al PIB per cápita regional de las restantes regiones es de 1,39. Además la proyección indica un crecimiento promedio anual desde 3,4% en el periodo 2013-2020 hasta un promedio de crecimiento anual de 2,2% en el periodo 2040-2050.

Para el caso de la demanda de transporte de pasajeros del modo **Caminero** interurbano se observó que el principal driver del modelo es el producto per cápita ya sea nacional o regional, la elasticidad promedio al PIB per cápita nacional para aquellas regiones en las que esta variable es la variable independiente es de 1,47, mientras que la elasticidad promedio al PIB per cápita regional de las restantes regiones es de 1,39. Adicionalmente se observó que la producción nacional de cobre resultó significativa en la actividad de la II y III regiones con elasticidades a la producción del mineral de 3,04 y 2,12 respectivamente. Además la proyección indica un crecimiento promedio anual desde 7,3% en el periodo 2013-2020 hasta un promedio de crecimiento anual de 3,1% en el periodo 2040-2050.

Para el caso de las proyecciones de los consumos de combustible **Bunker** se observó que los resultados del modelo de consumo energético del modo aéreo presentan una elasticidad al PIB nacional de 0,99. Por su parte el consumo del modo marítimo presenta una elasticidad al PIB mundial en paridad de compra de 2,38.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- AChEE. (2011). *Evaluación del programa cambia tu camión.*
- AChEE. (2011). *Mejoramiento de la Eficiencia Energética en el Transporte de Personas.*
- CONAMA. (2010). *Desarrollo y aplicación de una metodología local de cálculo de emisiones para gases de efecto invernadero.* Comisión Nacional de Medioambiente.
- DECC. (Julio de 2010). *2050 Pathways Analysis.* Department of Energy and Climate Change, United Kingdom. Obtenido de <http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/tackling/2050/2050.aspx>
- DGAC. (s.f.). *Operación de Aeronaves.* Obtenido de Dirección General de Aeronáutica Civil: <http://www.dgac.gob.cl/portalweb/dgac/aeronaves/EstadisticasAeronaves>
- DIRECTEMAR. (s.f.). *Boletín Estadístico Marítimo.* Obtenido de <http://web.directemar.cl/estadisticas/maritimo/default.htm>
- Doña, & Diaz. (2003). *Evaluación Costo - Beneficio de la restricción al transporte de carga en el Anillo Américo Vespucio.*
- EMEP/CORINAIR. (2007). *Emission Inventory Guidebook.*
- (2010). *Emisiones Atmosféricas del Parque Vehicular de la Región Metropolitana asociadas al uso de Biocombustibles.*
- Enerdossier. (2009). *Análisis sobre el mercado energético mundial.*
- Energy Research Centre. (2012). *Quantifying the energy needs of the transport sector for South Africa.* South African National Energy Development Institute.
- FCFM para Marubeni. (2011). *Diagnóstico de necesidades de infraestructura energética de la Ciudad de Santiago (y Chile) para soportar/integrar vehículos eléctricos en escala comercial, preparado por el Centro de Energía.*

- GEF. (2007). *Desarrollo de pruebas de campo para la evaluación comparada de tecnología de buses para Santiago*. Global Environment Fund.
- Hao, J., & LI, L. (2004). *The study of comprehensive forecast model for railway freight transpor*. Beijing Jiaotong University, China, School of traffic and transportation.
- INE. (s.f.). *Anuario Estadístico*. Instituto Nacional de Estadísticas .
- International Energy Agency. (2009). *Transport Energy and CO2*.
- International Energy Agency. (2010). *World Energy Outlook*.
- International Energy Agency. (2011). *World Energy Outlook*.
- International Energy Agency. (2012). *World Energy Outlook*.
- IPCC. (1996). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas inventories*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ISSRC. (2010-2011). *International Environmental Database*.
- ISSRC. (2011-2012). *Hybrid and Electric Bus Test Program in Latin America*.
- JAC. (s.f.). *Junta Aeronáutica Civil de Chile*. Obtenido de Estadísticas: [www.jac-chile.cl](http://www.jac-chile.cl)
- Johnsons et al. (2008). *Emissions modelling with a simple transport model*. European Transport.
- Laboratory for Energy and the Environment, Massachusetts Institute of Technology. (2008). *On the road in 2035: reducing transportation's petroleum consumption and GHG emissions"*.
- LAN. (2011). *Reporte de Sustentabilidad*. Obtenido de [http://www.lan.com/sitio\\_personas/minisitios/sostenibilidad/reportesostenibilidad\\_2011/ambiente.html#c53](http://www.lan.com/sitio_personas/minisitios/sostenibilidad/reportesostenibilidad_2011/ambiente.html#c53)

- Lin, C., & Pince, L. (2010). *Gasoline price volatility and the elasticity of demand for gasoline*. University of California, Department of Agricultural and Resources Economics.
- McKinsey&Company. (2009). *Roads toward a low-carbon future: reducing CO2 emissions from passenger vehicles in the global road transportation system*.
- MIDEPLAN. (2009). *Análisis y Desarrollo de la Red de METRO*. Ministerio de Planificación, SECTRA.
- MINEN. (s.f.). *Ministerio de Energía*. Obtenido de Balance Nacional de Energía (BNE): [http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/14\\_portal\\_informacion/06\\_Estadisticas/Balances\\_Energ.html](http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/14_portal_informacion/06_Estadisticas/Balances_Energ.html)
- Ministerio de Energia. (Enero 2011). *Implementación de la herramienta de simulación LEAP para la proyección de escenarios de consumo de energía en el largo plazo y la evaluación de escenarios de mitigación de CO2*.
- Ministerio de Energia-SCSS. (2011). *Perspectivas y Factibilidad de Tecnologías de Transporte en Chile*.
- Ministerio de Medioambiente. (2012). *Elaboración de una Estrategia Nacional para Reducir la Emisión de Contaminantes Atmosféricos Provenientes del Sector Transporte*.
- MOP. (s.f.). *Ministerio de Obras Públicas*. Obtenido de Dirección de Vialidad: <http://servicios.vialidad.cl/Distancias/Distancias.asp>
- MTT. (2005). *Análisis Sistema de Compensación de Emisiones de Fuentes Móviles*.
- PNUD. (2013). *Proyección Escenario Línea base 2013 y Escenarios de Mitigación del Sector Transporte y Urbanismo*. Programa para las Naciones Unidas para el Desarrollo, MAPS Chile Fase 2.
- POCH. (2010). *Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energetica 2010-2020*.

- Profillidis, V., & Botzoris, G. (2006). *Econometric models for the forecast of passenger demand in Greece*. Journal of statistics and management system Vol. 9.
- Ramanathan, R. (1999). Short and long run elasticities of gasoline demand in India: An empirical analysis using cointegration techniques. *Energy Economics*, 21(4), 321-330.
- SEC. (s.f.). *Superintendencia de Electricidad y Combustible*. Obtenido de Informe Estadístico (IE):  
[http://www.sec.cl/portal/page?\\_pageid=33,3429539&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,3429539&_dad=portal&_schema=PORTAL)
- SECTRA. (2005). *Análisis implementación programa de asesorías de transporte terrestre, VI etapa: OT 9. Plan de Transporte Interurbano, PTI. Análisis de eficiencia energética en el transporte de carga*.
- SECTRA. (2007). *Actualización de factores de emisión para vehículos livianos*. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Subsecretaría de Transportes.
- SECTRA. (2007a). *Investigación de factores de emisión para vehículos de carga*. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Subsecretaría de Transportes.
- SECTRA. (2010). *Análisis y Desarrollo de una Metodología de Estimación de Consumos Energéticos y Emisiones para el Transporte*". MIDEPLAN.
- SHOA. (1997). *Tabla de Distancias 4ta Edición*. Armada de Chile, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico.
- Sterner, T. (2006). *Survey of transport fuel demand elasticities*. University of Gothenburg.
- SUBTRANS. (2007). *Análisis de la Eficiencia Energética en el Transporte Interurbano de Carga*.
- SUBTRANS. (2007). *Análisis de la Eficiencia Energética en el Transporte Público Urbano e Interurbano de Pasajeros*.

SUBTRANS. (2007). *Estudio de Diagnóstico del Modo de Transporte Ferroviario*.  
Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Subsecretaría de Transportes.

SUBTRANS. (2008). *Análisis e Implementación de un Sistema de Certificación de Eficiencia Energética para Vehículos Motorizados*.

SUBTRANS. (2008). *Elaboración de un Manual de Gestión y Sistema de Información en la página Web de EE para el Transporte Interurbano de Carga*.

Winkler, H. (2009). *Taking Action on Climate Change. Long Term mitigation scenarios for South Africa*.

World Energy Council. (2010). *Encuesta de Recursos Energéticos: Focalizada en Shale Gas*.



## ANEXO A MODELOS ECONOMÉTRICOS DE PROYECCIÓN

### A.1 Proyección de variables de Entrada

Este anexo presenta los resultados de los modelos econométricos de las variables de entrada requeridas para la estimación de emisiones en los distintos modos de transporte considerados en el estudio, y desagregado por región.

Para cada región se presenta el modelo, la proyección y los residuos de las variables PKM aéreo, TKM marítimo, TKM ferroviario cuando corresponda, PKM ferroviario interurbano cuando corresponda, PKM caminero urbano e interurbano, y TKM caminero. Junto a esto se presentan los resultados nacionales para Bunker y consumo de Gasolina de aviación.

El detalle de autocorrelación se presenta en el anexo posterior. Esto consiste en el correlograma de residuos – Q, resguardando que los p-valores sean mayores a 0,05.

#### A.1.1 Región I de Tarapacá<sup>1</sup>

##### A.1.1.1 PKM aéreo

El modelo para la variable independiente PKM aéreo de la primera región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.1 Parámetros modelo PKM aéreo primera región.

Variable	Coefficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.820895	0.993820	3.844655	0.0008
LOG(PIB/POB)	1.010915	0.269596	3.749746	0.0010
LOG(PKM_AEREO(-1))	1.072180	0.171347	6.257362	0.0000
LOG(PKM_AEREO(-2))	-0.488281	0.153373	-3.183627	0.0041

<sup>1</sup> La Región I incluye la actual Región XV de Arica y Parinacota

2))

R-squared	0.984609	Mean dependent var	12.57409
Adjusted R-squared	0.982601	S.D. dependent var	0.749929
			-
S.E. of regression	0.098919	Akaike info criterion	1.653072
			-
Sum squared resid	0.225055	Schwarz criterion	1.461096
			-
Log likelihood	26.31648	Hannan-Quinn criter.	1.595988
F-statistic	490.4497	Durbin-Watson stat	1.770752
Prob(F-statistic)	0.000000		

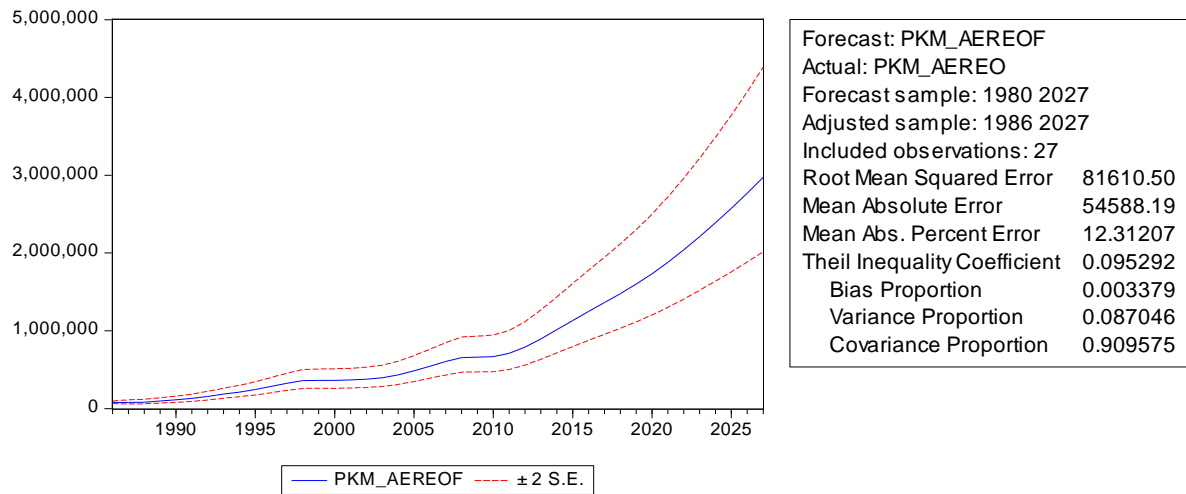


Figura A-1: Modelo de proyección PKM aéreo primera región.

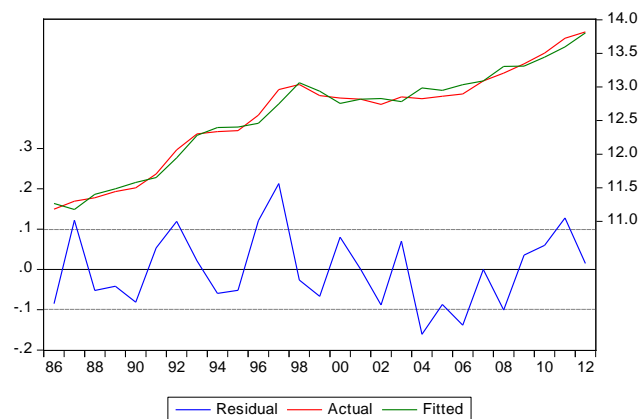


Figura A-2: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM aéreo de la primera región.

### A.1.1.2 *TKM Marítimo*

El modelo para la variable independiente TKM Marítimo de la primera región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.2 Parámetros modelo TKM marítimo primera región.

Variable	Coefficien		t-Statistic	Prob.
	t	Std. Error		
C	3.848859	1.380688	2.787640	0.0117
LOG(PIBR)	0.651121	0.093722	6.947381	0.0000
R-squared	0.717540	Mean dependent var		13.43866
Adjusted R-squared	0.702673	S.D. dependent var		0.257693
S.E. of regression	0.140514	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.375140	Schwarz criterion		0.996626
Log likelihood	12.46457	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	48.26611	Durbin-Watson stat		0.975036
Prob(F-statistic)	0.000001			2.460711

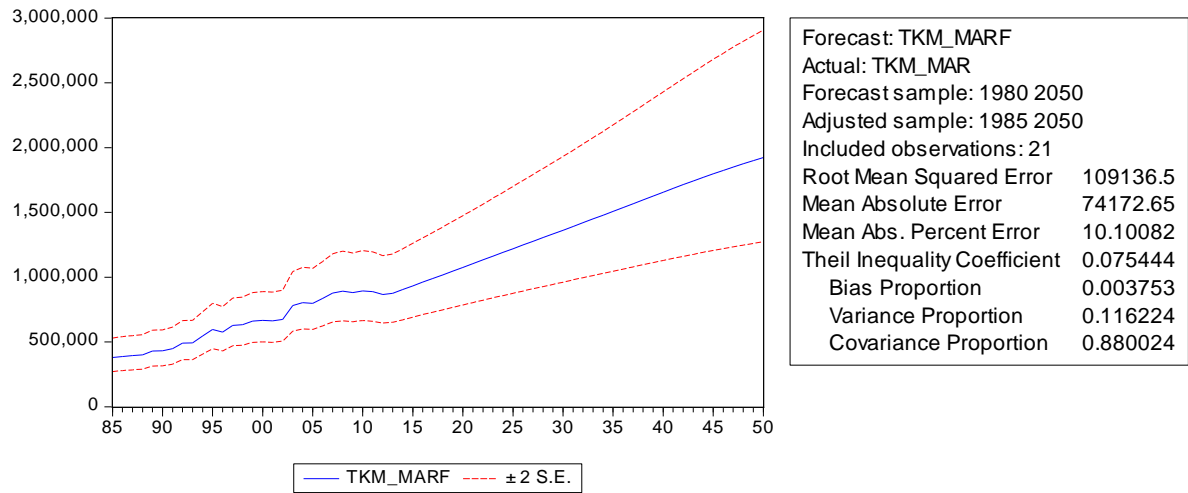


Figura A-3: Modelo de proyección TKM marítimo primera región.

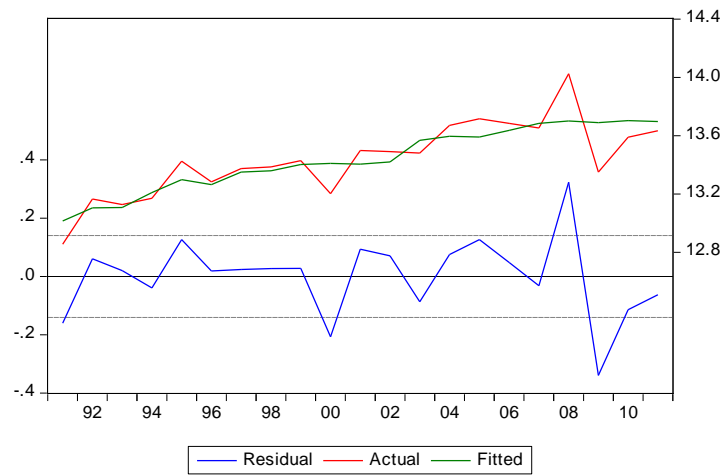


Figura A-4: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM marítimo de la primera región.

### A.1.1.3 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la primera región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.3 Parámetros modelo TKM Caminero primera región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.33764	1.849219	7.212579	0.0000
LOG(PIBR)	0.534012	0.124431	4.291646	0.0010
D3	-0.263511	0.054983	-4.792614	0.0004
R-squared	0.688140	Mean dependent var		21.23918
Adjusted R-squared	0.636163	S.D. dependent var		0.127629
S.E. of regression	0.076984	Akaike info criterion		2.113576
Sum squared resid	0.071119	Schwarz criterion		1.971966
Log likelihood	18.85182	Hannan-Quinn criter.		2.115084
F-statistic	13.23939	Durbin-Watson stat		1.473199
Prob(F-statistic)	0.000920			

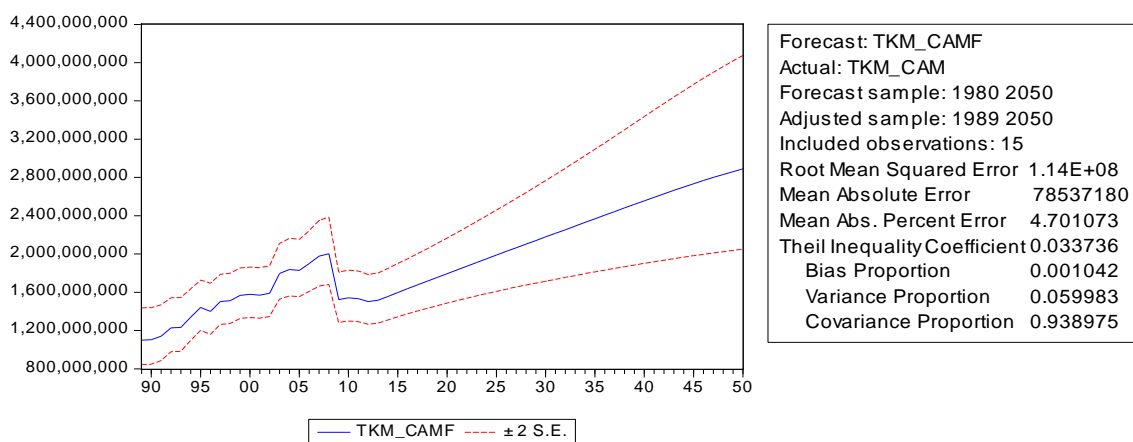


Figura A-5: Modelo de proyección TKM caminero primera región.

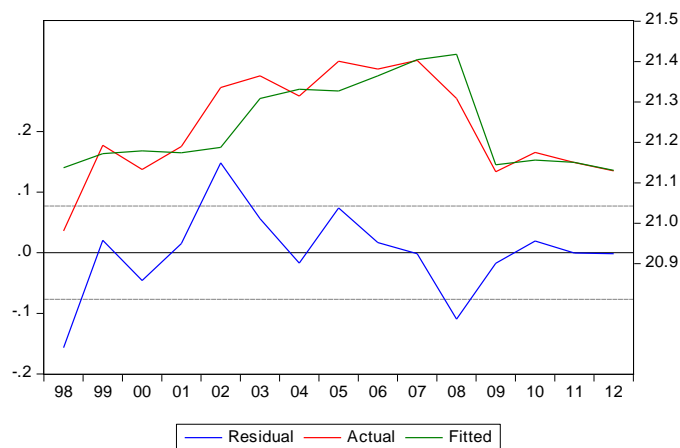


Figura A-6: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la primera región.

#### A.1.1.4 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la primera región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.4 Parámetros modelo PKM caminero urbano primera región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.555420	5.301494	1.047897	0.3172
LOG(PIB/POB)	0.467831	0.262590	1.781605	0.1024
LOG(PKM_CURB(-1))	0.715507	0.247604	2.889716	0.0147
R-squared	0.649928	Mean dependent var		22.16452
Adjusted R-squared	0.586279	S.D. dependent var		0.161918
S.E. of regression	0.104148	Akaike info criterion		1.498602
Sum squared resid	0.119314	Schwarz criterion		1.361661
Log likelihood	13.49021	Hannan-Quinn criter.		1.511278
F-statistic	10.21106	Durbin-Watson stat		1.886664
Prob(F-statistic)	0.003111			

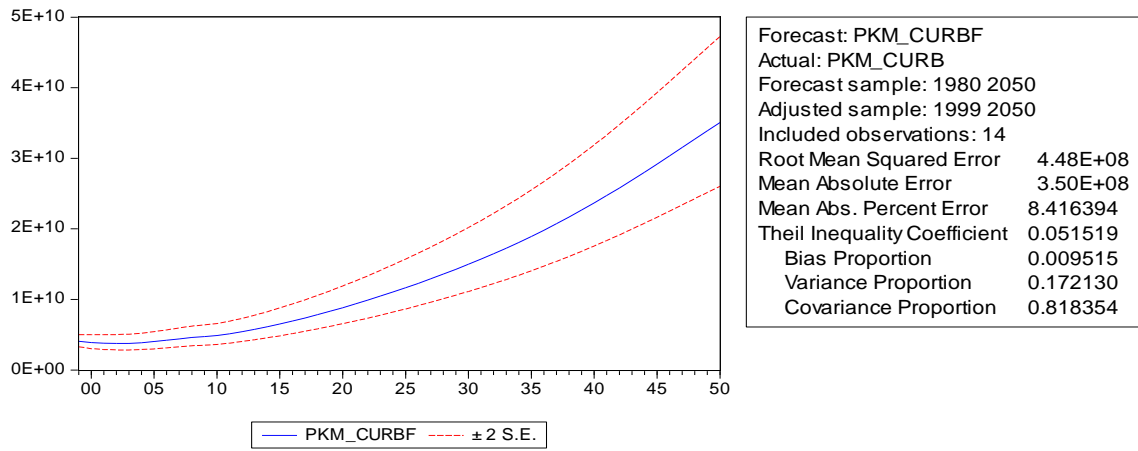


Figura A-7: Modelo de proyección PKM caminero urbano primera región.

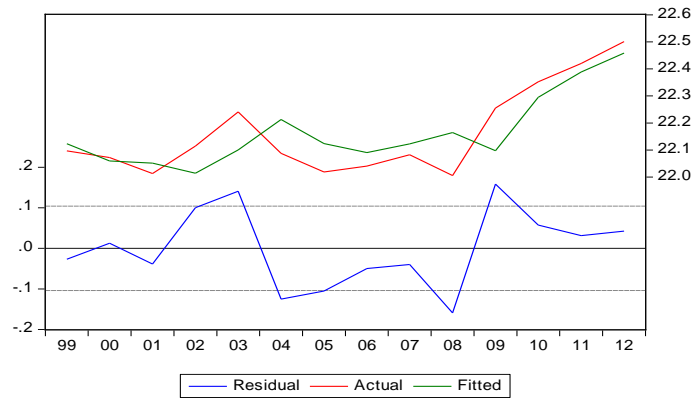


Figura A-8: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la primera región.

### A.1.1.5 PKM caminero interurbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la primera región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.5 Parámetros modelo PKM caminero interurbano primera región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.237794	4.113486	2.002631	0.0762
LOG(PIB(-1)/POB(-1))	1.340654	0.869692	1.541528	0.1576
LOG(PKM_CINTER(-1))	0.900472	0.285672	3.152118	0.0117
LOG(PKM_CINTER(-2))	-0.404069	0.347347	-1.163299	0.2746
R-squared	0.919626	Mean dependent var		20.65126
Adjusted R-squared	0.892835	S.D. dependent var		0.336108
S.E. of regression	0.110029	Akaike info criterion		1.328491
Sum squared resid	0.108957	Schwarz criterion		1.154660
Log likelihood	12.63519	Hannan-Quinn criter.		1.364221
F-statistic	34.32545	Durbin-Watson stat		2.196776
Prob(F-statistic)	0.000030			

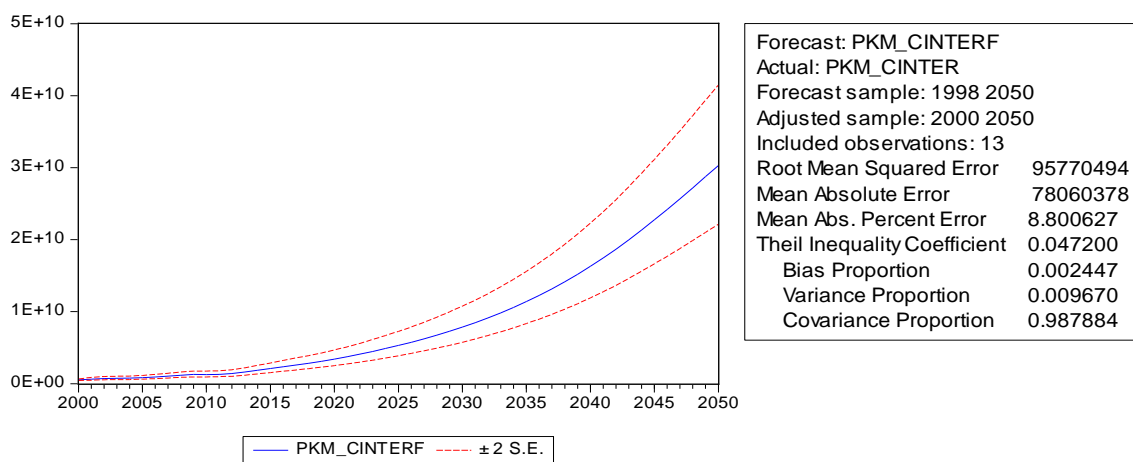




Figura A-9: Modelo de proyección PKM caminero interurbano primera región.

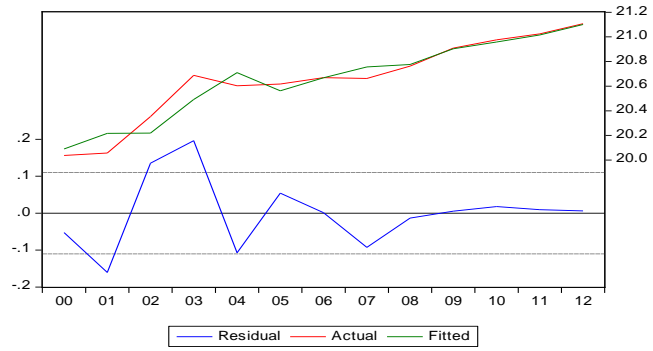


Figura A-10: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la primera región.

## A.1.2 Región II de Antofagasta

### A.1.2.1 PKM aéreo

El modelo para la variable independiente PKM aéreo de la segunda región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.6 Parámetros modelo PKM aéreo segunda región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.474140	0.722205	2.041165	0.0529
LOG((PIB/POB))	0.602261	0.271992	2.214260	0.0370
LOG(PKM_AEREO(- 1))	1.156394	0.208156	5.555420	0.0000
LOG(PKM_AEREO(- 2))	-0.338344	0.186798	-1.811285	0.0832
R-squared	0.992174	Mean dependent var		12.41233
Adjusted R-squared	0.991153	S.D. dependent var		0.942283
S.E. of regression	0.088629	Akaike info criterion		1.872763
Sum squared resid	0.180667	Schwarz criterion		1.680787
Log likelihood	29.28230	Hannan-Quinn criter.		1.815678
F-statistic	971.9673	Durbin-Watson stat		1.747852
Prob(F-statistic)	0.000000			

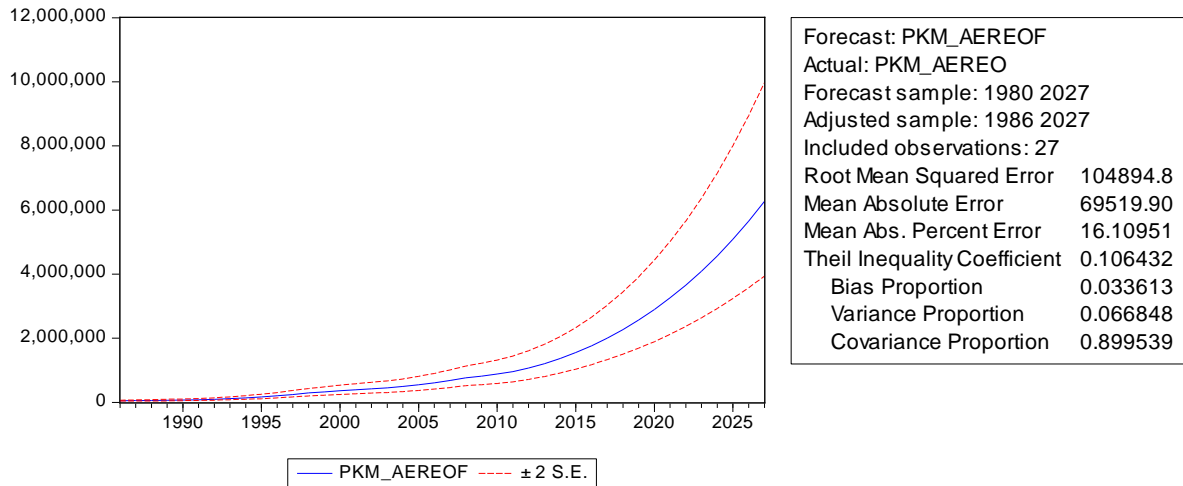


Figura A-11: Modelo de proyección PKM aéreo segunda región.

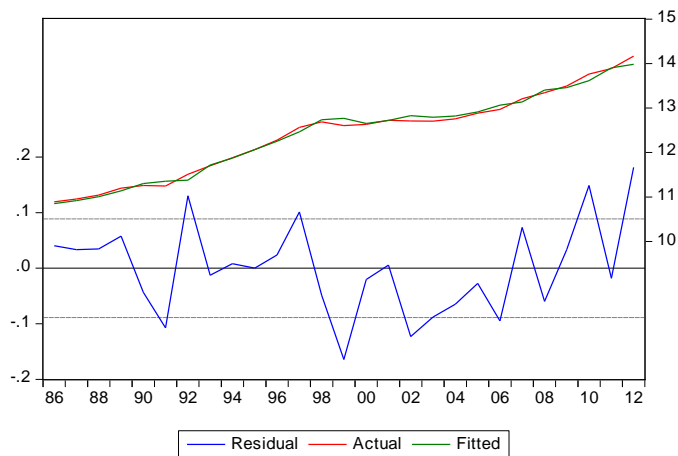


Figura A-12: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM aéreo de la segunda región.

### A.1.2.2 TKM Marítimo

El modelo para la variable independiente TKM Marítimo de la segunda región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.7 Parámetros modelo TKM marítimo segunda región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	11.48100	4.419847	2.597602	0.0188
LOG(PIB)	5.015973	1.929698	2.599356	0.0187
LOG(WTI_D)	-0.091830	0.143989	-0.637760	0.5321
LOG(PIB(-1))	-4.914776	1.748943	-2.810140	0.0120
R-squared	0.411282	Mean dependent var		12.62366
Adjusted R-squared	0.307390	S.D. dependent var		0.230740
S.E. of regression	0.192030	Akaike info criterion		0.292692
Sum squared resid	0.626881	Schwarz criterion		0.093735
Log likelihood	7.073267	Hannan-Quinn criter.		0.249513
F-statistic	3.958765	Durbin-Watson stat		1.426855
Prob(F-statistic)	0.026101			

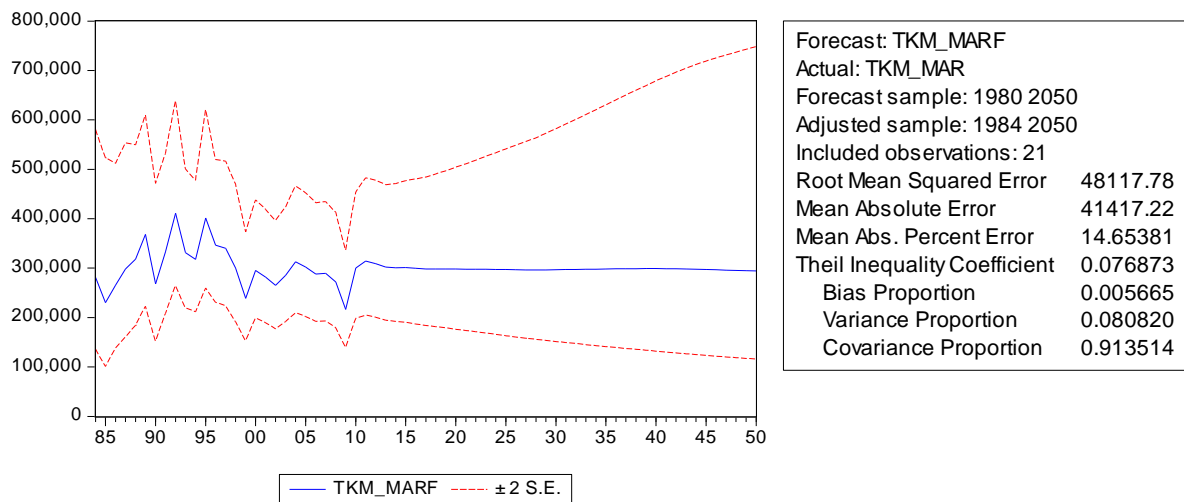


Figura A-13: Modelo de proyección TKM marítimo segunda región.

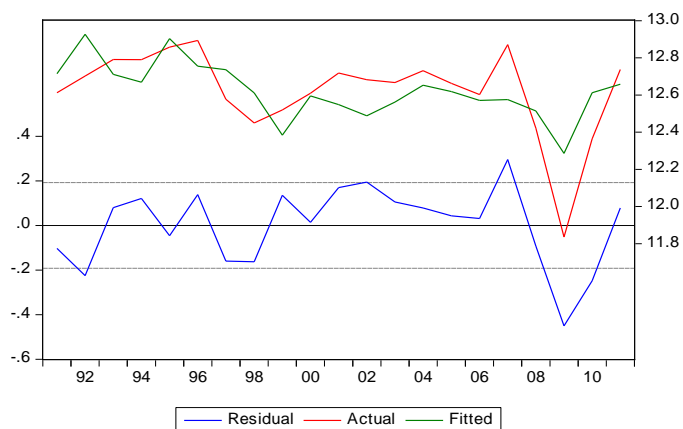


Figura A-14: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM marítimo de la segunda región.

### A.1.2.3 TKM Ferroviario

El modelo para la variable independiente TKM Ferroviario de la segunda región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.8 Parámetros modelo TKM Ferroviario segunda región.

Variable	Coeficiente		t-Statistic	Prob.
	t	Std. Error		
C	6.822290	0.771433	8.843655	0.0000
LOG(PIBR)	0.413977	0.061466	6.735067	0.0000
LOG(COBRE)	0.879493	0.091466	9.615547	0.0000
R-squared	0.964987	Mean dependent var		20.76338
Adjusted R-squared	0.959600	S.D. dependent var		0.199828
S.E. of regression	0.040165	Akaike info criterion		3.424285
Sum squared resid	0.020972	Schwarz criterion		3.279425
Log likelihood	30.39428	Hannan-Quinn criter.		3.416867
F-statistic	179.1431	Durbin-Watson stat		1.500804
Prob(F-statistic)	0.000000			

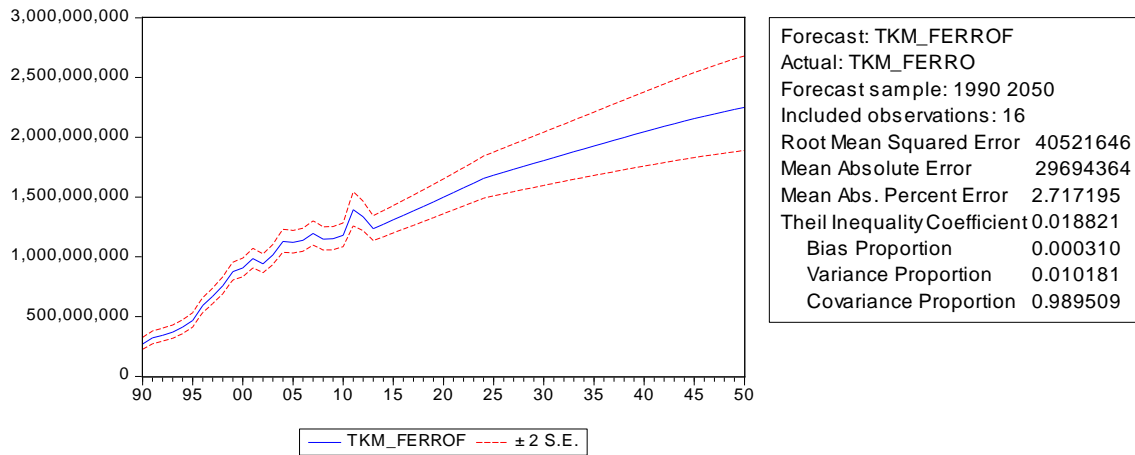


Figura A-15: Modelo de proyección TKM ferroviario segunda región.

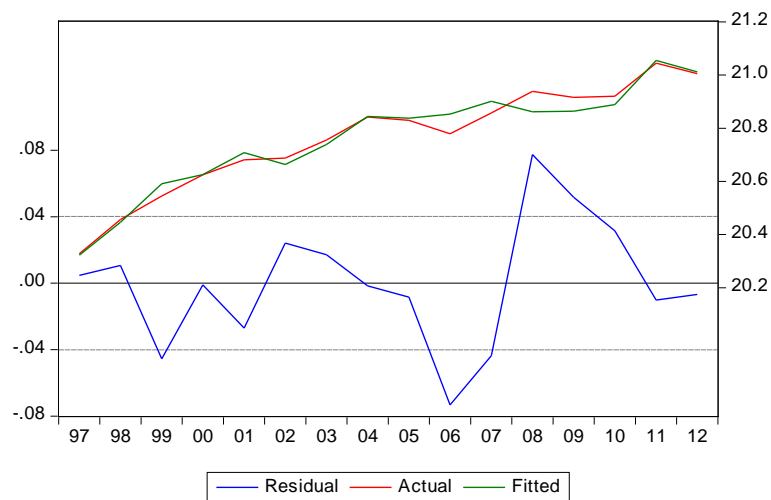


Figura A-16: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM ferroviario de la segunda región.

#### A.1.2.4 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la segunda región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.9 Parámetros modelo TKM Caminero segunda región.

Variable	Coefficien		t-Statistic	Prob.
	t	Std. Error		
C	0.871407	2.390274	0.364564	0.7230
LOG(PIBR)	0.227420	0.129628	1.754409	0.1099
LOG(TKM_CAM(-1))	0.470967	0.181542	2.594255	0.0268
LOG(COBRE)	0.832666	0.368033	2.262476	0.0472
R-squared	0.893971	Mean dependent var		21.78810
Adjusted R-squared	0.862162	S.D. dependent var		0.186797
S.E. of regression	0.069351	Akaike info criterion		2.264310
Sum squared resid	0.048096	Schwarz criterion		2.081722
Log likelihood	19.85017	Hannan-Quinn criter.		2.281212
F-statistic	28.10452	Durbin-Watson stat		2.704882
Prob(F-statistic)	0.000035			

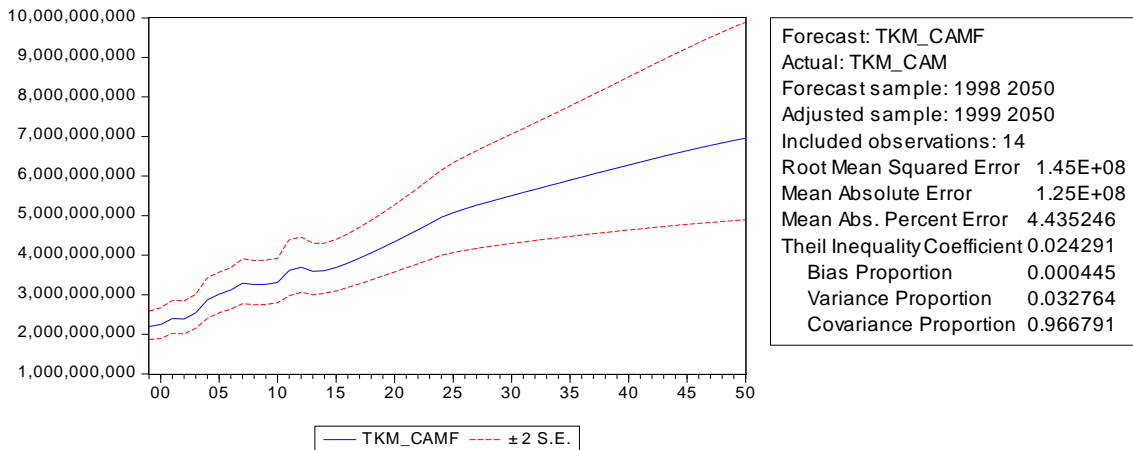


Figura A-17: Modelo de proyección TKM caminero segunda región.

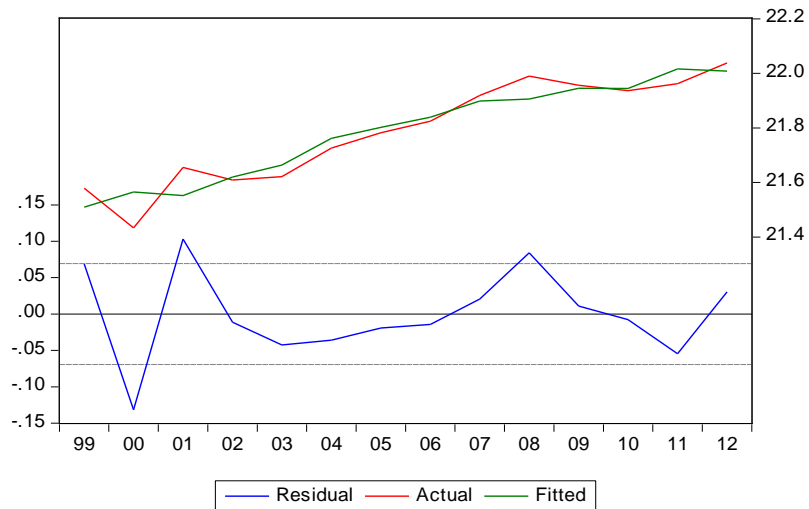


Figura A-18: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la segunda región.

#### A.1.2.5 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la segunda región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.10 Parámetros modelo PKM caminero urbano segunda región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	20.90894	0.410957	50.87859	0.0000
LOG(PIBR/POBR)	0.728395	0.166836	4.365945	0.0008
R-squared	0.594529	Mean dependent var		22.69953
Adjusted R-squared	0.563339	S.D. dependent var		0.153113
S.E. of regression	0.101178	Akaike info criterion		1.620311
Sum squared resid	0.133080	Schwarz criterion		1.525904
Log likelihood	14.15233	Hannan-Quinn criter.		1.621317
F-statistic	19.06148	Durbin-Watson stat		2.205286
Prob(F-statistic)	0.000764			



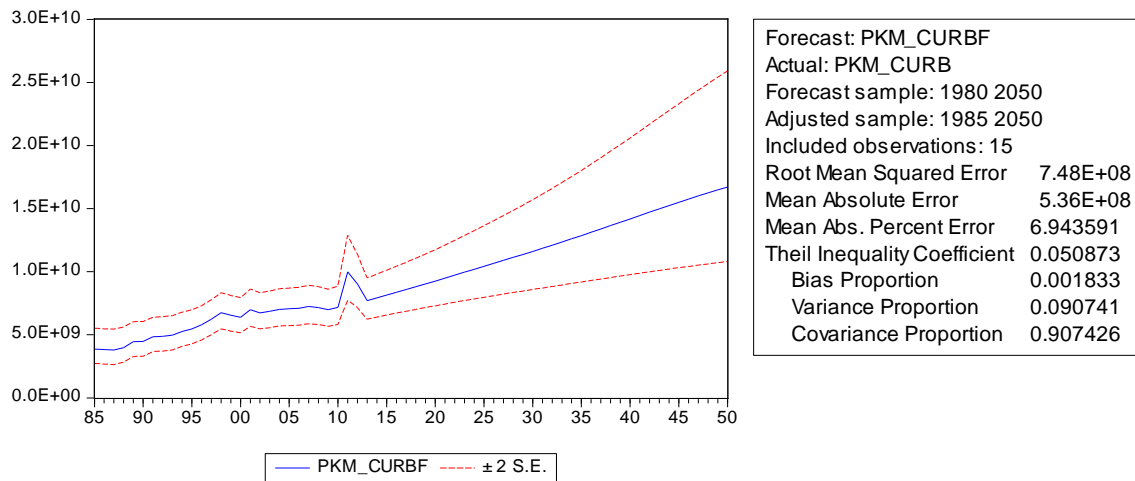


Figura A-19: Modelo de proyección PKM caminero urbano segunda región.

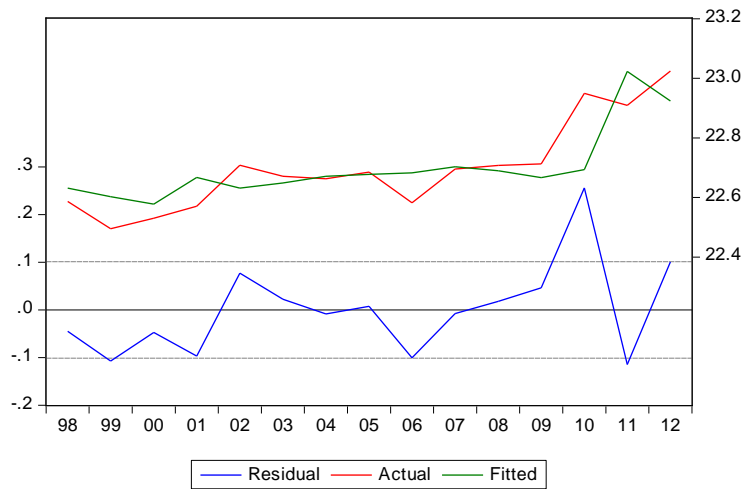


Figura A-20: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la segunda región.

### A.1.2.6 PKM caminero interurbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la segunda región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.11 Parámetros modelo PKM caminero interurbano segunda región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-7.310322	4.030484	-1.813758	0.0948
LOG(PIBR/POBR)	1.060000	0.349272	3.034885	0.0104
LOG(COBRE)	3.047527	0.504605	6.039426	0.0001
R-squared	0.857041	Mean dependent var		21.24591
Adjusted R-squared	0.833214	S.D. dependent var		0.475161
S.E. of regression	0.194053	Akaike info criterion		0.264513
Sum squared resid	0.451879	Schwarz criterion		0.122903
Log likelihood	4.983848	Hannan-Quinn criter.		0.266021
F-statistic	35.96994	Durbin-Watson stat		1.981233
Prob(F-statistic)	0.000009			

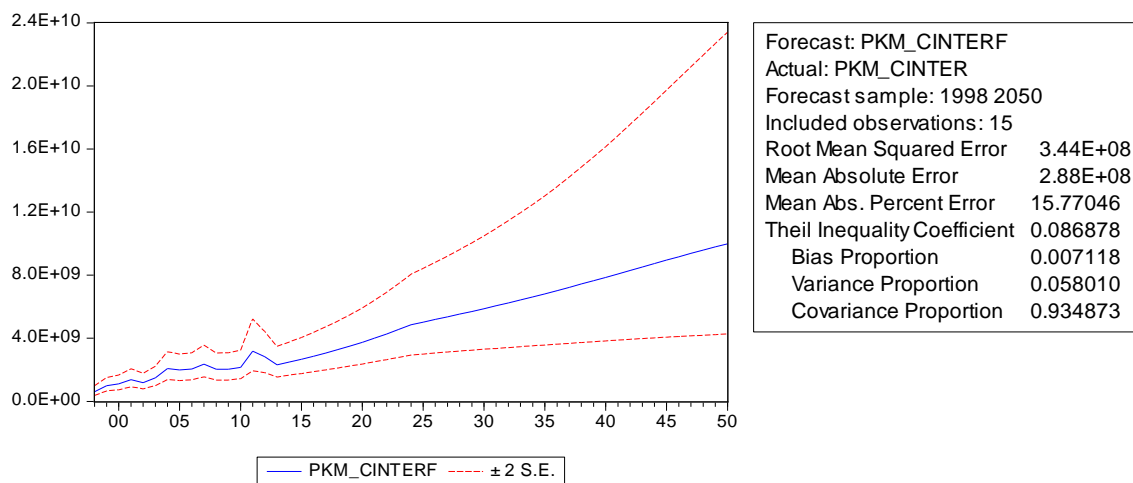


Figura A-21: Modelo de proyección PKM caminero interurbano segunda región.

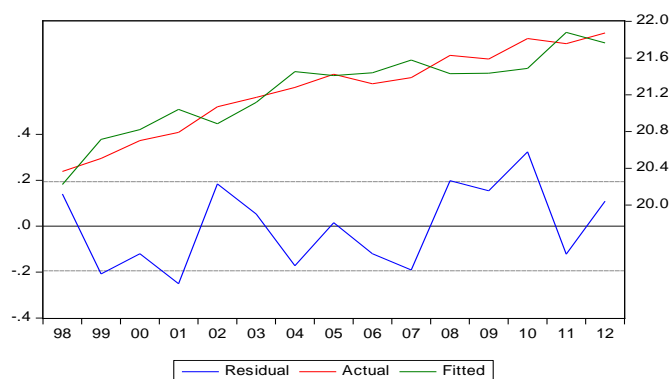


Figura A-22: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la segunda región.

### A.1.3 Región III de Atacama

#### A.1.3.1 PKM aéreo

El modelo para la variable independiente PKM aéreo de la tercera región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.12 Parámetros modelo PKM aéreo tercera región.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.063937	0.841690	0.075963	0.9405
LOG(PIBR/POBR)	1.016089	0.170236	5.968700	0.0000
LOG(PKM_AEREO(-1))	0.877353	0.119513	7.341080	0.0000
LOG(PKM_AEREO(-2))	-0.170302	0.118738	-1.434271	0.1720
D2*LOG(PASAJES)	-0.082020	0.021015	-3.902864	0.0014
LOG(COBRE)	0.188160	0.118665	1.585641	0.1337
R-squared	0.992855	Mean dependent var		10.65695
Adjusted R-squared	0.990474	S.D. dependent var		0.646804
S.E. of regression	0.063129	Akaike info criterion		2.452317
Sum squared resid	0.059779	Schwarz criterion		2.153882
Log likelihood	31.74933	Hannan-Quinn criter.		2.387549
F-statistic	416.9015	Durbin-Watson stat		2.068944
Prob(F-statistic)	0.000000			

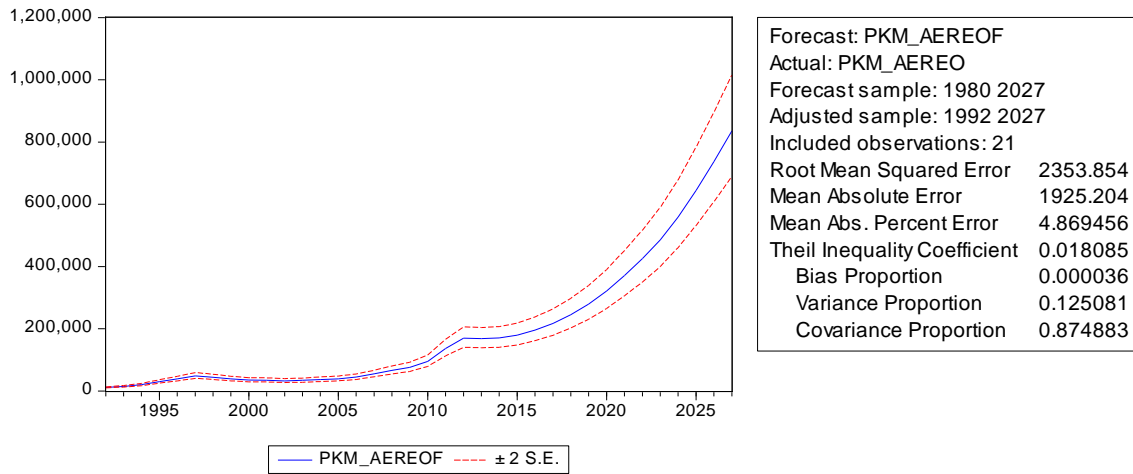


Figura A-23: Modelo de proyección PKM aéreo tercera región.

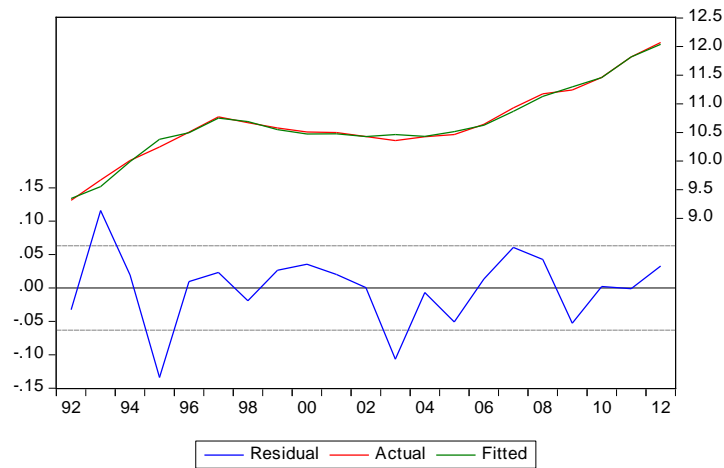


Figura A-24: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM aéreo de la tercera región.

### A.1.3.2 TKM Marítimo

El modelo para la variable independiente TKM Marítimo de la tercera región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.13 Parámetros modelo TKM marítimo tercera región.

Variable	Coefficien		t-Statistic	Prob.
	t	Std. Error		
C	-13.93195	2.672476	-5.213123	0.0000
LOG(PIB)	1.535367	0.148029	10.37208	0.0000
R-squared	0.849897	Mean dependent var		13.78415
Adjusted R-squared	0.841997	S.D. dependent var		0.457098
S.E. of regression	0.181695	Akaike info criterion		0.482587
Sum squared resid	0.627245	Schwarz criterion		0.383109
Log likelihood	7.067162	Hannan-Quinn criter.		0.460998
F-statistic	107.5801	Durbin-Watson stat		1.570565
Prob(F-statistic)	0.000000			

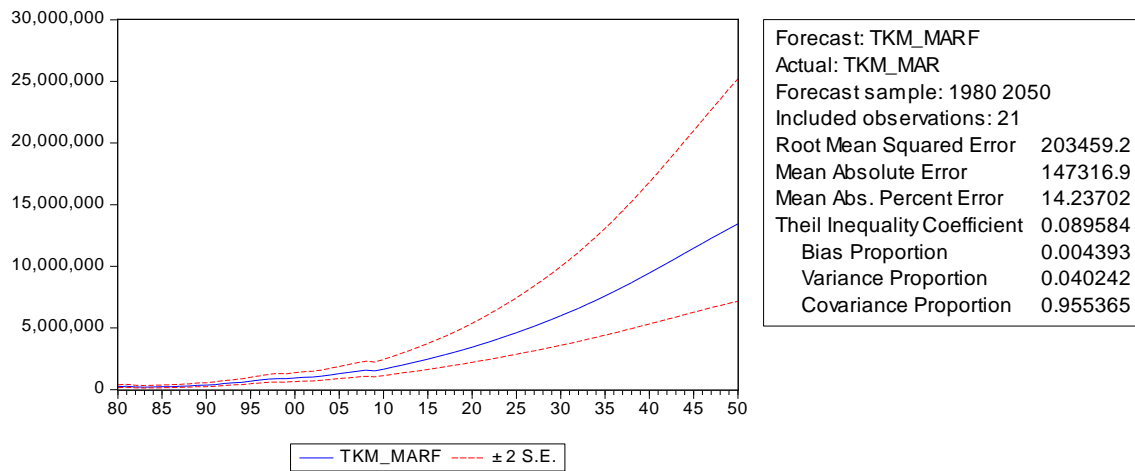


Figura A-25: Modelo de proyección TKM marítimo tercera región.

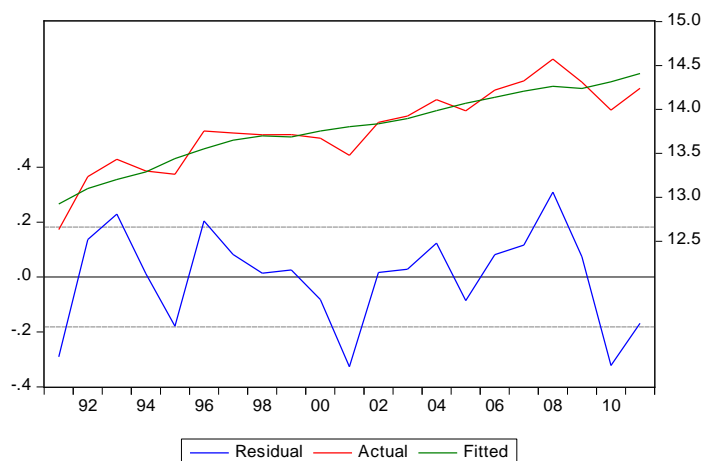


Figura A-26: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM marítimo de la tercera región.

### A.1.3.3 TKM Ferroviario

El modelo para la variable independiente TKM Ferroviario de la tercera región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.14 Parámetros modelo TKM Ferroviario tercera región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.685915	0.769700	9.985598	0.0000
LOG(PIBR)	0.330556	0.068311	4.838988	0.0003
LOG(COBRE)	0.901896	0.103737	8.694045	0.0000
R-squared	0.954962	Mean dependent var		20.08694
Adjusted R-squared	0.948033	S.D. dependent var		0.199828
S.E. of regression	0.045553	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.026976	Schwarz criterion		3.172511
Log likelihood	28.38008	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	137.8226	Durbin-Watson stat		3.027650
Prob(F-statistic)	0.000000			-

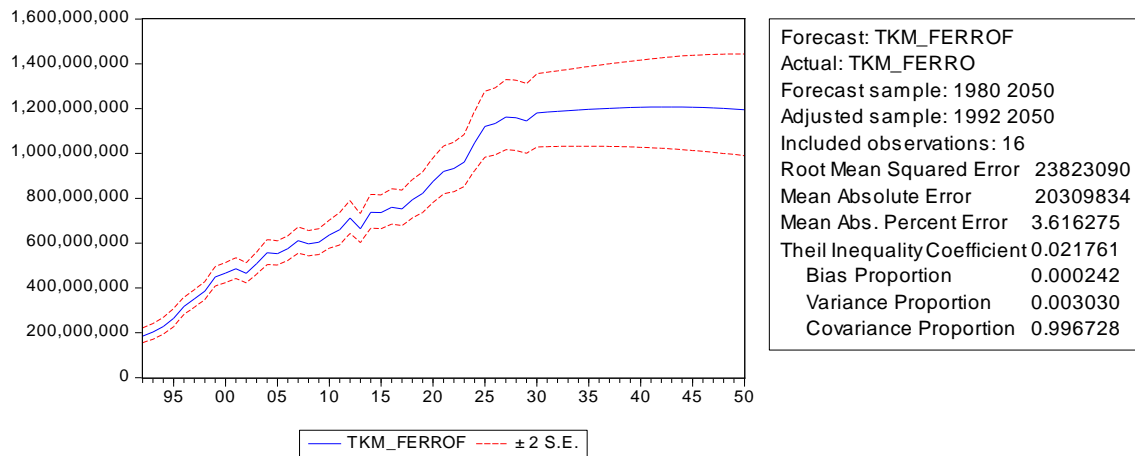


Figura A-27: Modelo de proyección TKM ferroviario tercera región.

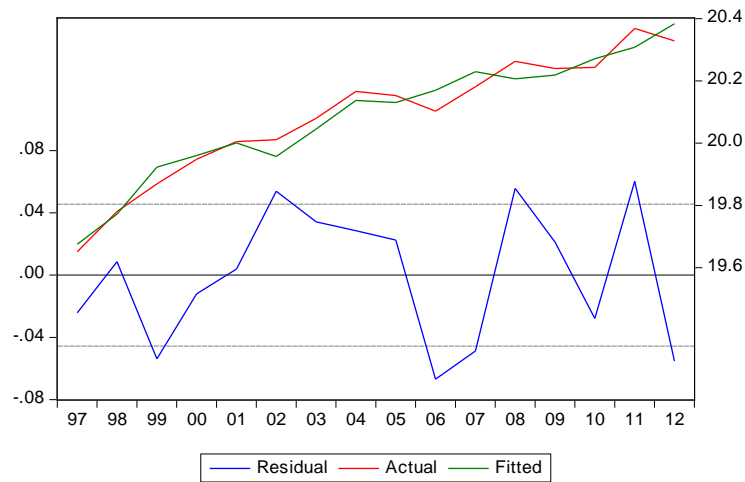


Figura A-28: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM ferroviario de la tercera región.

#### A.1.3.4 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la tercera región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.15 Parámetros modelo TKM Caminero tercera región.

Variable	Coeficiente		t-Statistic	Prob.
	t	Std. Error		
C	2.557205	1.719674	1.487030	0.1651
LOG(PIBR)	0.290655	0.167095	1.739461	0.1098
LOG(TKM_CAM(-1))	0.687441	0.143175	4.801417	0.0006
R-squared	0.919811	Mean dependent var		21.37700
Adjusted R-squared	0.905231	S.D. dependent var		0.253816
S.E. of regression	0.078136	Akaike info criterion		2.073319
Sum squared resid	0.067158	Schwarz criterion		1.936378
Log likelihood	17.51323	Hannan-Quinn criter.		2.085996
F-statistic	63.08785	Durbin-Watson stat		2.216330
Prob(F-statistic)	0.000001			

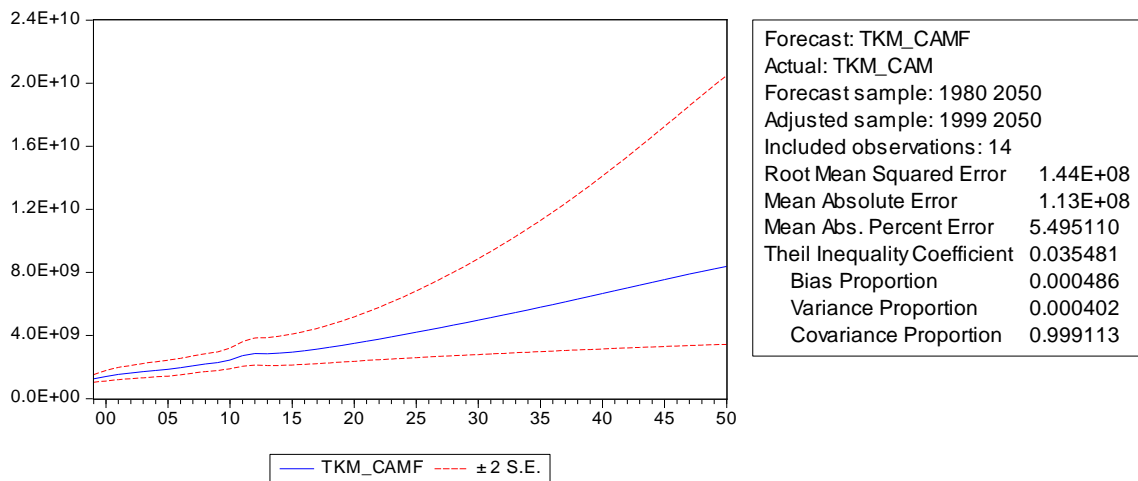


Figura A-29: Modelo de proyección TKM caminero tercera región.



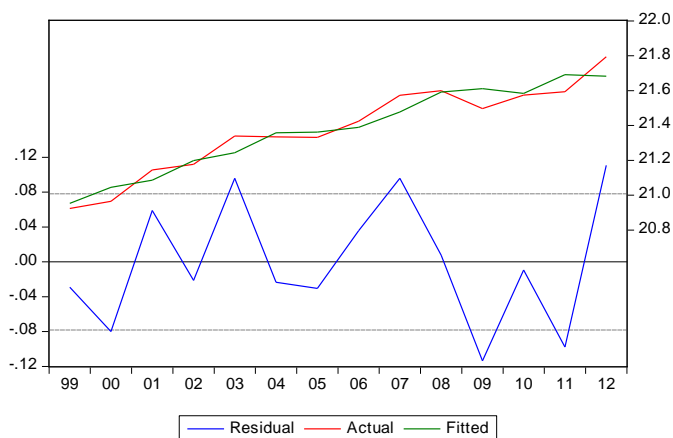


Figura A-30: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la tercera región.

### A.1.3.5 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la tercera región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.16 Parámetros modelo PKM caminero urbano tercera región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	19.72950	0.313613	62.91029	0.0000
LOG(PIB/POB)	1.405349	0.192452	7.302324	0.0000
R-squared	0.803992	Mean dependent var		22.01318
Adjusted R-squared	0.788915	S.D. dependent var		0.197874
S.E. of regression	0.090911	Akaike info criterion		1.834297
Sum squared resid	0.107443	Schwarz criterion		1.739890
Log likelihood	15.75723	Hannan-Quinn criter.		1.835303
F-statistic	53.32393	Durbin-Watson stat		2.073658
Prob(F-statistic)	0.000006			

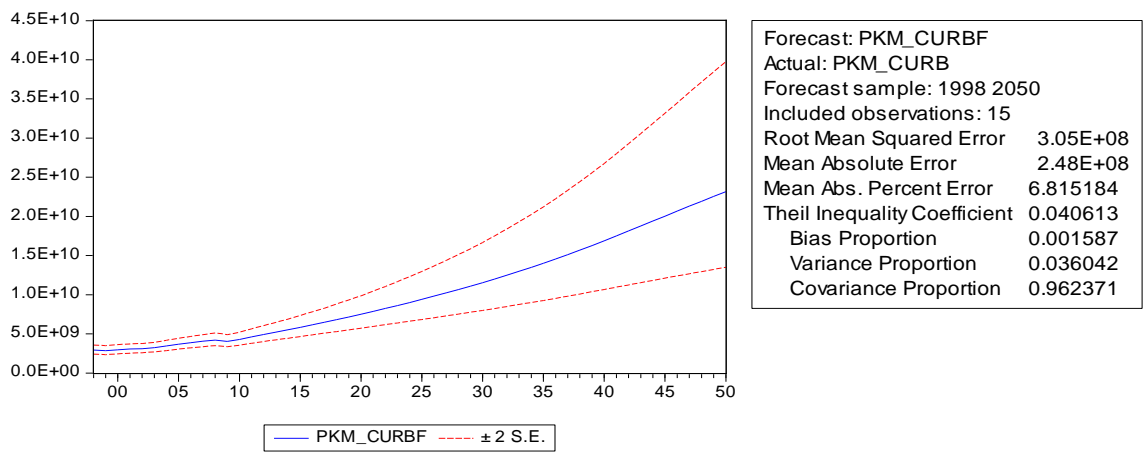


Figura A-31: Modelo de proyección PKM caminero urbano tercera región.

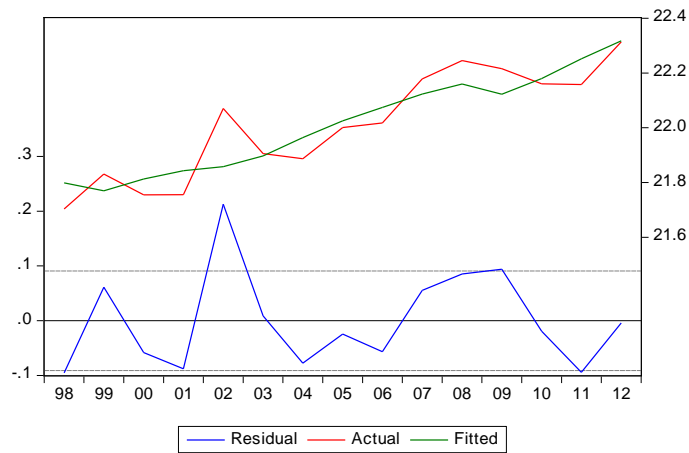


Figura A-32: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la tercera región.

### A.1.3.6 PKM caminero interurbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la tercera región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.17 Parámetros modelo PKM caminero interurbano tercera región.

Variable	Coeficiente		t-Statistic	Prob.
		t		
C	0.721511	4.126643	0.174842	0.8641
LOG(PIBR/POBR)	0.670985	0.316053	2.123015	0.0552
LOG(COBRE)	2.121769	0.522718	4.059110	0.0016
R-squared	0.806504	Mean dependent var		20.03835
Adjusted R-squared	0.774255	S.D. dependent var		0.389131
S.E. of regression	0.184886	Akaike info criterion		0.361293
Sum squared resid	0.410196	Schwarz criterion		0.219683
Log likelihood	5.709698	Hannan-Quinn criter.		0.362801
F-statistic	25.00838	Durbin-Watson stat		1.834222
Prob(F-statistic)	0.000052			

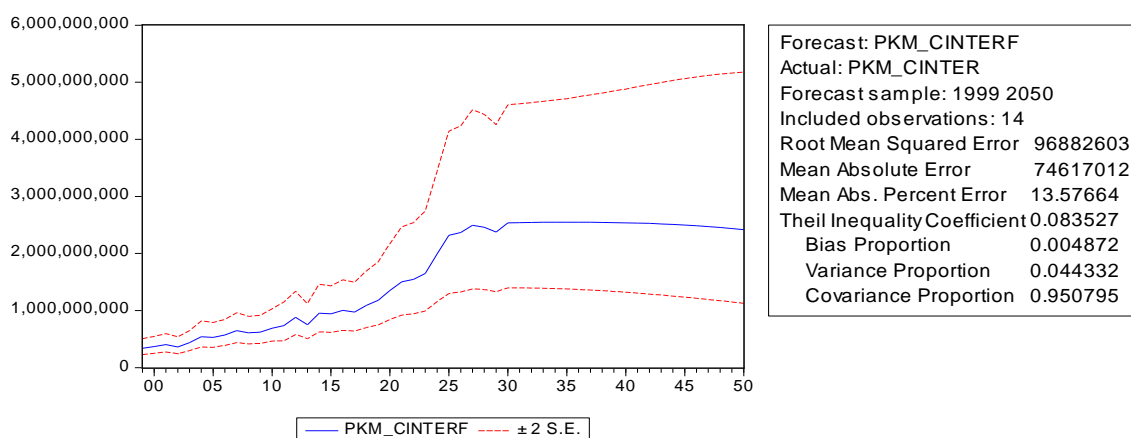


Figura A-33: Modelo de proyección PKM caminero interurbano tercera región.

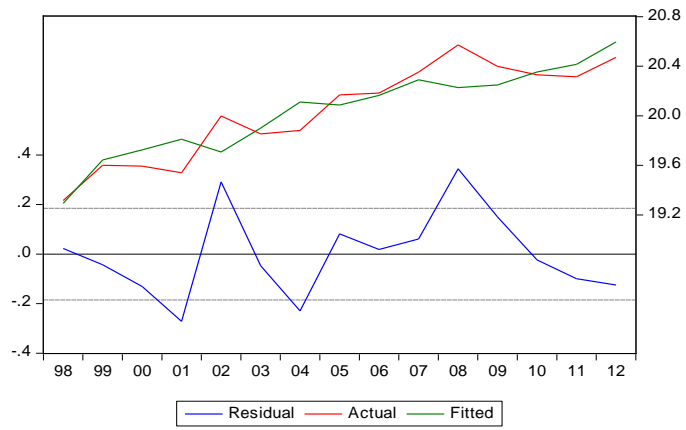


Figura A-34: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la tercera región.

## A.1.4 Región IV de Coquimbo

### A.1.4.1 PKM aéreo

El modelo para la variable independiente PKM aéreo de la cuarta región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.18 Parámetros modelo PKM aéreo cuarta región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.471106	1.199174	6.230208	0.0000
LOG(PIB/POB)	2.865471	0.468475	6.116596	0.0000
LOG(WTI_D)	-0.524319	0.098831	-5.305191	0.0000
LOG(PKM_AEREO(- 1))	0.392289	0.100911	3.887471	0.0007
R-squared	0.985346	Mean dependent var		9.989856
Adjusted R-squared	0.983514	S.D. dependent var		1.351868
S.E. of regression	0.173578	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.723104	Schwarz criterion		0.342501
Log likelihood	11.45942	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	537.9109	Durbin-Watson stat		0.474635
Prob(F-statistic)	0.000000			2.096539

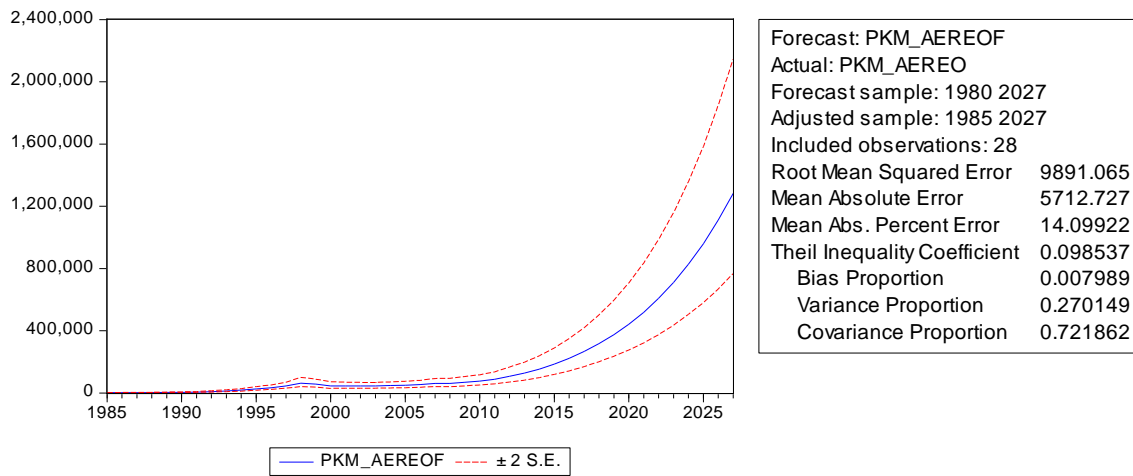


Figura A-35: Modelo de proyección PKM aéreo cuarta región.

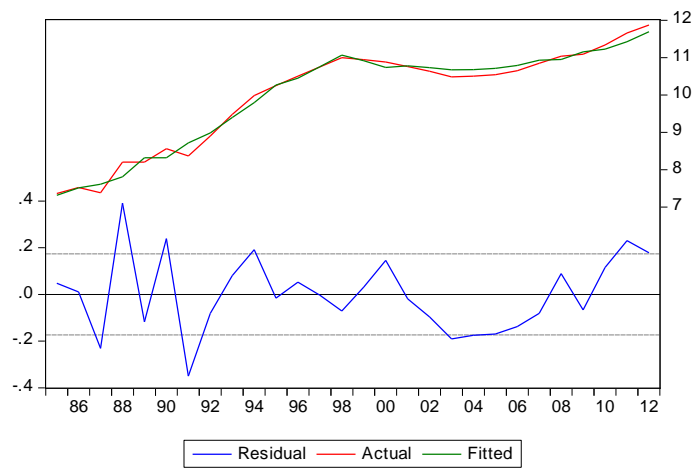


Figura A-36: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM aéreo de la cuarta región.

### A.1.4.2 TKM Marítimo

El modelo para la variable independiente TKM Marítimo de la cuarta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.19 Parámetros modelo TKM marítimo cuarta región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.633866	12.65777	0.445091	0.6626
LOG(PIB)	6.920313	3.408820	2.030120	0.0605
LOG(PIB(-1))	-6.630278	2.984329	-2.221698	0.0421
LOG(WTI_D)	-0.393030	0.288417	-1.362713	0.1931
LOG(TKM_MAR(-1))	0.455657	0.208017	2.190481	0.0447
R-squared	0.717561	Mean dependent var		13.27360
Adjusted R-squared	0.642243	S.D. dependent var		0.528233
S.E. of regression	0.315951	Akaike info criterion		0.745858
Sum squared resid	1.497374	Schwarz criterion		0.994791
Log likelihood	-2.458579	Hannan-Quinn criter.		0.794452
F-statistic	9.527187	Durbin-Watson stat		1.345950
Prob(F-statistic)	0.000486			

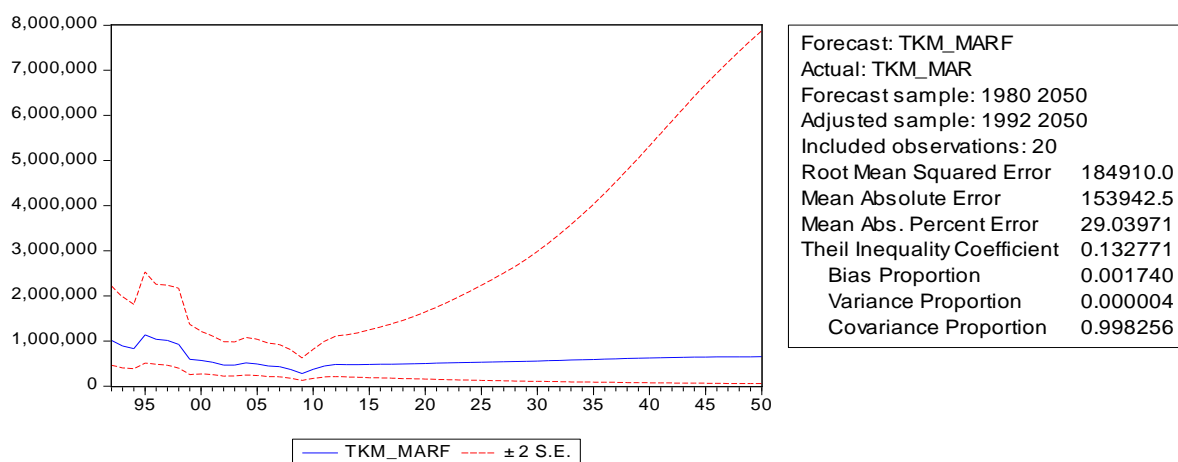


Figura A-37: Modelo de proyección TKM marítimo cuarta región.

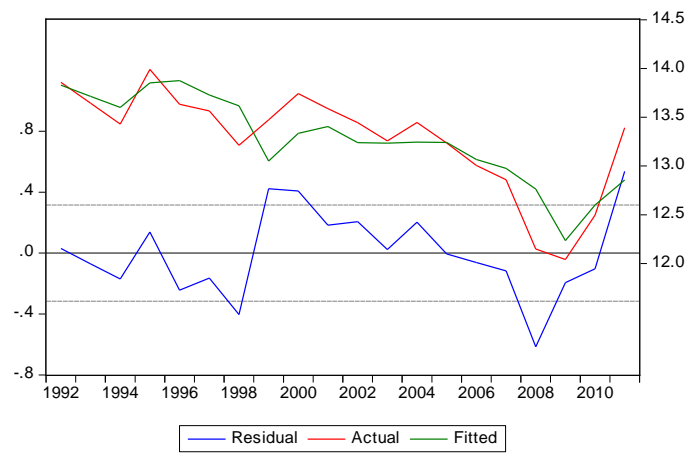


Figura A-38: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM marítimo de la cuarta región.



### A.1.4.3 TKM Ferroviario

El modelo para la variable independiente TKM Ferroviario de la cuarta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.20 Parámetros modelo TKM Ferroviario cuarta región.

Variable	Coeficiente			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.351640	0.519119	16.08810	0.0000
LOG(PIBR)	0.408961	0.049144	8.321630	0.0000
LOG(COBRE)	0.653208	0.094926	6.881214	0.0000
R-squared	0.975156	Mean dependent var		19.83813
Adjusted R-squared	0.971334	S.D. dependent var		0.199828
S.E. of regression	0.033833	Akaike info criterion		3.767393
Sum squared resid	0.014881	Schwarz criterion		3.622532
Log likelihood	33.13914	Hannan-Quinn criter.		3.759975
F-statistic	255.1306	Durbin-Watson stat		1.630757
Prob(F-statistic)	0.000000			

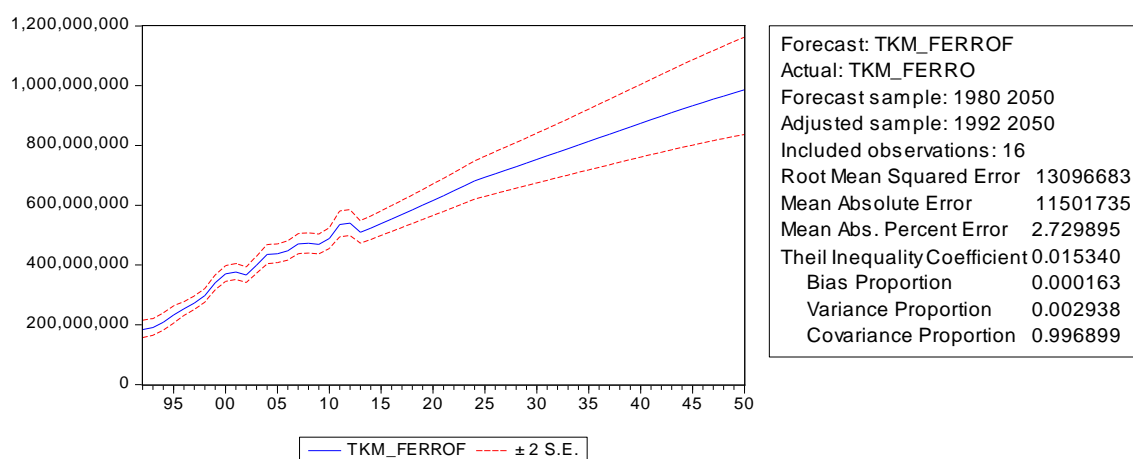


Figura A-39: Modelo de proyección TKM ferroviario cuarta región.

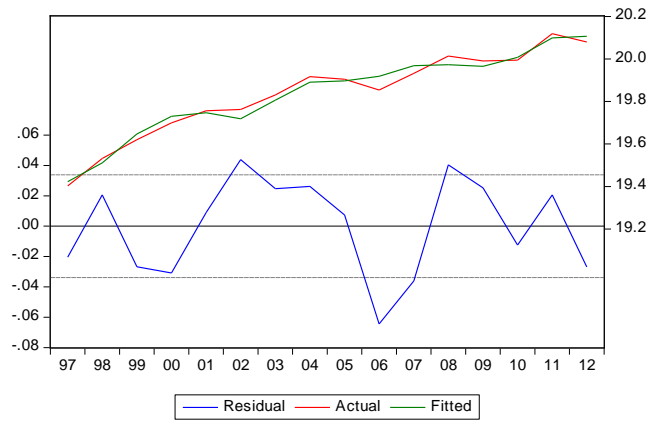


Figura A-40: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM ferroviario de la cuarta región.

#### A.1.4.4 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la cuarta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.21 Parámetros modelo TKM Caminero cuarta región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.719584	3.121821	0.550827	0.5928
LOG(PIB)	0.656635	0.268414	2.446354	0.0325
LOG(TKM_CAM(-1))	0.353401	0.253655	1.393233	0.1911
R-squared	0.788165	Mean dependent var		21.16944
Adjusted R-squared	0.749649	S.D. dependent var		0.185057
S.E. of regression	0.092594	Akaike info criterion		1.733786
Sum squared resid	0.094309	Schwarz criterion		1.596845
Log likelihood	15.13650	Hannan-Quinn criter.		1.746462
F-statistic	20.46358	Durbin-Watson stat		2.185230
Prob(F-statistic)	0.000196			

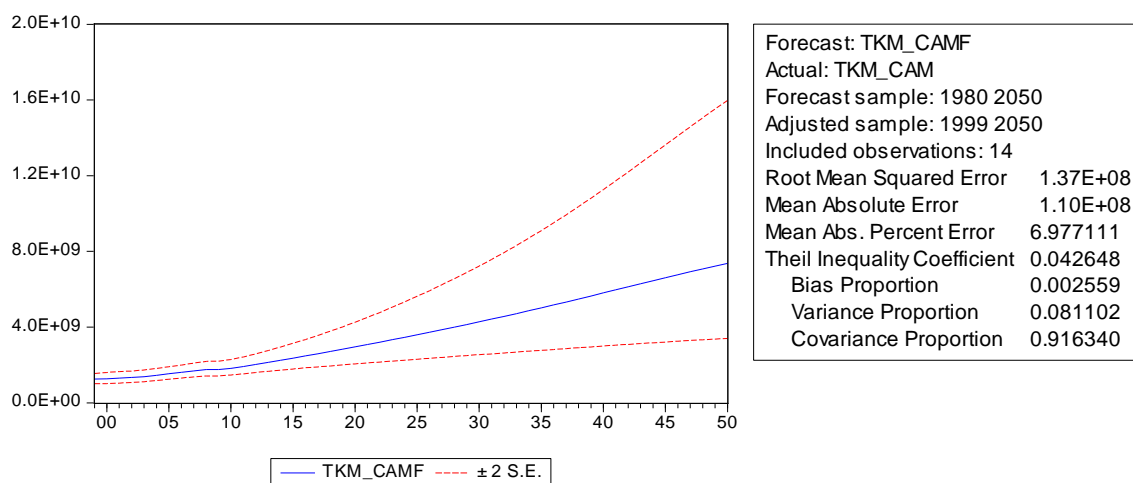


Figura A-41: Modelo de proyección TKM caminero cuarta región.

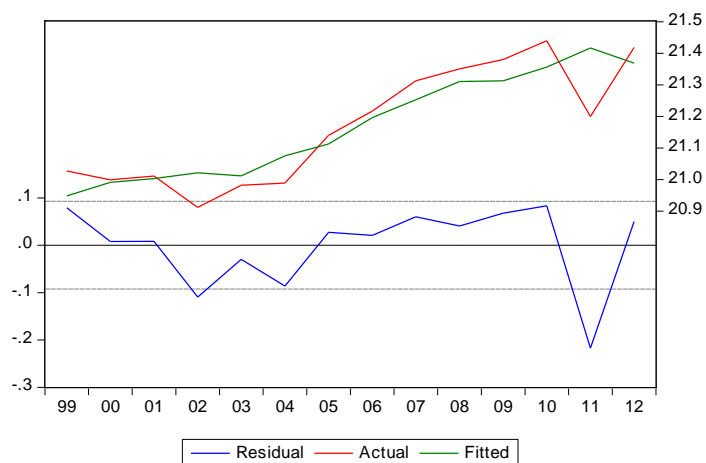


Figura A-42: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la cuarta región.

#### A.1.4.5 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la cuarta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.22 Parámetros modelo PKM caminero urbano cuarta región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	20.87599	0.327653	63.71368	0.0000
LOG(PIB/POB)	0.926343	0.201068	4.607109	0.0005
R-squared	0.620166	Mean dependent var		22.38130
Adjusted R-squared	0.590948	S.D. dependent var		0.148508
S.E. of regression	0.094981	Akaike info criterion		1.746706
Sum squared resid	0.117279	Schwarz criterion		1.652299
Log likelihood	15.10029	Hannan-Quinn criter.		1.747711
F-statistic	21.22546	Durbin-Watson stat		2.021745
Prob(F-statistic)	0.000491			

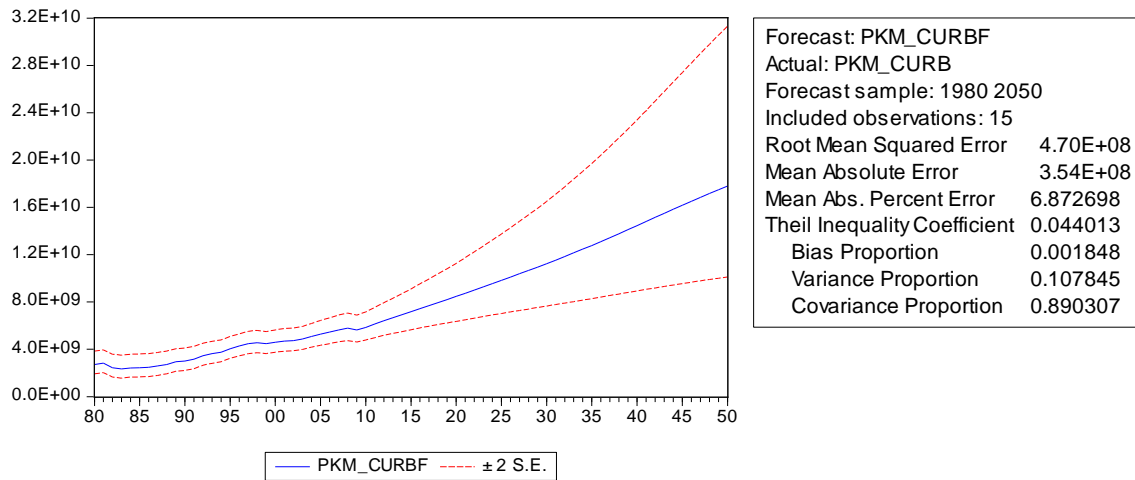


Figura A-43: Modelo de proyección PKM caminero urbano cuarta región.

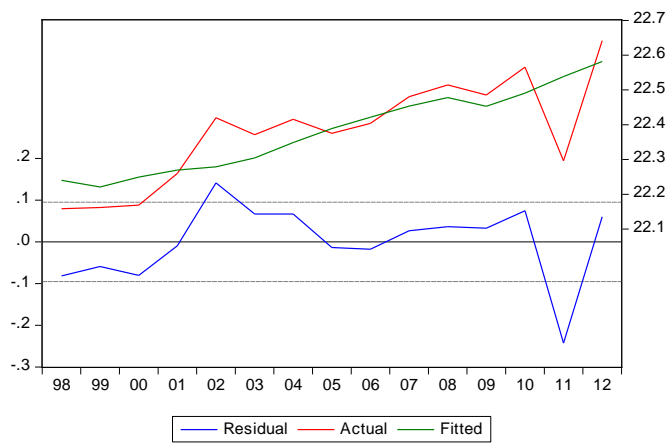


Figura A-44: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la cuarta región.

### A.1.4.6 PKM caminero interurbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la cuarta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.23 Parámetros modelo PKM caminero interurbano cuarta región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.903345	3.042595	2.597567	0.0248
LOG(PIB/POB)	0.901554	0.638779	1.411372	0.1858
LOG(PKM_CINTER(- 1))	0.555325	0.187444	2.962618	0.0129
R-squared	0.873426	Mean dependent var		20.96645
Adjusted R-squared	0.850413	S.D. dependent var		0.358792
S.E. of regression	0.138768	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.211822	Schwarz criterion		-
Log likelihood	9.472323	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	37.95297	Durbin-Watson stat		0.937294
Prob(F-statistic)	0.000012			2.475417

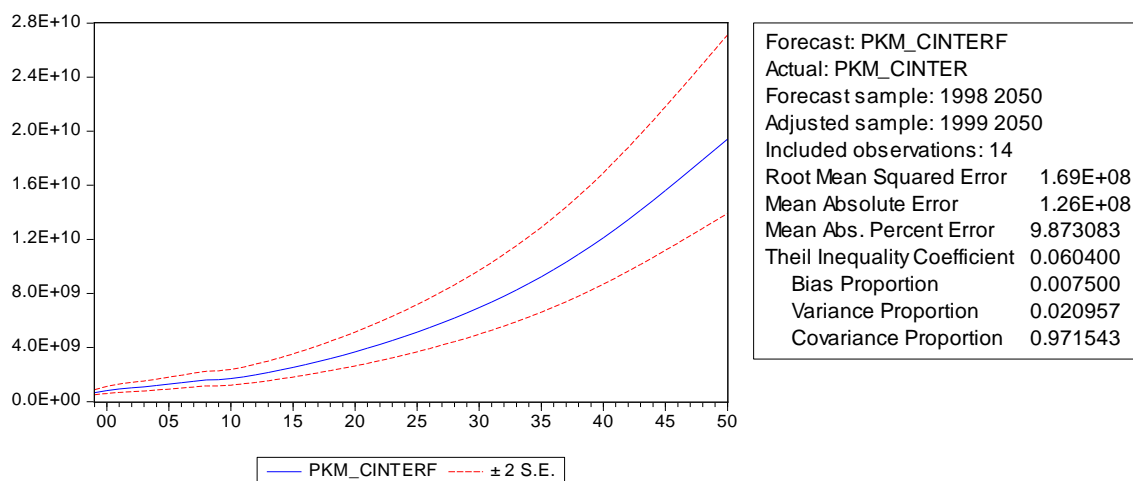


Figura A-45: Modelo de proyección PKM caminero interurbano cuarta región.

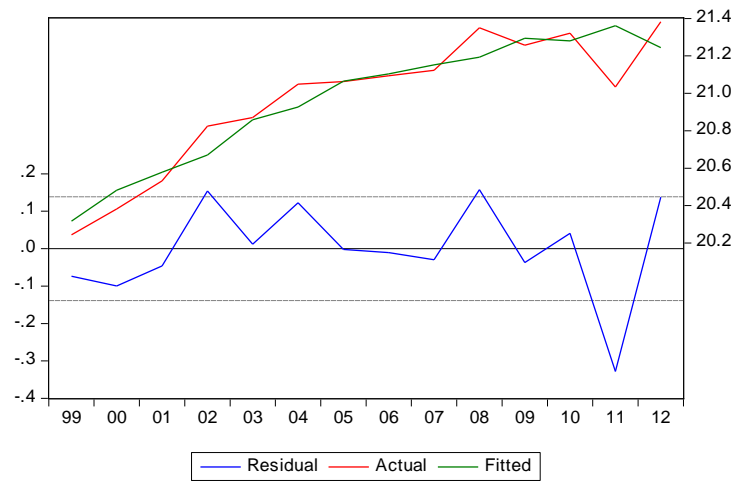


Figura A-46: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la cuarta región.

## A.1.5 Región V de Valparaíso

### A.1.5.1 PKM aéreo

El modelo para la variable independiente PKM aéreo de la quinta región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.24 Parámetros modelo PKM aéreo quinta región.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.955621	0.654532	1.460007	0.1567
LOG(PIB/POB)	0.371455	0.246113	1.509287	0.1438
LOG(PKM_AEREO(-1))	0.874073	0.088919	9.830013	0.0000
R-squared	0.977961	Mean dependent var		10.94816
Adjusted R-squared	0.976198	S.D. dependent var		0.888113
S.E. of regression	0.137018	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.469347	Schwarz criterion		-
Log likelihood	17.51038	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	554.6747	Durbin-Watson stat		0.992820
Prob(F-statistic)	0.000000			1.452336



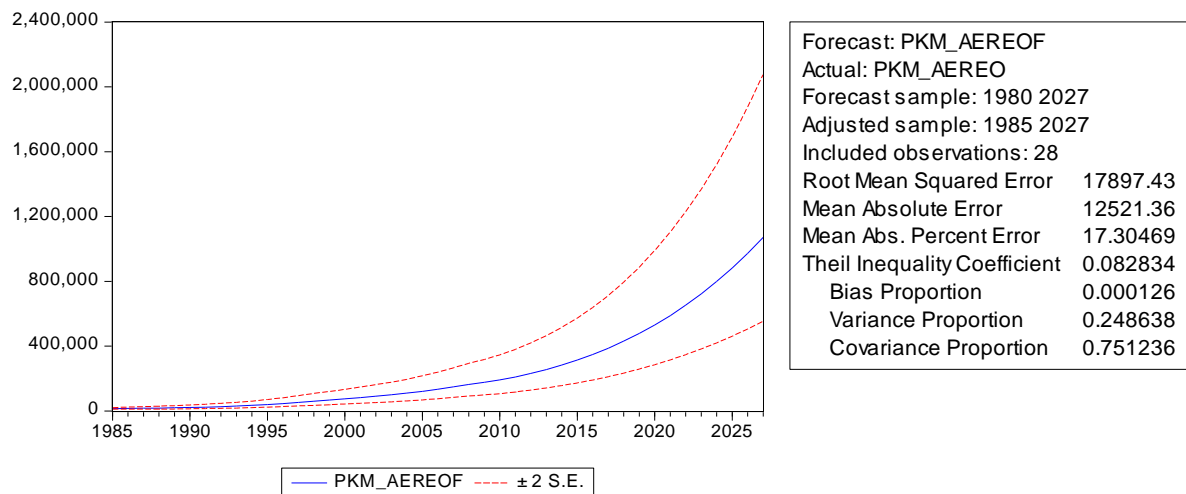


Figura A-47: Modelo de proyección PKM aéreo quinta región.

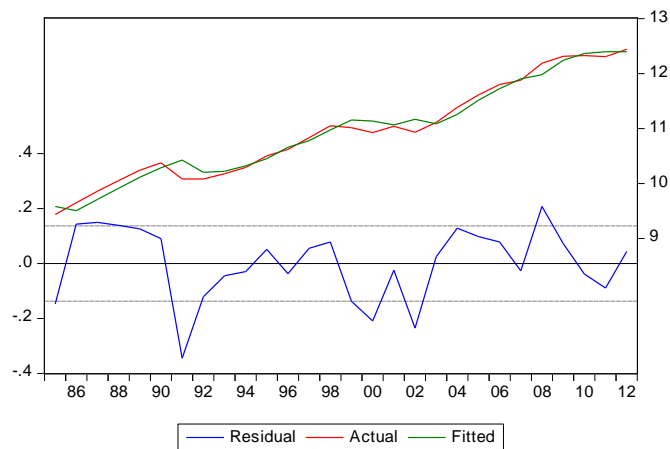


Figura A-48: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM aéreo de la quinta región.

### A.1.5.2 TKM Marítimo

El modelo para la variable independiente TKM Marítimo de la quinta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.25 Parámetros modelo TKM marítimo quinta región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.642089	4.413902	-0.372027	0.7148
LOG(PIB)	0.540785	0.319279	1.693769	0.1097
LOG(TKM_MAR(-1))	0.465775	0.171836	2.710584	0.0154
DUMMIE	-0.372275	0.149950	-2.482653	0.0245
R-squared	0.946537	Mean dependent var		14.92226
Adjusted R-squared	0.936513	S.D. dependent var		0.585785
S.E. of regression	0.147598	Akaike info criterion		0.811788
Sum squared resid	0.348564	Schwarz criterion		0.612641
Log likelihood	12.11788	Hannan-Quinn criter.		0.772912
F-statistic	94.42436	Durbin-Watson stat		2.200094
Prob(F-statistic)	0.000000			

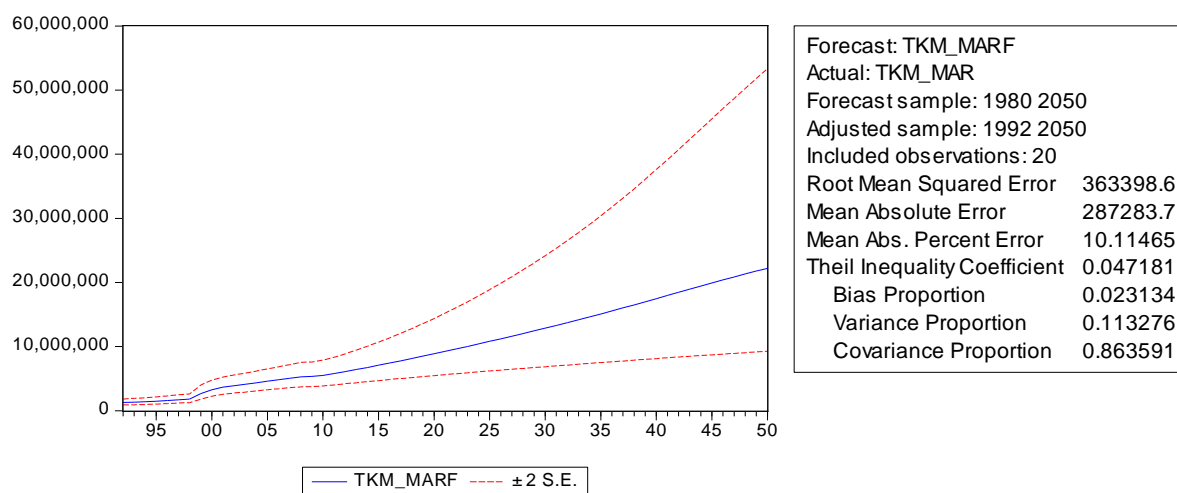


Figura A-49: Modelo de proyección TKM marítimo quinta región.

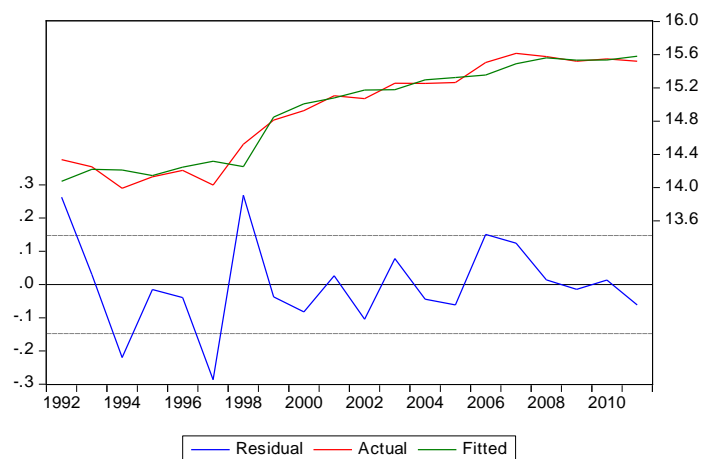


Figura A-50: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM marítimo de la quinta región.

### A.1.5.3 *TKM Ferroviario*

El modelo para la variable independiente TKM Ferroviario de la quinta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.26 Parámetros modelo TKM Ferroviario quinta región.

Variable	Coeficiente		t-Statistic	Prob.
	t	Std. Error		
C	0.226691	2.828446	0.080147	0.9373
LOG(PIBR)	1.223176	0.179699	6.806802	0.0000
D3	-0.379267	0.069914	-5.424750	0.0001
R-squared	0.787461	Mean dependent var		19.46516
Adjusted R-squared	0.754763	S.D. dependent var		0.168444
S.E. of regression	0.083416	Akaike info criterion		1.962600
Sum squared resid	0.090456	Schwarz criterion		1.817739
Log likelihood	18.70080	Hannan-Quinn criter.		1.955181
F-statistic	24.08261	Durbin-Watson stat		0.952875
Prob(F-statistic)	0.000042			

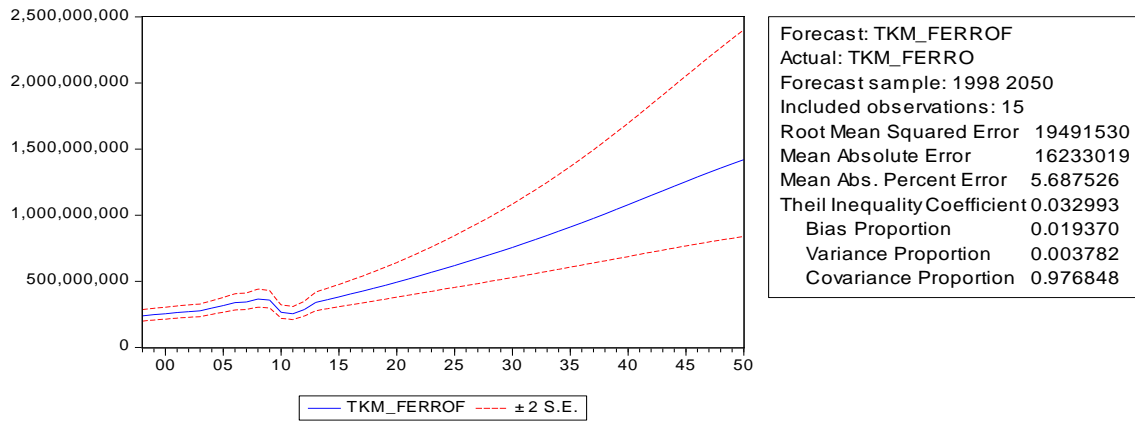


Figura A-51: Modelo de proyección TKM ferroviario quinta región.

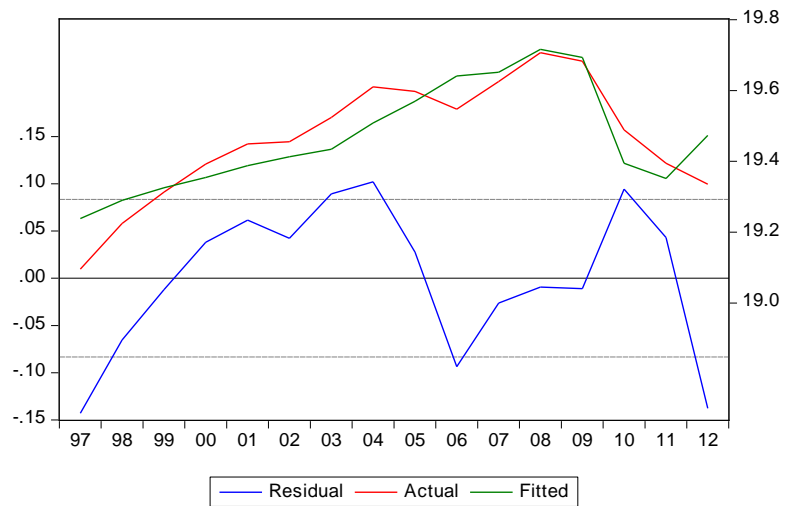


Figura A-52: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM ferroviario de la quinta región.

### A.1.5.4 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la quinta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.27 Parámetros modelo TKM Caminero quinta región.

Variable	Coeficiente		t-Statistic	Prob.
	t	Std. Error		
C	18.61896	1.362720	13.66309	0.0000
LOG(PIB)	0.176629	0.074760	2.362625	0.0344
R-squared	0.300398	Mean dependent var		21.83842
Adjusted R-squared	0.246583	S.D. dependent var		0.055682
S.E. of regression	0.048331	Akaike info criterion		3.097905
Sum squared resid	0.030367	Schwarz criterion		3.003498
Log likelihood	25.23428	Hannan-Quinn criter.		3.098910
F-statistic	5.581999	Durbin-Watson stat		1.052512
Prob(F-statistic)	0.034406			

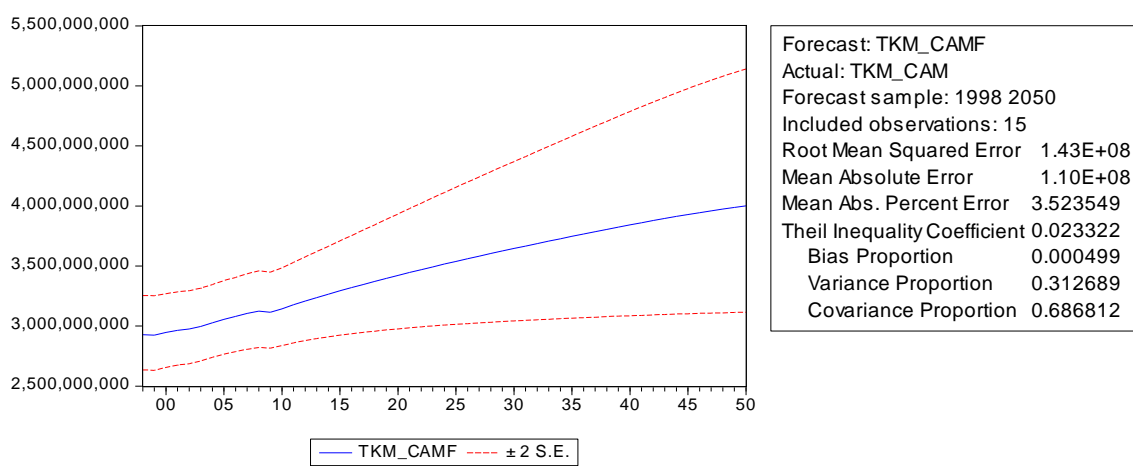


Figura A-53: Modelo de proyección TKM caminero quinta región.

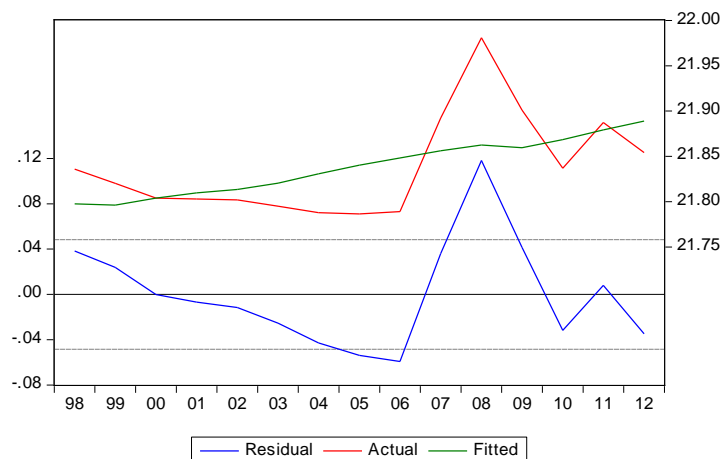


Figura A-54: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la quinta región.

#### A.1.5.5 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la quinta región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.28 Parámetros modelo PKM caminero urbano quinta región.

Variable	Coeficien			Prob.
	t	Std. Error	t-Statistic	
C	9.458845	5.290194	1.787996	0.1013
LOG(PIB/POB)	0.264589	0.253835	1.042365	0.3196
LOG(PKM_CURB(-1))	0.574609	0.243056	2.364100	0.0375
R-squared	0.770193	Mean dependent var		23.21202
Adjusted R-squared	0.728410	S.D. dependent var		0.117481
S.E. of regression	0.061225	Akaike info criterion		2.561124
Sum squared resid	0.041233	Schwarz criterion		2.424183
Log likelihood	20.92787	Hannan-Quinn criter.		2.573801
F-statistic	18.43312	Durbin-Watson stat		2.271957
Prob(F-statistic)	0.000307			

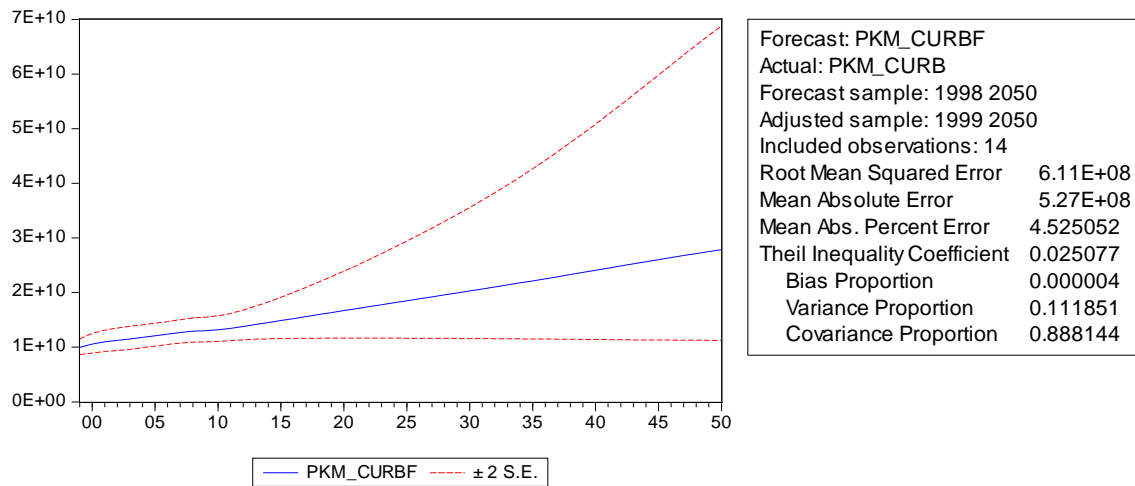


Figura A-55: Modelo de proyección PKM caminero urbano quinta región.

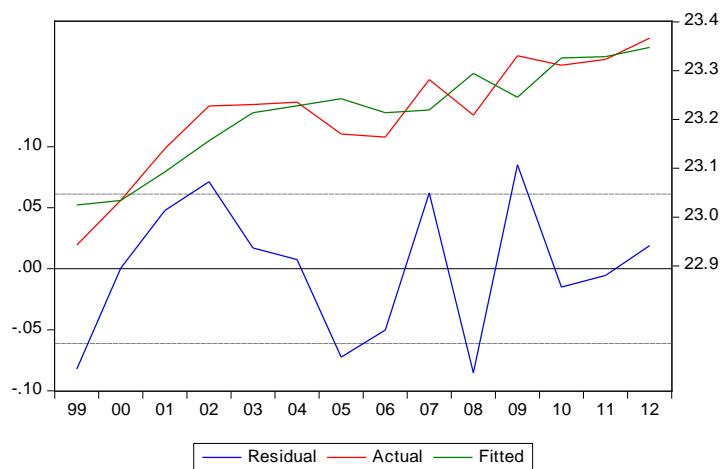


Figura A-56: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la quinta región.

#### A.1.5.6 *PKM caminero interurbano*

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la quinta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.29 Parámetros modelo PKM caminero interurbano quinta región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	19.76693	1.114200	17.74092	0.0000
LOG(PIBR/POBR)	0.946126	0.807503	1.171668	0.2641
D5	0.425589	0.158316	2.688228	0.0197
R-squared	0.760426	Mean dependent var		21.45205
Adjusted R-squared	0.720497	S.D. dependent var		0.327243
S.E. of regression	0.173007	Akaike info criterion		0.494113
Sum squared resid	0.359177	Schwarz criterion		0.352503
Log likelihood	6.705845	Hannan-Quinn criter.		0.495621
F-statistic	19.04445	Durbin-Watson stat		0.763432
Prob(F-statistic)	0.000189			

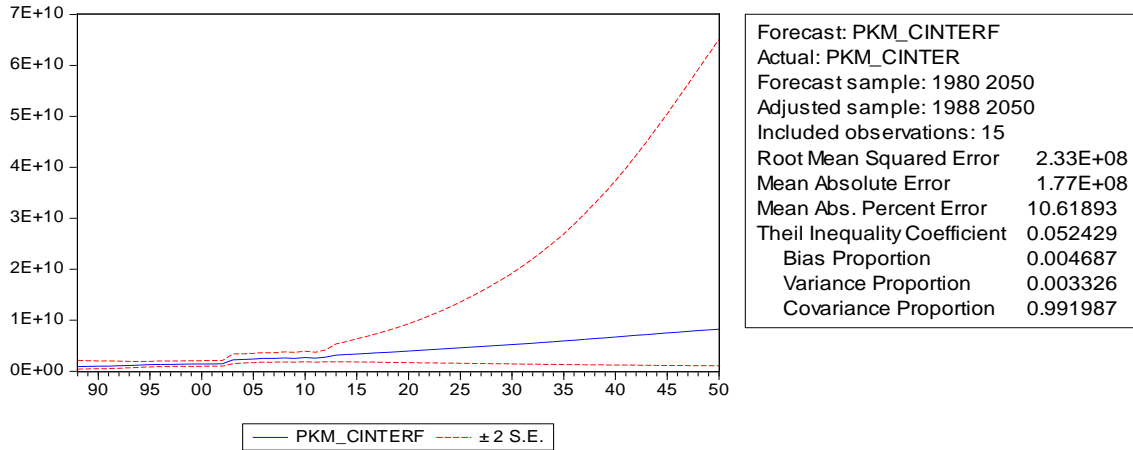


Figura A-57: Modelo de proyección PKM caminero interurbano quinta región.



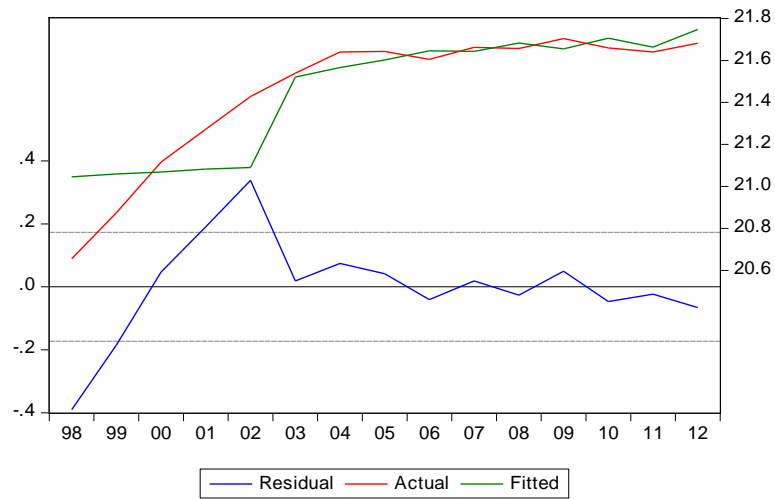


Figura A-58: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la quinta región.

## A.1.6 Región VI del Libertador General Bernardo O'Higgins

### A.1.6.1 PKM Ferroviario

El modelo para la variable independiente PKM Ferroviario de la sexta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.30 Parámetros modelo PKM Ferroviario sexta región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.66832	3.970466	2.686918	0.0198
LOG(PIBR/POBR)	0.417033	0.237672	1.754658	0.1048
LOG(PKM_FERROINT(- 1))	0.408104	0.217793	1.873817	0.0855
R-squared	0.525763	Mean dependent var		19.00442
Adjusted R-squared	0.446723	S.D. dependent var		0.147999
S.E. of regression	0.110085	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.145425	Schwarz criterion		-
Log likelihood	13.48699	Hannan-Quinn criter.		1.399773
F-statistic	6.651902	Durbin-Watson stat		2.151926
Prob(F-statistic)	0.011376			

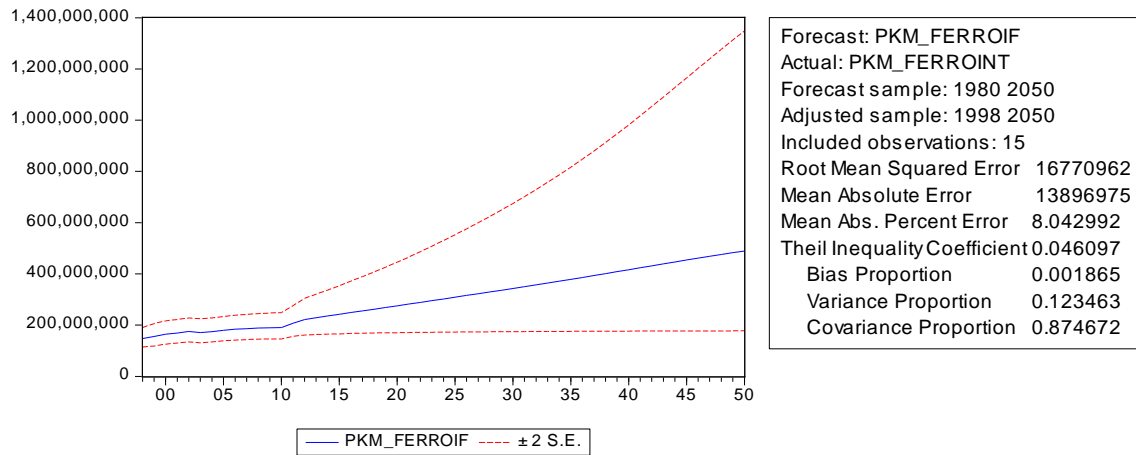


Figura A-59: Modelo de proyección PKM ferroviario sexta región.

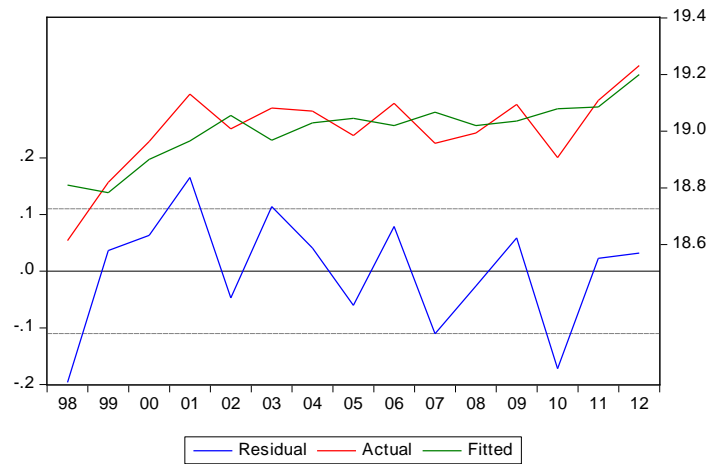


Figura A-60: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM ferroviario de la sexta región.

### A.1.6.2 TKM Ferroviario

El modelo para la variable independiente TKM Ferroviario de la sexta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.31 Parámetros modelo TKM Ferroviario sexta región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.259186	2.929581	-0.429818	0.6744
LOG(PIB)	1.077578	0.158708	6.789700	0.0000
D2	0.303655	0.070646	4.298268	0.0009
R-squared	0.780729	Mean dependent var		18.61104
Adjusted R-squared	0.746995	S.D. dependent var		0.160815
S.E. of regression	0.080889	Akaike info criterion		2.024110
Sum squared resid	0.085060	Schwarz criterion		1.879250
Log likelihood	19.19288	Hannan-Quinn criter.		2.016692
F-statistic	23.14371	Durbin-Watson stat		0.792486
Prob(F-statistic)	0.000052			

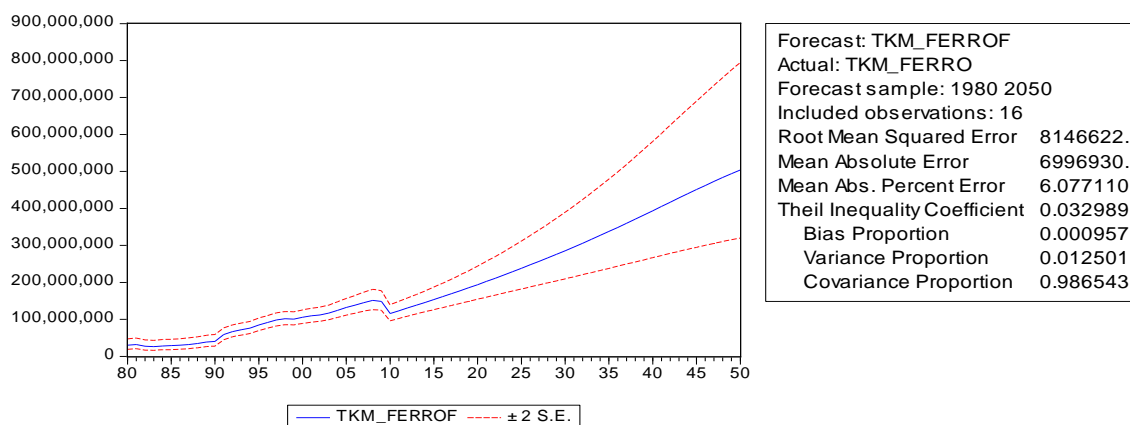


Figura A-61: Modelo de proyección TKM ferroviario sexta región.

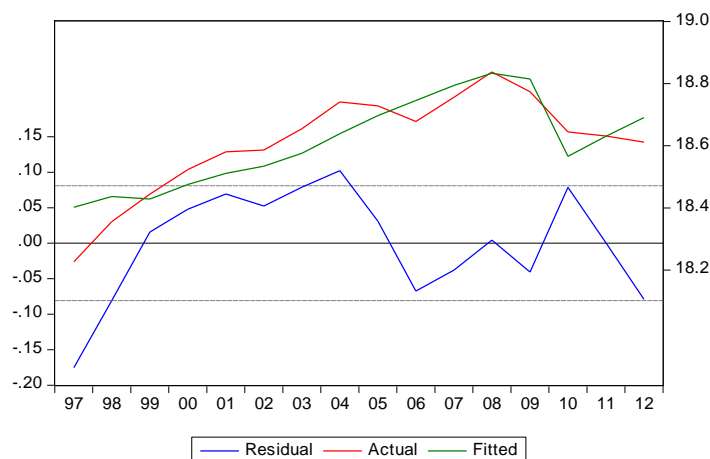


Figura A-62: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM ferrocarrilario de la sexta región.

### A.1.6.3 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la sexta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.32 Parámetros modelo TKM Caminero sexta región.

Variable	Coefficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.661390	2.736950	2.433874	0.0332
LOG(PIBR)	0.384531	0.108429	3.546390	0.0046
LOG(TKM_CAM(-1))	0.415055	0.190271	2.181384	0.0517
R-squared	0.921583	Mean dependent var		21.28652
Adjusted R-squared	0.907325	S.D. dependent var		0.112374
S.E. of regression	0.034209	Akaike info criterion		3.725221
Sum squared resid	0.012873	Schwarz criterion		3.588280
Log likelihood	29.07655	Hannan-Quinn criter.		3.737898
F-statistic	64.63768	Durbin-Watson stat		2.230598
Prob(F-statistic)	0.000001			

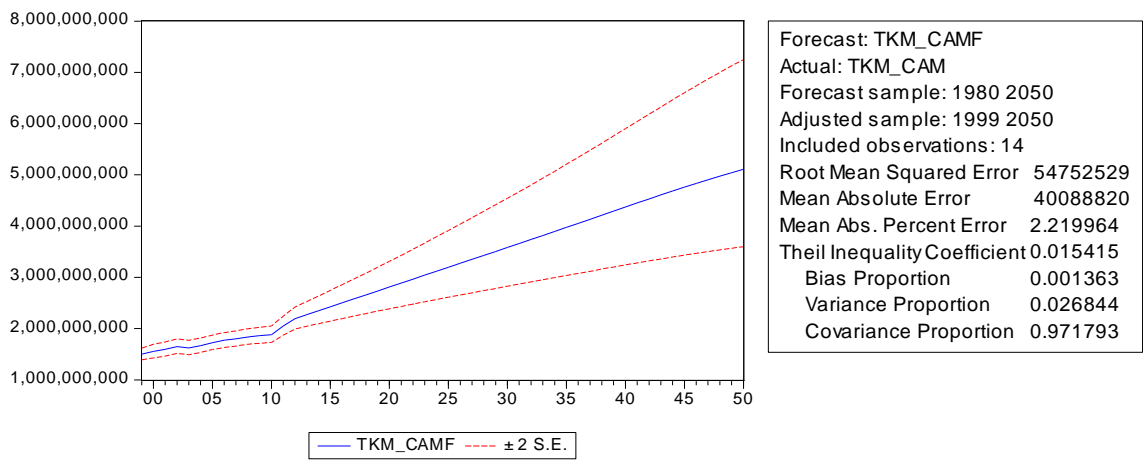


Figura A-63: Modelo de proyección TKM caminero sexta región.

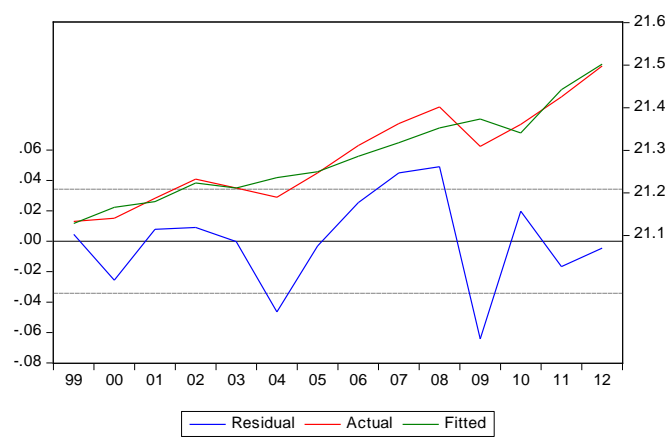


Figura A-64: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la sexta región.

### A.1.6.4 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la sexta región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.33 Parámetros modelo PKM caminero urbano sexta región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.368089	3.541515	2.362856	0.0398
LOG(PIB/POB)	1.544907	0.699330	2.209124	0.0516
LOG(PIB(-1)/POB(-1))	-1.481337	0.707445	-2.093926	0.0627
LOG(PKM_CURB(-1))	0.623700	0.168481	3.701891	0.0041
R-squared	0.860957	Mean dependent var		22.56380
Adjusted R-squared	0.819245	S.D. dependent var		0.129417
S.E. of regression	0.055022	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.030274	Schwarz criterion		-
Log likelihood	23.09046	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	20.64012	Durbin-Watson stat		2.744110
Prob(F-statistic)	0.000132			2.491199

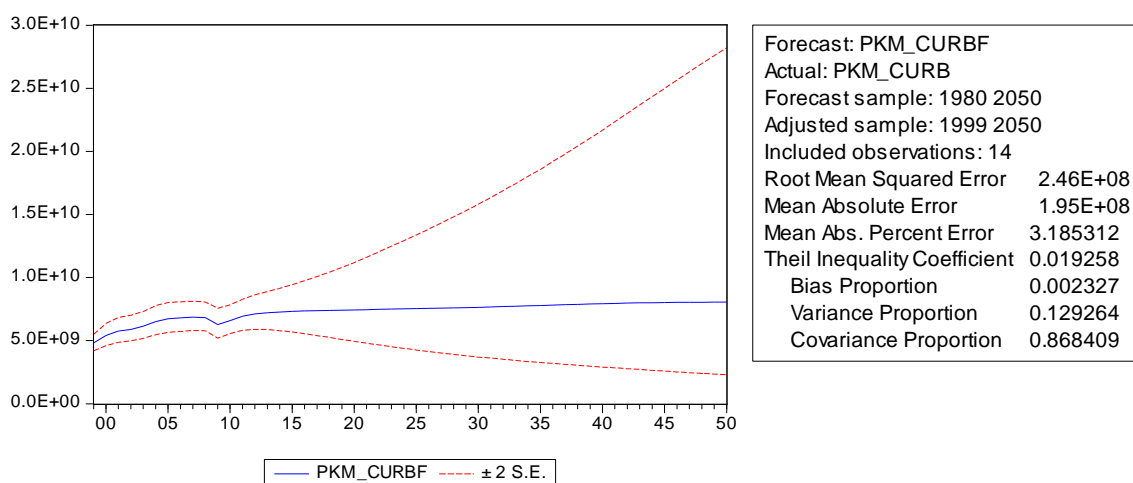


Figura A-65: Modelo de proyección PKM caminero urbano sexta región.

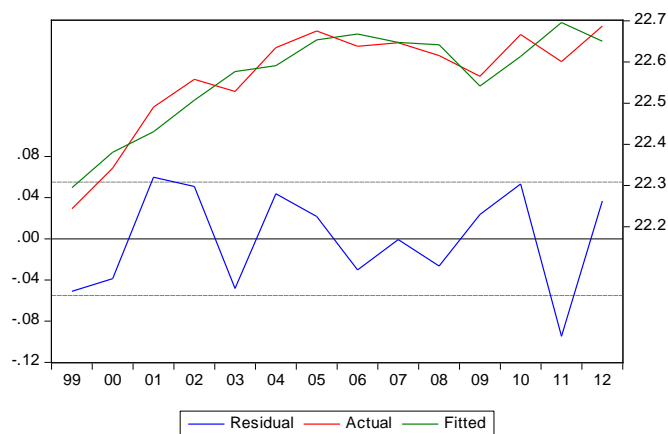


Figura A-66: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la sexta región.

### A.1.6.5 PKM caminero interurbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la sexta región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.34 Parámetros modelo PKM caminero interurbano sexta región.

Variable	Coeficiente			Prob.
	t	Std. Error	t-Statistic	
C	6.276154	1.863730	3.367523	0.0072
LOG(PIB/POB)	2.220437	1.055709	2.103265	0.0617
LOG(PIB(-1)/POB(-1))	-2.106807	1.059679	-1.988155	0.0749
LOG(PKM_CINTER(-1))	0.691710	0.114661	6.032673	0.0001
R-squared	0.952273	Mean dependent var		20.93297
Adjusted R-squared	0.937955	S.D. dependent var		0.333098
S.E. of regression	0.082971	Akaike info criterion		1.905704
Sum squared resid	0.068841	Schwarz criterion		1.723116
Log likelihood	17.33993	Hannan-Quinn criter.		1.922606
F-statistic	66.50866	Durbin-Watson stat		2.493508
Prob(F-statistic)	0.000001			



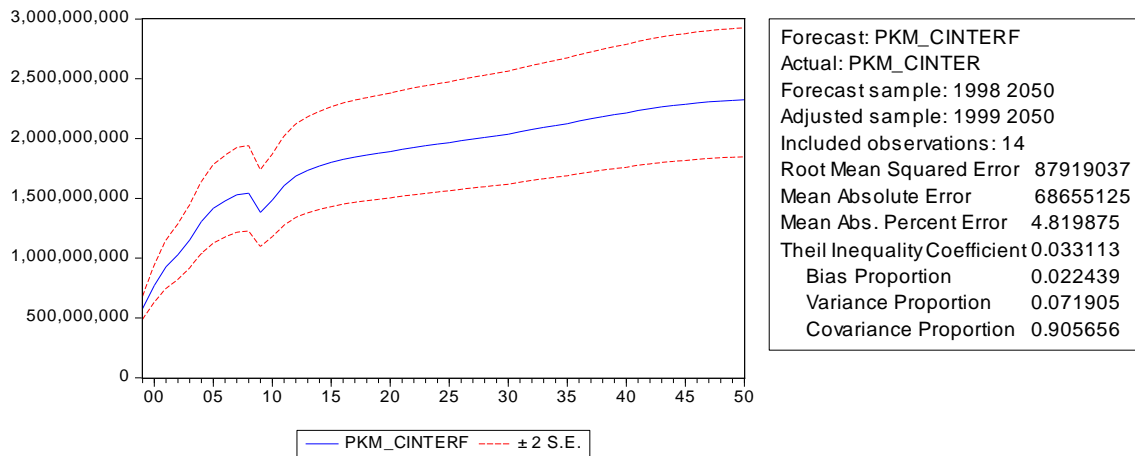


Figura A-67: Modelo de proyección PKM caminero interurbano sexta región.

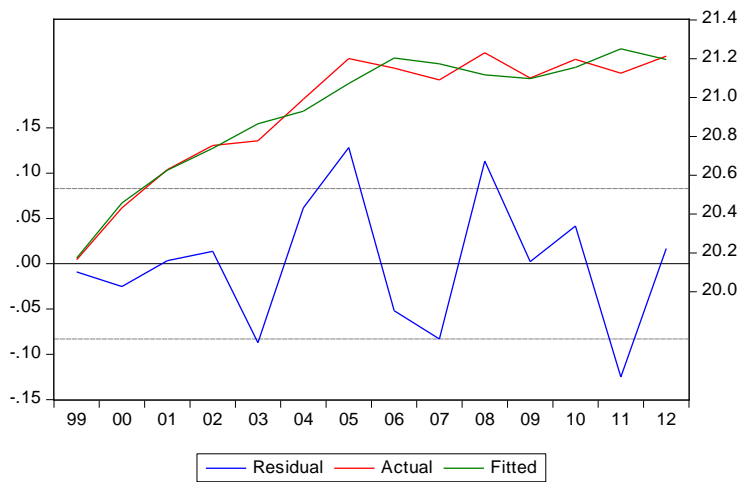


Figura A-68: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la sexta región.

## A.1.7 Región VII del Maule

### A.1.7.1 PKM Ferroviario

El modelo para la variable independiente PKM Ferroviario de la séptima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.35 Parámetros modelo PKM Ferroviario séptima región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.80124	4.222161	2.558226	0.0266
LOG(PIBR/POBR)	1.496684	0.865244	1.729783	0.1116
LOG(PIBR(-1)/POBR(-1))	-1.164339	0.854102	-1.363231	0.2001
LOG(PKM_FERROINT(-1))	0.359736	0.253741	1.417729	0.1840
R-squared	0.552720	Mean dependent var		17.51289
Adjusted R-squared	0.430735	S.D. dependent var		0.147999
S.E. of regression	0.111665	Akaike info criterion		1.323454
Sum squared resid	0.137159	Schwarz criterion		1.134641
Log likelihood	13.92591	Hannan-Quinn criter.		1.325465
F-statistic	4.531033	Durbin-Watson stat		2.374297
Prob(F-statistic)	0.026609			

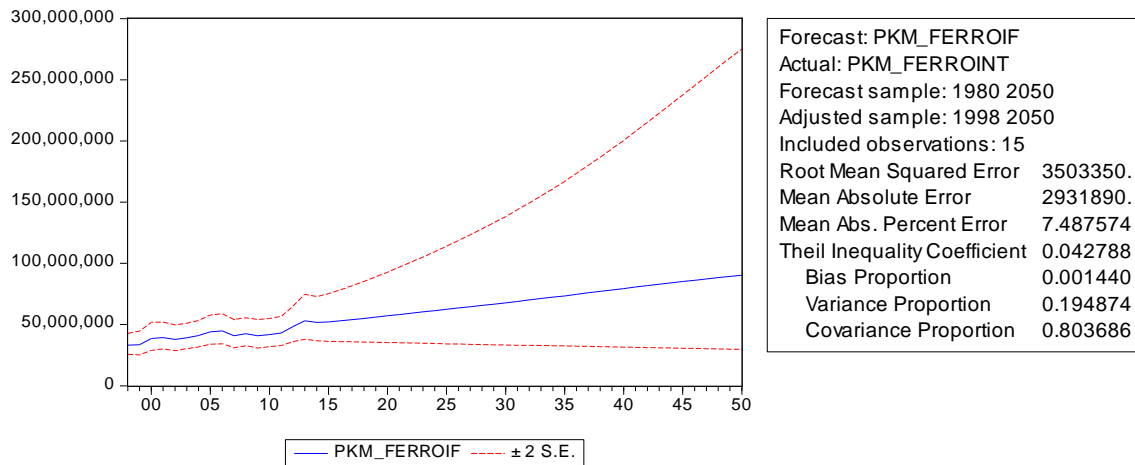


Figura A-69: Modelo de proyección PKM ferroviario séptima región.

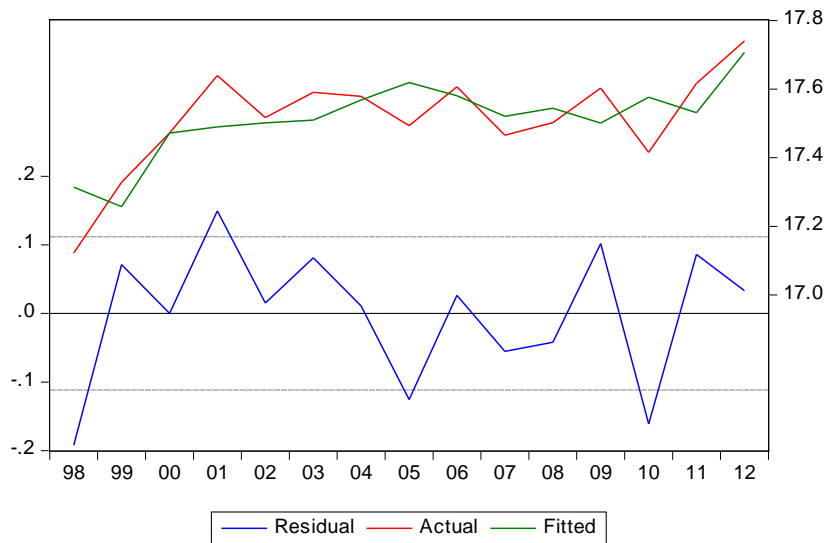


Figura A-70: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM ferroviario de la séptima región.

### A.1.7.2 TKM Ferroviario

El modelo para la variable independiente TKM Ferroviario de la séptima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.36 Parámetros modelo TKM Ferroviario séptima región.

Variable	Coefficien			Prob.
	t	Std. Error	t-Statistic	
C	6.003036	4.167751	1.440354	0.1734
LOG(PIBR)	-1.951626	1.017264	-1.918506	0.0773
LOG(PIBR(-1))	2.757938	1.060421	2.600796	0.0220
D2	-0.605324	0.118684	-5.100295	0.0002
R-squared	0.719718	Mean dependent var		17.76502
Adjusted R-squared	0.655037	S.D. dependent var		0.262585
S.E. of regression	0.154225	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.309211	Schwarz criterion		-
Log likelihood	9.937084	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	11.12727	Durbin-Watson stat		0.678993
Prob(F-statistic)	0.000679			1.320828

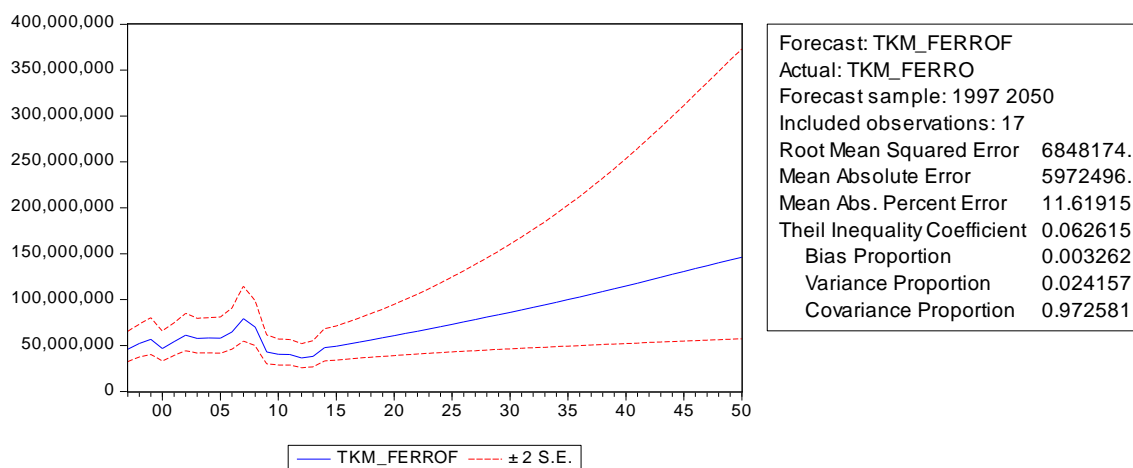


Figura A-71: Modelo de proyección TKM ferroviario séptima región.



Figura A-72: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM ferroviario de la séptima región.

### A.1.7.3 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la séptima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.37 Parámetros modelo TKM Caminero séptima región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	15.57397	1.851594	8.411114	0.0000
LOG(PIBR)	0.413635	0.123805	3.341014	0.0053
R-squared	0.461973	Mean dependent var		21.75977
Adjusted R-squared	0.420587	S.D. dependent var		0.106754
S.E. of regression	0.081260	Akaike info criterion		2.058759
Sum squared resid	0.085842	Schwarz criterion		1.964352
Log likelihood	17.44069	Hannan-Quinn criter.		2.059764
F-statistic	11.16238	Durbin-Watson stat		2.368998
Prob(F-statistic)	0.005312			

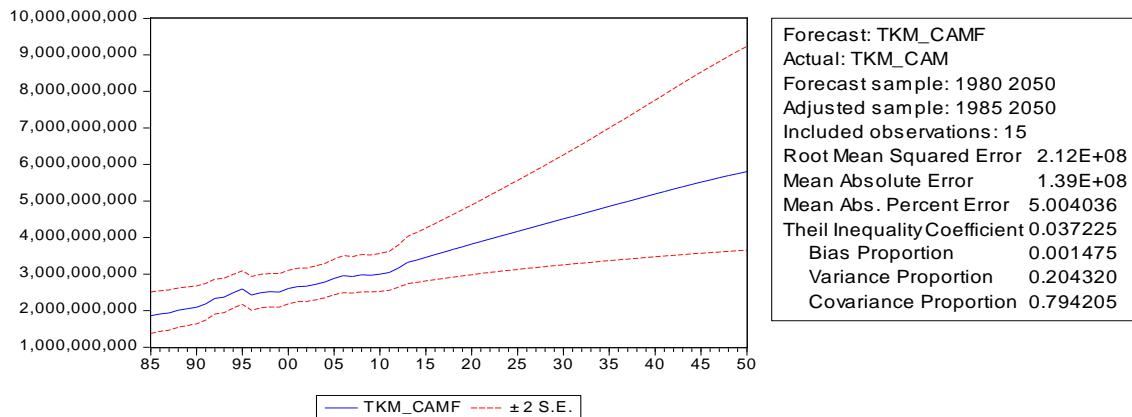


Figura A-73: Modelo de proyección TKM caminero séptima región.

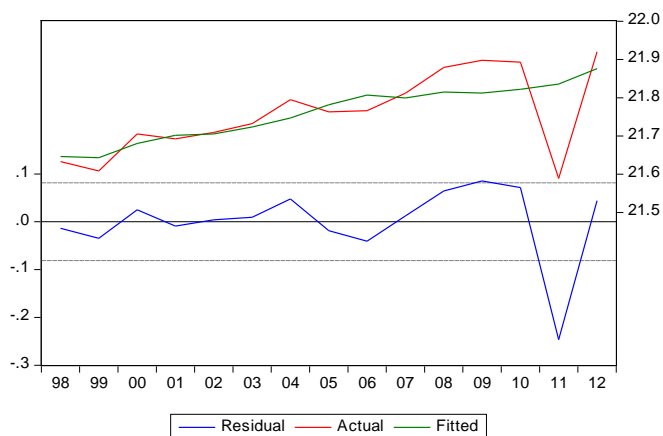


Figura A-74: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la séptima región.

#### A.1.7.4 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la séptima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.38 Parámetros modelo PKM caminero urbano séptima región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	20.38139	0.261238	78.01848	0.0000
LOG(PIBR/POBR)	1.533311	0.221166	6.932845	0.0000
R-squared	0.787110	Mean dependent var		22.18083
Adjusted R-squared	0.770734	S.D. dependent var		0.239603
S.E. of regression	0.114726	Akaike info criterion		1.368970
Sum squared resid	0.171108	Schwarz criterion		1.274563
Log likelihood	12.26727	Hannan-Quinn criter.		1.369975
F-statistic	48.06434	Durbin-Watson stat		1.934018
Prob(F-statistic)	0.000010			

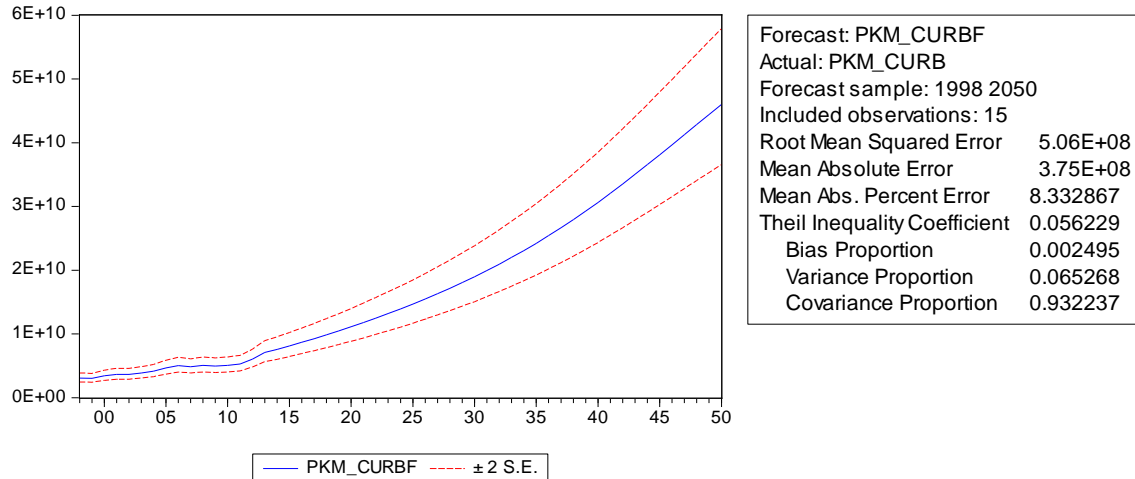


Figura A-75: Modelo de proyección PKM caminero urbano séptima región.

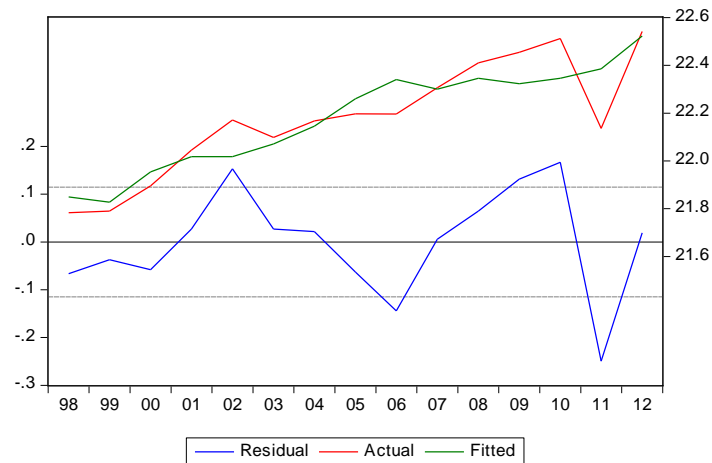


Figura A-76: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la séptima región.

#### A.1.7.5 *PKM caminero interurbano*

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la séptima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.39 Parámetros modelo PKM caminero interurbano séptima región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	12.14544	3.277564	3.705629	0.0035
LOG(PIBR/POBR)	1.817149	0.667698	2.721512	0.0199
LOG(PKM_CINTER(-1))	0.294547	0.196803	1.496657	0.1626
R-squared	0.879270	Mean dependent var		20.23620
Adjusted R-squared	0.857319	S.D. dependent var		0.379897
S.E. of regression	0.143499	Akaike info criterion		0.857570
Sum squared resid	0.226511	Schwarz criterion		0.720629
Log likelihood	9.002987	Hannan-Quinn criter.		0.870246
F-statistic	40.05619	Durbin-Watson stat		2.269090
Prob(F-statistic)	0.000009			



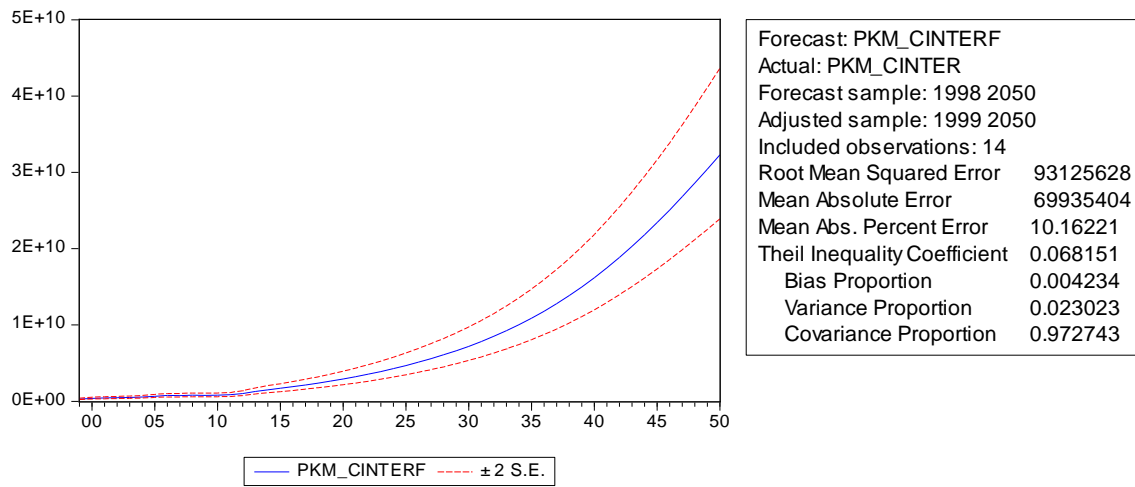


Figura A-77: Modelo de proyección PKM caminero interurbano séptima región.

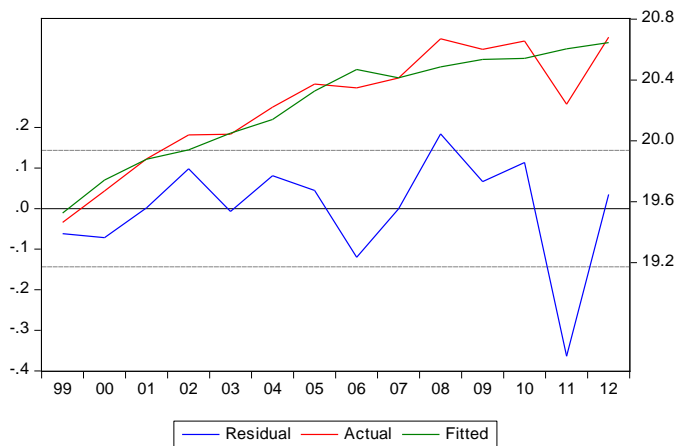


Figura A-78: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la séptima región.

## A.1.8 Región VIII del Biobío

### A.1.8.1 PKM aéreo

El modelo para la variable independiente PKM aéreo de la Octava región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.40 Parámetros modelo PKM aéreo Octava región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.096949	0.878251	4.664897	0.0001
LOG(PIB/POB)	1.133878	0.259491	4.369627	0.0002
LOG(WTI_D)	-0.045027	0.031970	-1.408386	0.1718
LOG(PKM_AEREO(- 1))	0.537558	0.105138	5.112898	0.0000
R-squared	0.993141	Mean dependent var		11.16025
Adjusted R-squared	0.992283	S.D. dependent var		0.766894
S.E. of regression	0.067368	Akaike info criterion		2.425729
Sum squared resid	0.108923	Schwarz criterion		2.235415
Log likelihood	37.96021	Hannan-Quinn criter.		2.367548
F-statistic	1158.289	Durbin-Watson stat		2.039857
Prob(F-statistic)	0.000000			

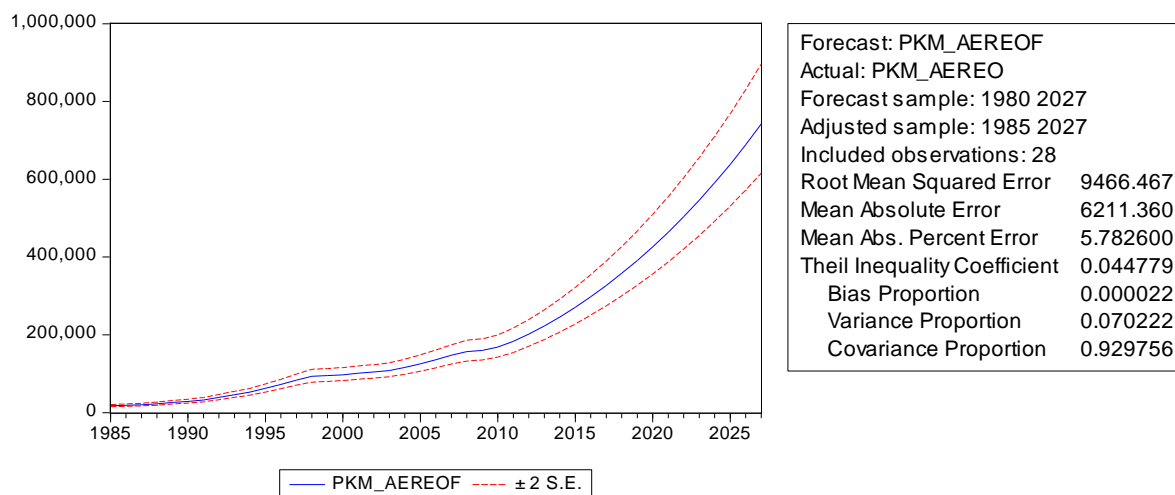


Figura A-79: Modelo de proyección PKM aéreo Octava región.

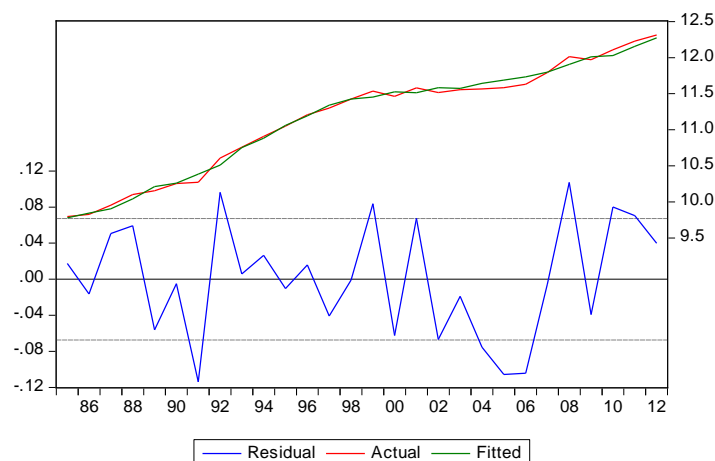


Figura A-80: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM aéreo de la Octava región.

### A.1.8.2 TKM Marítimo

El modelo para la variable independiente TKM Marítimo de la Octava región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.41 Parámetros modelo TKM marítimo Octava región.

Variable	Coeficiente			Prob.
	t	Std. Error	t-Statistic	
C	8.862406	5.210718	1.700803	0.1111
LOG(PIBR)	1.829536	1.216780	1.503588	0.1549
LOG(PIBR(-1))	-1.818910	1.131782	-1.607120	0.1303
LOG(TKM_MAR(-1))	0.780415	0.289463	2.696081	0.0174
LOG(TKM_MAR(-2))	-0.399929	0.306582	-1.304477	0.2131
R-squared	0.447838	Mean dependent var		14.69440
Adjusted R-squared	0.290078	S.D. dependent var		0.239550
S.E. of regression	0.201837	Akaike info criterion		0.141777
Sum squared resid	0.570335	Schwarz criterion		0.106760
Log likelihood	6.346881	Hannan-Quinn criter.		0.099715
F-statistic	2.838723	Durbin-Watson stat		1.957757
Prob(F-statistic)	0.064703			

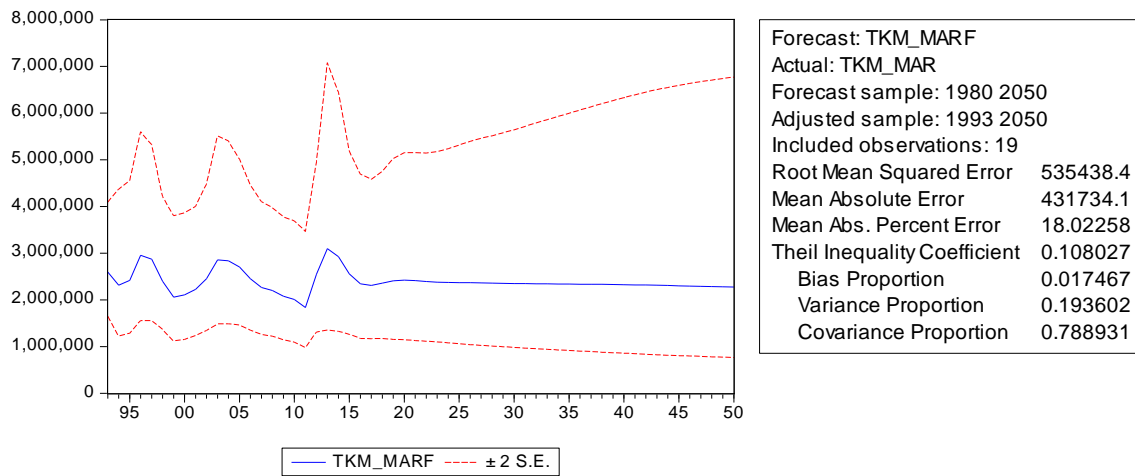


Figura A-81: Modelo de proyección TKM marítimo Octava región.

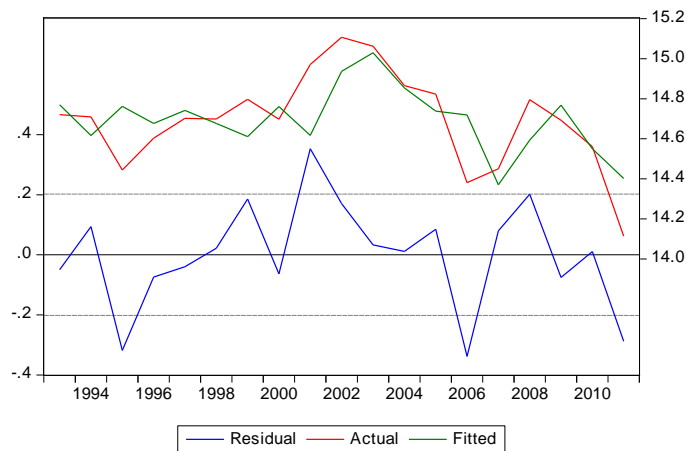


Figura A-82: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM marítimo de la Octava región.

### A.1.8.3 PKM Ferroviario

El modelo para la variable independiente PKM Ferroviario de la Octava región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.42 Parámetros modelo PKM Ferroviario Octava región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.688490	3.496460	2.198935	0.0482
LOG(PIB(-1)/POB(-1))	0.300003	0.308462	0.972576	0.3500
LOG(PKM_FERROINT(- 1))	0.489862	0.232891	2.103393	0.0572
R-squared	0.447630	Mean dependent var		15.97616
Adjusted R-squared	0.355568	S.D. dependent var		0.147999
S.E. of regression	0.118808	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.169385	Schwarz criterion		-
Log likelihood	12.34315	Hannan-Quinn criter.		1.247262
F-statistic	4.862275	Durbin-Watson stat		2.042923
Prob(F-statistic)	0.028404			

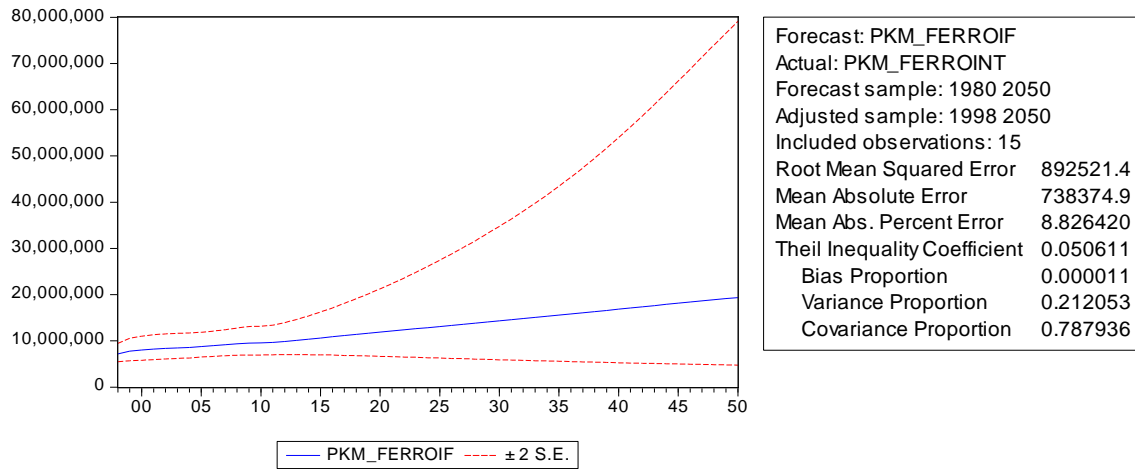


Figura A-83: Modelo de proyección PKM ferroviario Octava región.

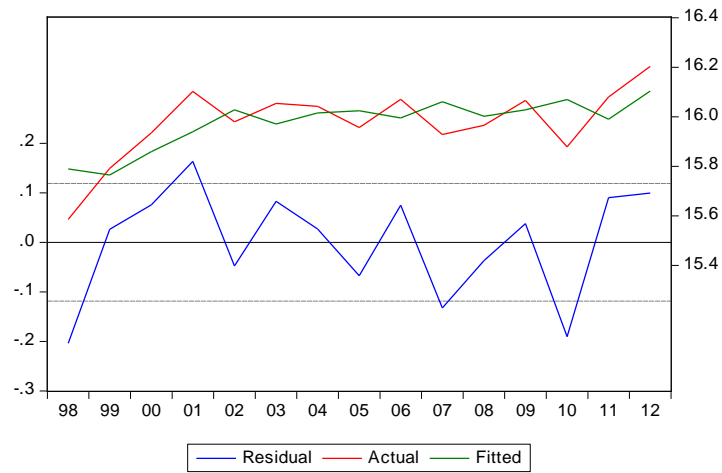


Figura A-84: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM ferroviario de la Octava región.

#### A.1.8.4 TKM Ferroviario

El modelo para la variable independiente TKM Ferroviario de la Octava región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.43 Parámetros modelo TKM Ferroviario Octava región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.017795	2.258449	2.664570	0.0220
LOG(CELULOSA)	0.402611	0.133581	3.013984	0.0118
LOG(CELULOSA(-1))	-0.382890	0.122691	-3.120776	0.0097
LOG(TKM_FERRO(- 1))	0.695435	0.136457	5.096363	0.0003
R-squared	0.888470	Mean dependent var		20.27508
Adjusted R-squared	0.858052	S.D. dependent var		0.126441
S.E. of regression	0.047638	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.024963	Schwarz criterion		-
Log likelihood	26.70404	Hannan-Quinn criter.		3.029216
F-statistic	29.20930	Durbin-Watson stat		2.278768
Prob(F-statistic)	0.000015			

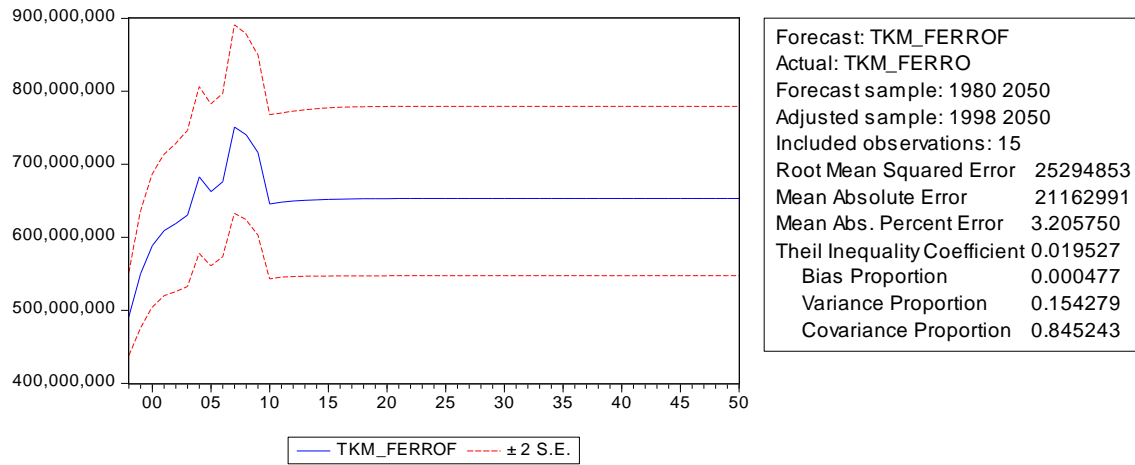


Figura A-85: Modelo de proyección TKM ferroviario Octava región.

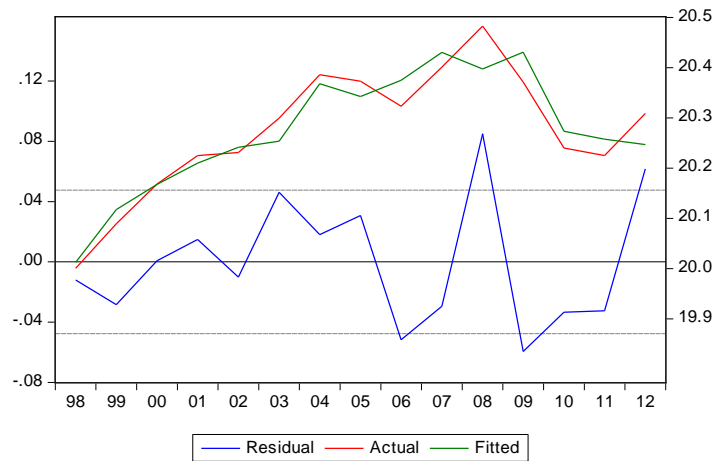


Figura A-86: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM ferroviario de la Octava región.



### A.1.8.5 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la Octava región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.44 Parámetros modelo TKM Caminero Octava región.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	11.12836	0.774294	14.37226	0.0000
LOG(PIB)	0.617335	0.042478	14.53293	0.0000
R-squared	0.942018	Mean dependent var		22.38065
Adjusted R-squared	0.937557	S.D. dependent var		0.109898
S.E. of regression	0.027462	Akaike info criterion		4.228476
Sum squared resid	0.009804	Schwarz criterion		4.134069
Log likelihood	33.71357	Hannan-Quinn criter.		4.229482
F-statistic	211.2059	Durbin-Watson stat		1.717406
Prob(F-statistic)	0.000000			

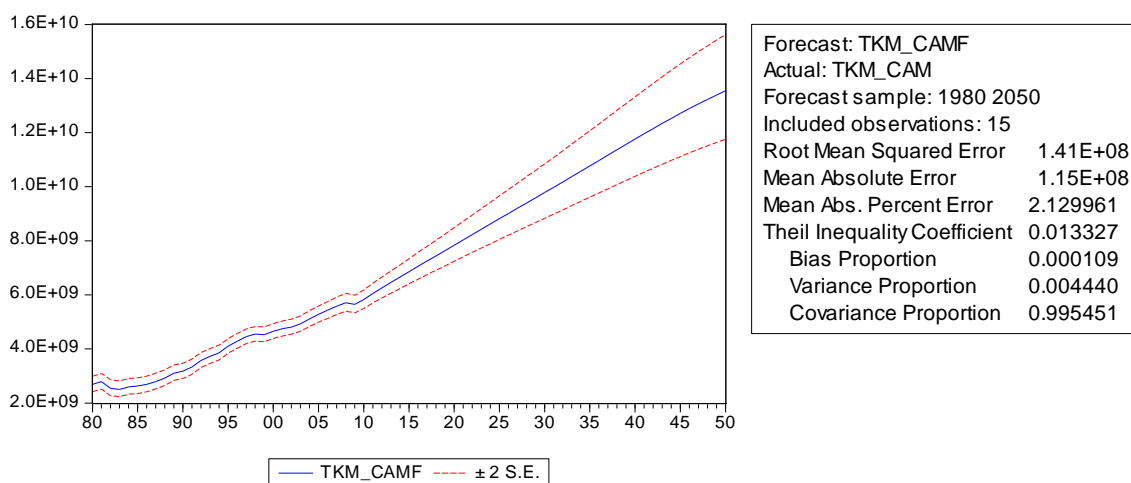


Figura A-87: Modelo de proyección TKM caminero Octava región.

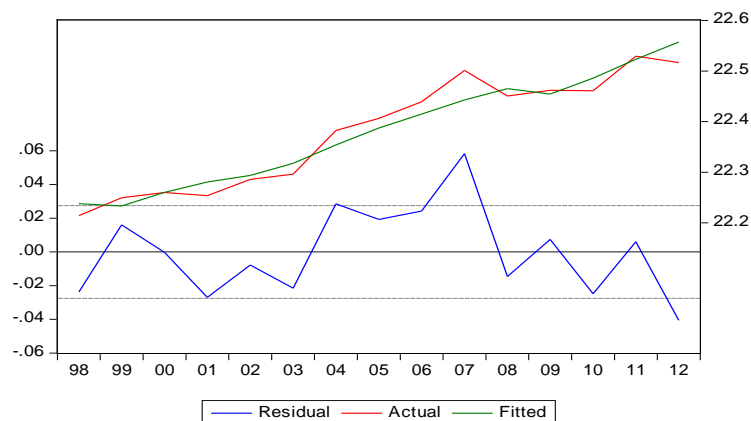


Figura A-88: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la Octava región.

#### A.1.8.6 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la Octava región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.45 Parámetros modelo PKM caminero urbano Octava región.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.645824	4.451800	1.717468	0.1139
LOG(PIB/POB)	0.258453	0.212133	1.218354	0.2486
LOG(PKM_CURB(-1))	0.652235	0.206834	3.153425	0.0092
R-squared	0.949171	Mean dependent var		23.14629
Adjusted R-squared	0.939929	S.D. dependent var		0.116443
S.E. of regression	0.028539	Akaike info criterion		4.087656
Sum squared resid	0.008959	Schwarz criterion		3.950715
Log likelihood	31.61359	Hannan-Quinn criter.		4.100332
F-statistic	102.7060	Durbin-Watson stat		2.524003
Prob(F-statistic)	0.000000			

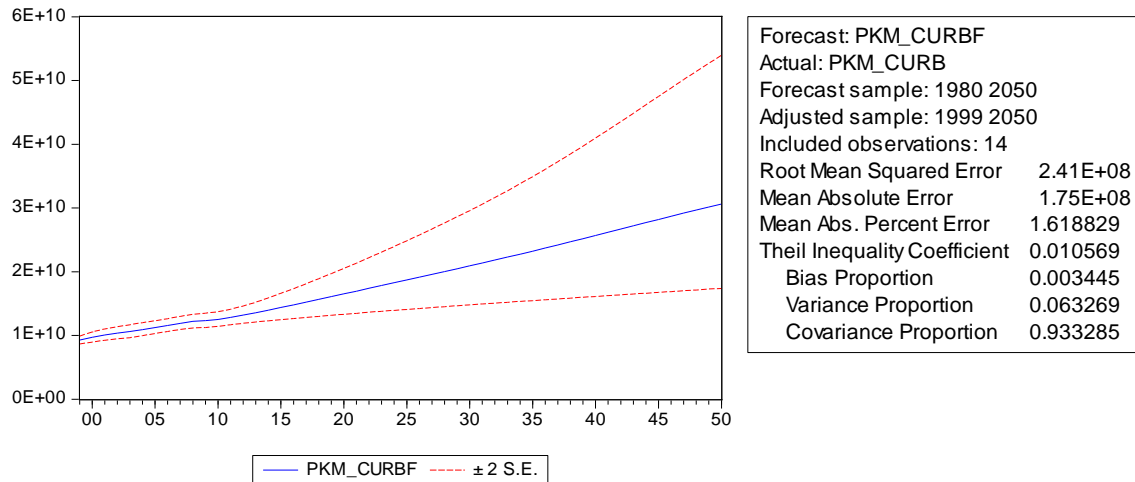


Figura A-89: Modelo de proyección PKM caminero urbano Octava región.

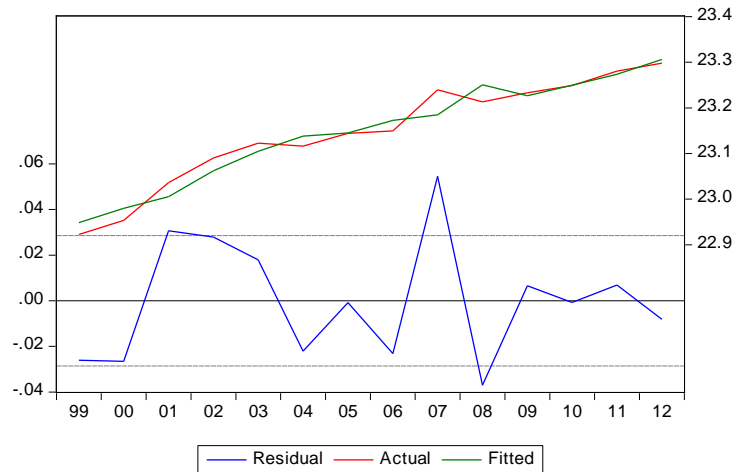


Figura A-90: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la Octava región.

### A.1.8.7 PKM caminero interurbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la Octava región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.46 Parámetros modelo PKM caminero interurbano Octava región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.375226	1.352082	4.715116	0.0006
LOG(PIBR/POBR)	0.434121	0.228596	1.899074	0.0841
LOG(PKM_CINTER(- 1))	0.680002	0.076456	8.894079	0.0000
R-squared	0.987249	Mean dependent var		21.65171
Adjusted R-squared	0.984931	S.D. dependent var		0.334579
S.E. of regression	0.041072	Akaike info criterion		3.359593
Sum squared resid	0.018556	Schwarz criterion		3.222652
Log likelihood	26.51715	Hannan-Quinn criter.		3.372270
F-statistic	425.8500	Durbin-Watson stat		2.697400
Prob(F-statistic)	0.000000			

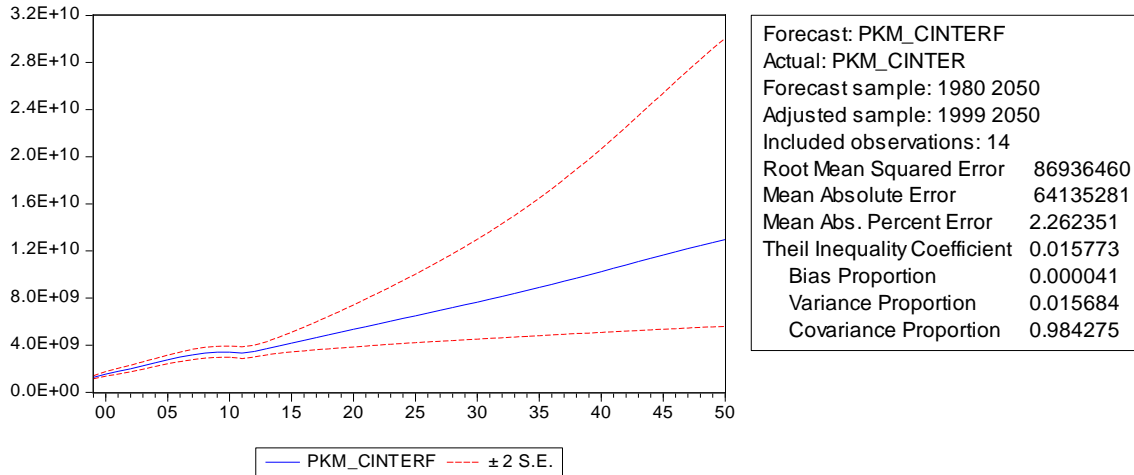


Figura A-91: Modelo de proyección PKM caminero interurbano Octava región.

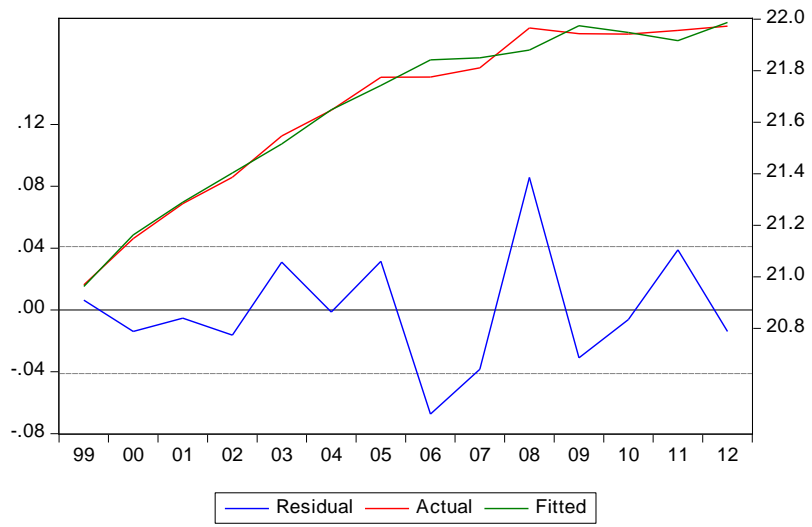


Figura A-92: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la Octava región.

## A.1.9 Región IX de la Araucanía

### A.1.9.1 PKM aéreo

El modelo para la variable independiente PKM aéreo de la novena región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.47 Parámetros modelo PKM aéreo novena región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.37926	0.951604	14.05970	0.0000
LOG(PIBR/POBR)	3.038528	0.130456	23.29166	0.0000
LOG(WTI_D)	-0.451864	0.097088	-4.654159	0.0001
R-squared	0.959016	Mean dependent var		10.59210
Adjusted R-squared	0.955738	S.D. dependent var		0.991577
				-
S.E. of regression	0.208614	Akaike info criterion		0.195706
				-
Sum squared resid	1.087994	Schwarz criterion		0.052970
				-
Log likelihood	5.739882	Hannan-Quinn criter.		0.152070
F-statistic	292.5003	Durbin-Watson stat		1.677146
Prob(F-statistic)	0.000000			

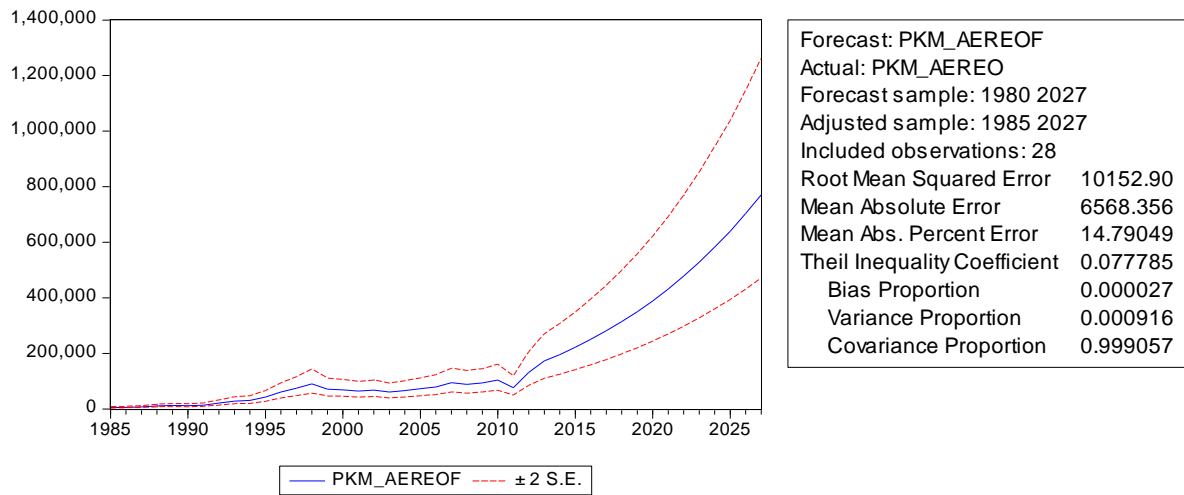


Figura A-93: Modelo de proyección PKM aéreo novena región.

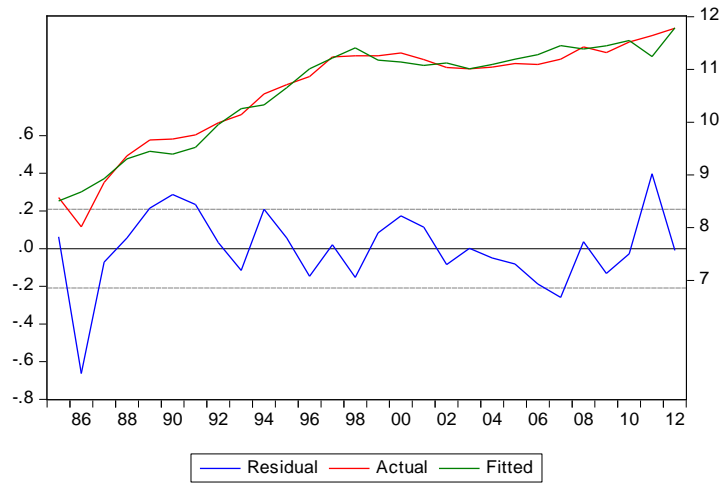


Figura A-94: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM aéreo de la novena región.

### A.1.9.2 PKM Ferroviario

El modelo para la variable independiente PKM Ferroviario de la novena región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.48 Parámetros modelo PKM Ferroviario novena región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.007342	3.670647	2.181452	0.0498
LOG(PIB/POB)	0.280478	0.300318	0.933936	0.3687
LOG(PKM_FERROINT(- 1))	0.478290	0.242247	1.974393	0.0718
R-squared	0.444468	Mean dependent var		16.18784
Adjusted R-squared	0.351880	S.D. dependent var		0.147999
S.E. of regression	0.119148	Akaike info criterion		1.240046
Sum squared resid	0.170355	Schwarz criterion		1.098436
Log likelihood	12.30035	Hannan-Quinn criter.		1.241554
F-statistic	4.800461	Durbin-Watson stat		2.091480
Prob(F-statistic)	0.029394			

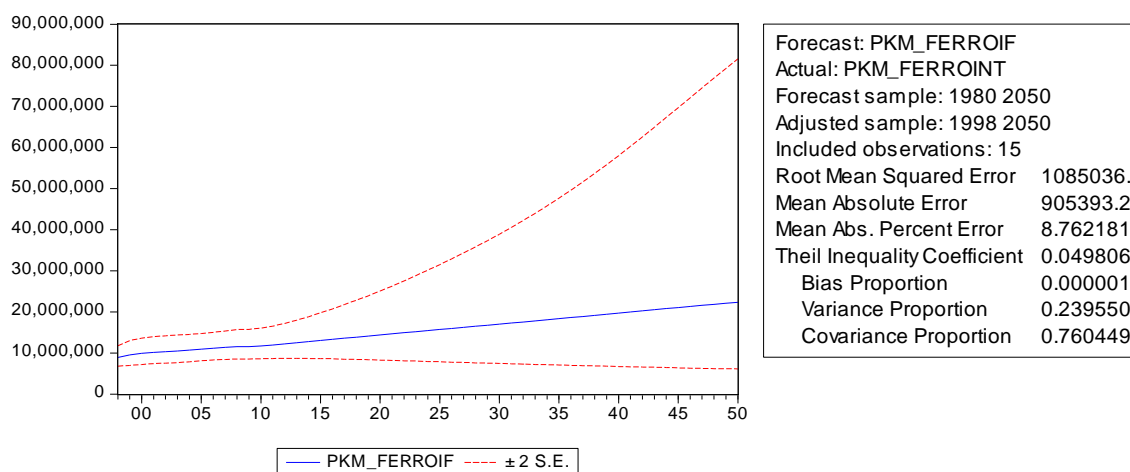




Figura A-95: Modelo de proyección PKM ferroviario novena región.

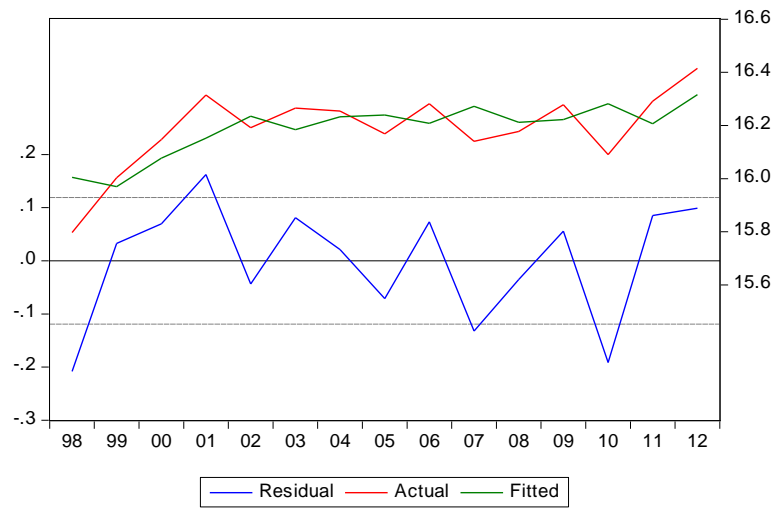


Figura A-96: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM ferroviario de la novena región.

### A.1.9.3 TKM Ferroviario

El modelo para la variable independiente TKM Ferroviario de la Novena región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.49 Parámetros modelo TKM Ferroviario Novena región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.759954	1.619226	3.557226	0.0045
LOG(CELULOSA)	0.331379	0.088063	3.762953	0.0031
LOG(CELULOSA(-1))	-0.198644	0.101800	-1.951312	0.0769
LOG(TKM_FERRO(-1))	0.622033	0.119507	5.205002	0.0003
R-squared	0.959957	Mean dependent var		18.05740
Adjusted R-squared	0.949036	S.D. dependent var		0.144224
S.E. of regression	0.032559	Akaike info criterion		3.788363

Sum squared resid	0.011661	Schwarz criterion	3.599549
Log likelihood	32.41272	Hannan-Quinn criter.	3.790374
F-statistic	87.90201	Durbin-Watson stat	1.818209
Prob(F-statistic)	0.000000		

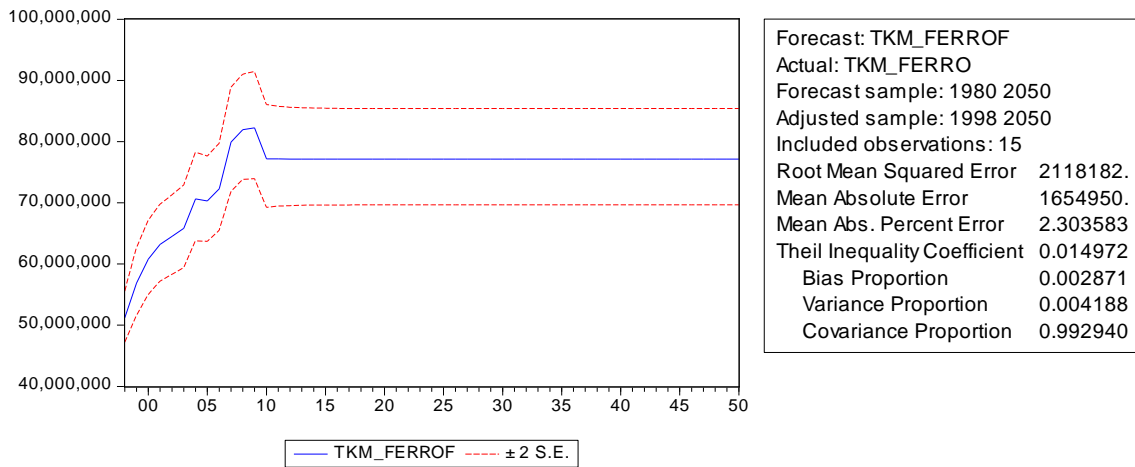


Figura A-97: Modelo de proyección TKM ferroviario Novena región.

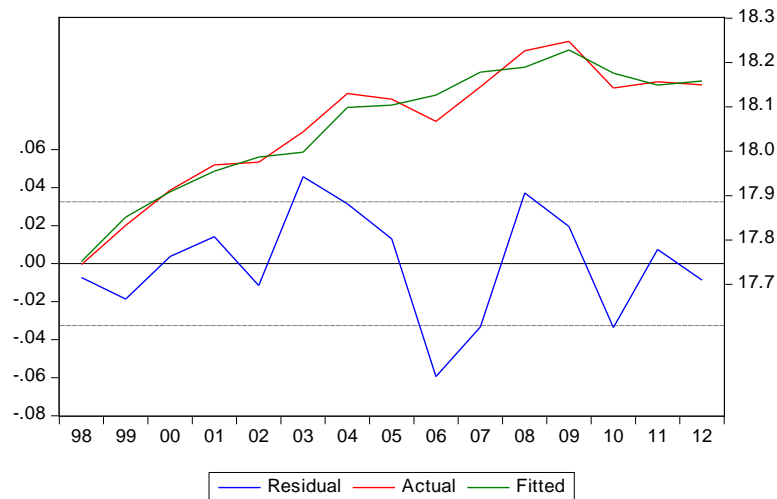


Figura A-98: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM ferroviario de la novena región.

### A.1.9.4 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la novena región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.50 Parámetros modelo TKM Caminero novena región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	17.60562	1.411485	12.47312	0.0000
LOG(PIBR)	0.262124	0.096716	2.710234	0.0178
R-squared	0.361034	Mean dependent var		21.43088
Adjusted R-squared	0.311883	S.D. dependent var		0.066738
S.E. of regression	0.055361	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.039842	Schwarz criterion		-
Log likelihood	23.19746	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	7.345366	Durbin-Watson stat		2.827334
Prob(F-statistic)	0.017842			1.412200

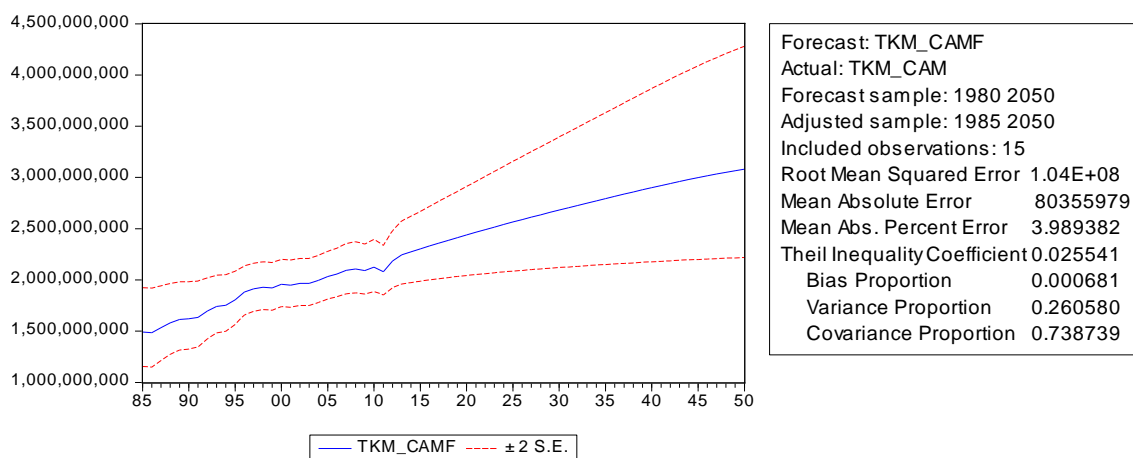


Figura A-99: Modelo de proyección TKM caminero novena región.



Figura A-100: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la novena región.

#### A.1.9.5 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la novena región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.51 Parámetros modelo PKM caminero urbano novena región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	11.34096	3.727427	3.042572	0.0112
LOG(PIBR/POBR)	0.372118	0.234491	1.586922	0.1408
LOG(PKM_CURB(-1))	0.479530	0.171720	2.792504	0.0175
R-squared	0.667824	Mean dependent var		22.37436
Adjusted R-squared	0.607429	S.D. dependent var		0.126702
S.E. of regression	0.079386	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.069323	Schwarz criterion		-
Log likelihood	17.29113	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	11.05751	Durbin-Watson stat		2.054266
Prob(F-statistic)	0.002331			1.783071

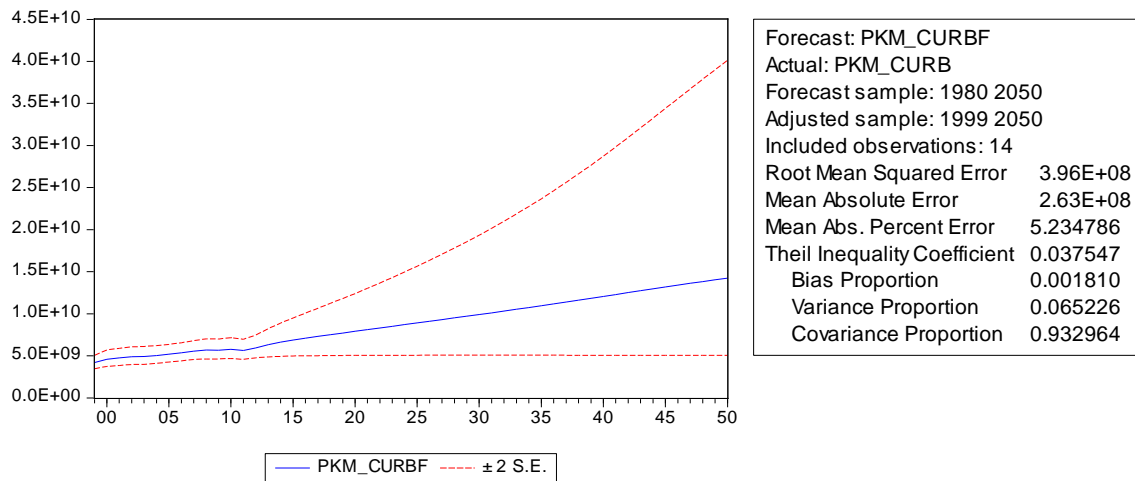


Figura A-101: Modelo de proyección PKM caminero urbano novena región.

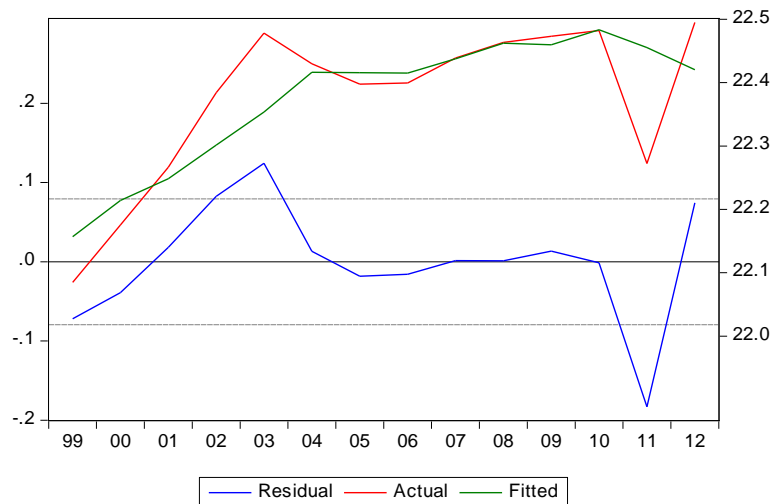


Figura A-102: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la novena región.

**A.1.9.6 PKM caminero interurbano**

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la novena región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.52 Parámetros modelo PKM caminero interurbano novena región.

Variable	Coefficien		t-Statistic	Prob.
	t	Std. Error		
C	7.704744	2.224642	3.463364	0.0053
LOG(PIBR/POBR)	0.467614	0.396402	1.179646	0.2630
LOG(PKM_CINTER(-1))	0.608844	0.120061	5.071123	0.0004
R-squared	0.876416	Mean dependent var		20.60023
Adjusted R-squared	0.853946	S.D. dependent var		0.286830
S.E. of regression	0.109618	Akaike info criterion		1.396225
Sum squared resid	0.132177	Schwarz criterion		1.259284
Log likelihood	12.77358	Hannan-Quinn criter.		1.408902
F-statistic	39.00407	Durbin-Watson stat		1.976828
Prob(F-statistic)	0.000010			

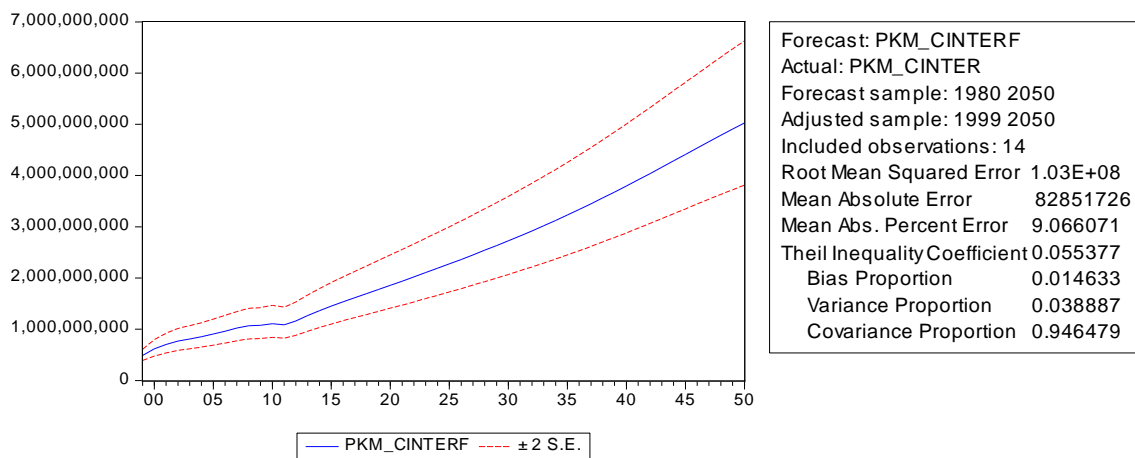


Figura A-103: Modelo de proyección PKM caminero interurbano novena región.

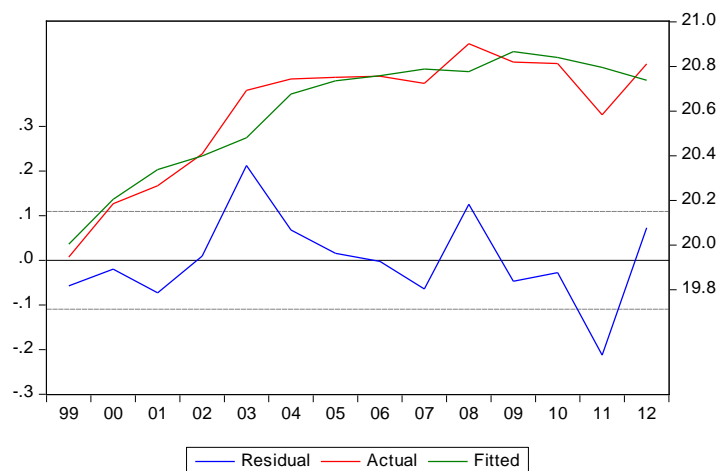


Figura A-104: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la novena región.

## A.1.10 Región X de Los Lagos<sup>2</sup>

### A.1.10.1 PKM aéreo

El modelo para la variable independiente PKM aéreo de la décima región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.53 Parámetros modelo PKM aéreo décima región.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.181074	0.835289	6.202733	0.0000
LOG(PIB/POB)	1.262471	0.211298	5.974828	0.0000
LOG(WTI_D)	-0.089950	0.030144	-2.983956	0.0064
LOG(PKM_AEREO(-1))	0.507236	0.085581	5.926956	0.0000
R-squared	0.994056	Mean dependent var		12.12218
Adjusted R-squared	0.993313	S.D. dependent var		0.769735
S.E. of regression	0.062943	Akaike info criterion		2.561622

<sup>2</sup> Incluye la región de los ríos

Sum squared resid	0.095083	Schwarz criterion	2.371307
Log likelihood	39.86271	Hannan-Quinn criter.	2.503441
F-statistic	1337.967	Durbin-Watson stat	1.204291
Prob(F-statistic)	0.000000		

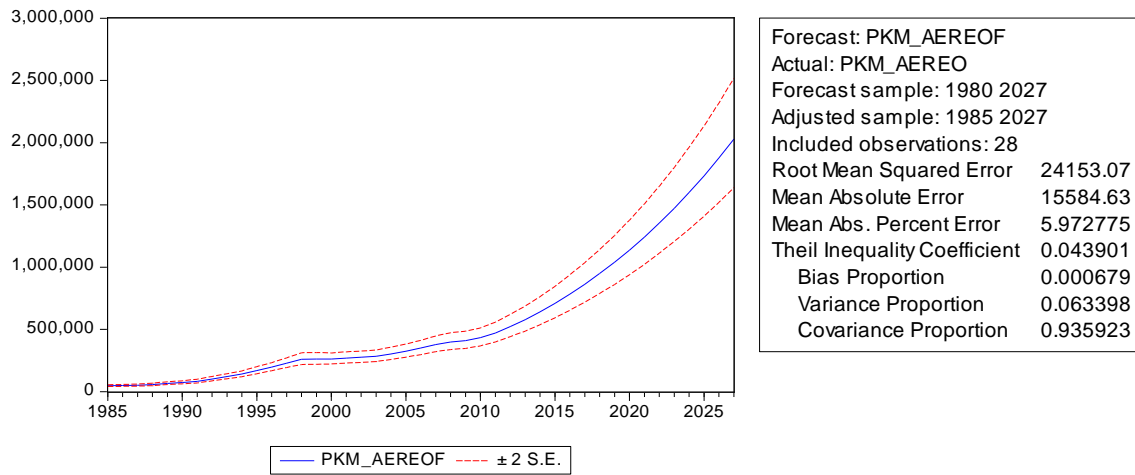


Figura A-105: Modelo de proyección PKM aéreo décima región.

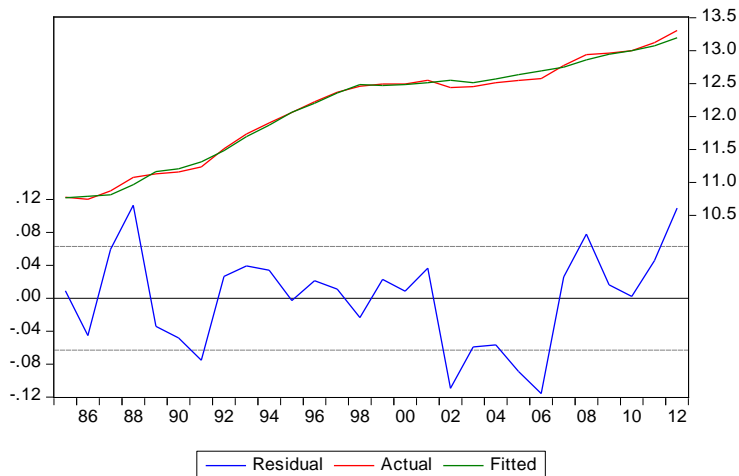


Figura A-106: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM aéreo de la décima región.



### A.1.10.2 TKM Marítimo

El modelo para la variable independiente TKM Marítimo de la Décima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.54 Parámetros modelo TKM Marítimo Décima región.

Variable	Coefficien		t-Statistic	Prob.
	t	Std. Error		
C	10.02083	1.440257	6.957666	0.0000
LOG(PIBR)	0.146401	0.096223	1.521471	0.1446
R-squared	0.108604	Mean dependent var		12.21156
Adjusted R-squared	0.061688	S.D. dependent var		0.155401
S.E. of regression	0.150532	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.430536	Schwarz criterion		-
Log likelihood	11.01837	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	2.314874	Durbin-Watson stat		0.837303
Prob(F-statistic)	0.144611			1.933473

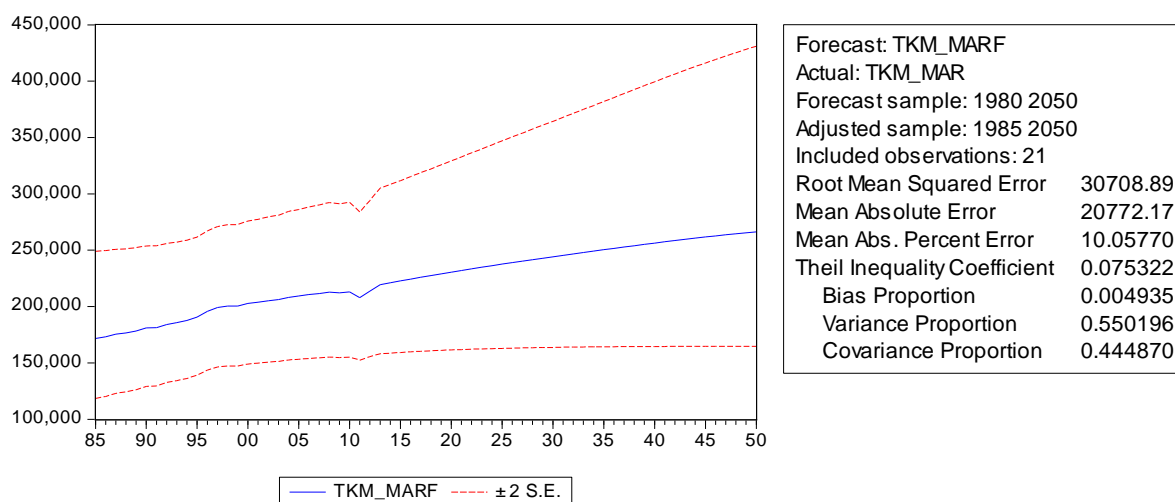


Figura A-107: Modelo de proyección TKM marítimo Décima región.



Figura A-108: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM marítimo de la décima región.

### A.1.10.3 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la décima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.55 Parámetros modelo TKM Caminero décima región.

Variable	Coefficien			Prob.
	t	Std. Error	t-Statistic	
C	3.999809	1.896126	2.109464	0.0586
LOG(PIB)	0.552810	0.261824	2.111380	0.0584
LOG(TKM_CAM(-1))	0.355261	0.268849	1.321416	0.2132
R-squared	0.925257	Mean dependent var		21.82676
Adjusted R-squared	0.911668	S.D. dependent var		0.154021
S.E. of regression	0.045776	Akaike info criterion		3.142690
Sum squared resid	0.023050	Schwarz criterion		3.005749
Log likelihood	24.99883	Hannan-Quinn criter.		3.155366
F-statistic	68.08560	Durbin-Watson stat		2.386717
Prob(F-statistic)	0.000001			

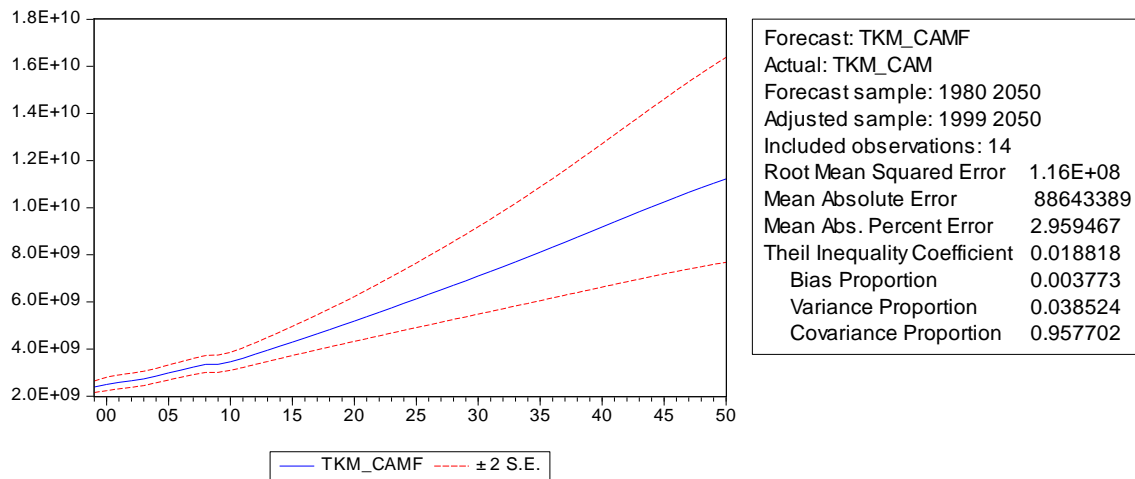


Figura A-109: Modelo de proyección TKM caminero décima región.



Figura A-110: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la décima región.

#### A.1.10.4 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la décima región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.56 Parámetros modelo PKM caminero urbano décima región.

Variable	Coefficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.559526	3.054344	3.129813	0.0121
LOG(PIB/POB)	0.557354	0.301317	1.849726	0.0974
LOG(PKM_CURB(-1))	0.804955	0.267290	3.011546	0.0147
LOG(PKM_CURB(-2))	-0.275835	0.257817	-1.069889	0.3125
R-squared	0.930242	Mean dependent var		22.22621
Adjusted R-squared	0.906989	S.D. dependent var		0.165560
S.E. of regression	0.050492	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.022945	Schwarz criterion		-
Log likelihood	22.76122	Hannan-Quinn criter.		2.922071
F-statistic	40.00578	Durbin-Watson stat		2.589859
Prob(F-statistic)	0.000016			

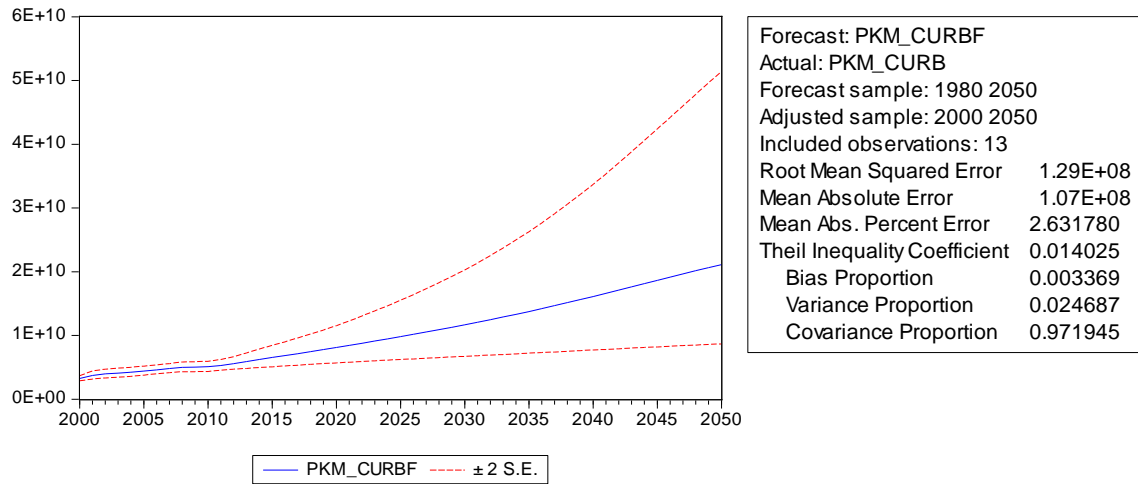


Figura A-111: Modelo de proyección PKM caminero urbano décima región.

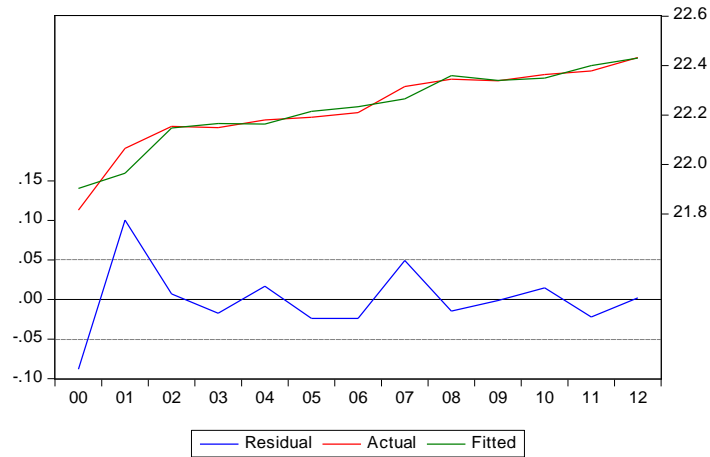


Figura A-112: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la décima región.

### A.1.10.5 PKM caminero interurbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la décima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.57 Parámetros modelo PKM caminero interurbano décima región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.265232	1.812717	4.007924	0.0025
LOG(PIB/POB)	0.739798	0.410362	1.802795	0.1016
LOG(PKM_CINTER(- 1))	0.593670	0.117619	5.047382	0.0005
DUMMIE	-0.192437	0.076715	-2.508459	0.0310
R-squared	0.989154	Mean dependent var		20.61807
Adjusted R-squared	0.985900	S.D. dependent var		0.461922
S.E. of regression	0.054850	Akaike info criterion		2.733483
Sum squared resid	0.030085	Schwarz criterion		2.550895
Log likelihood	23.13438	Hannan-Quinn criter.		2.750385
F-statistic	304.0001	Durbin-Watson stat		2.243811
Prob(F-statistic)	0.000000			

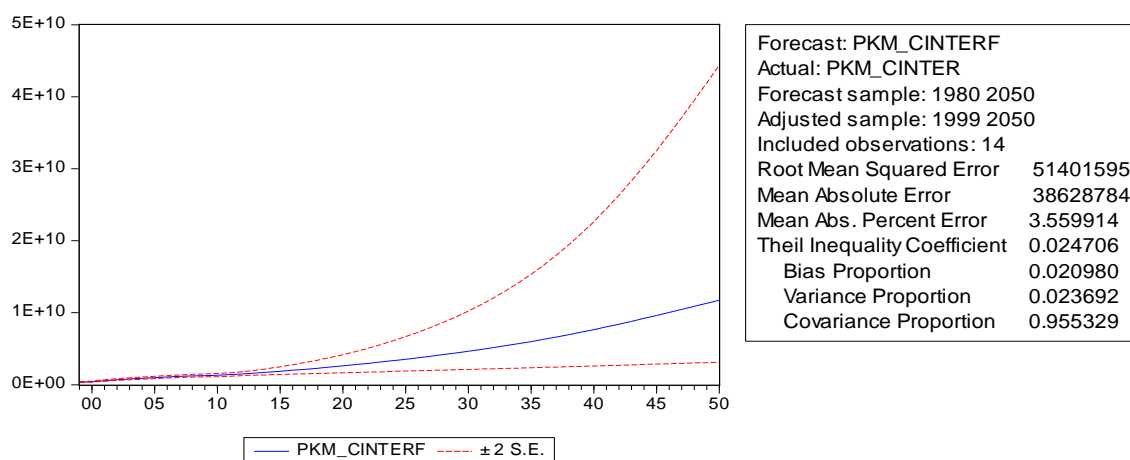


Figura A-113: Modelo de proyección PKM caminero interurbano décima región.

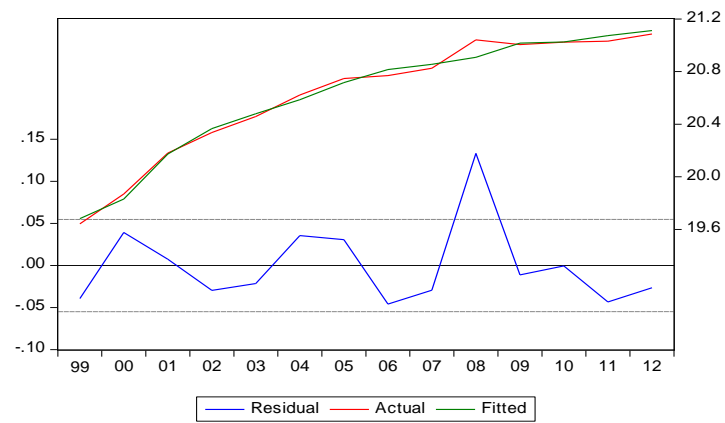


Figura A-114: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la décima región.

## A.1.11 Región XI de Aysén

### A.1.11.1 PKM aéreo

El modelo para la variable independiente PKM aéreo de la undécima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.58 Parámetros modelo PKM aéreo undécima región.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.637977	0.893439	2.952609	0.0069
LOG(PIB/POB)	0.838965	0.231756	3.620033	0.0014
LOG(PKM_AEREO(- 1))	0.661046	0.111717	5.917127	0.0000
D2*LOG(PASAJES)	-0.016620	0.011582	-1.435046	0.1642
R-squared	0.994758	Mean dependent var		10.94520
Adjusted R-squared	0.994103	S.D. dependent var		0.721151
S.E. of regression	0.055378	Akaike info criterion		2.817713
Sum squared resid	0.073601	Schwarz criterion		2.627398
Log likelihood	43.44798	Hannan-Quinn criter.		2.759531
F-statistic	1518.243	Durbin-Watson stat		2.004185
Prob(F-statistic)	0.000000			



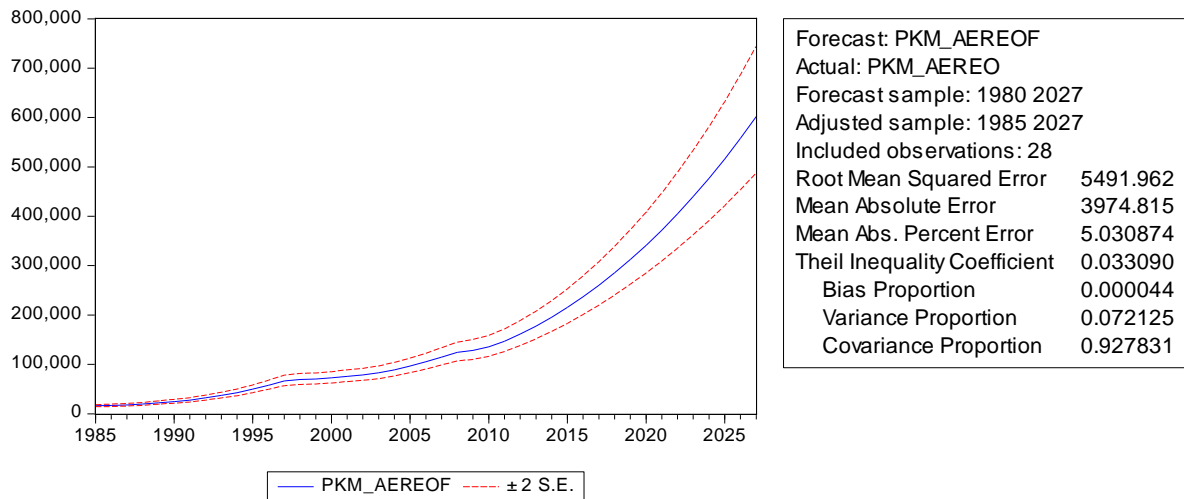


Figura A-115: Modelo de proyección PKM aéreo undécima región.

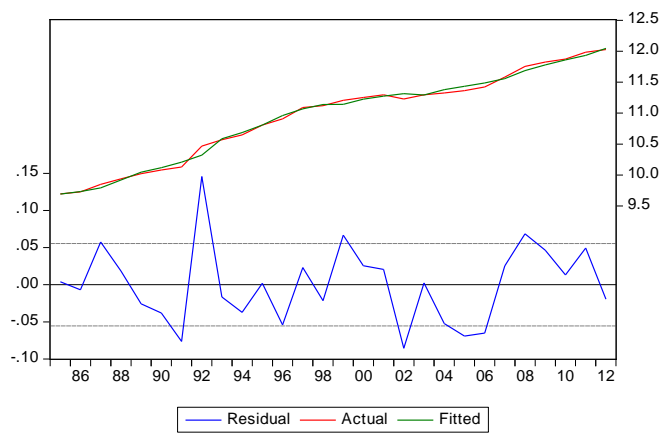


Figura A-116: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM aéreo de la undécima región.

### A.1.11.2 TKM Marítimo

El modelo para la variable independiente TKM Marítimo de la Undécima región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.59 Parámetros modelo TKM Marítimo Undécima región.

Variable	Coeficiente		t-Statistic	Prob.
	t	Std. Error		
C	-1.358982	2.110517	-0.643909	0.5288
LOG(PIBR)	0.615421	0.348626	1.765279	0.0966
LOG(WTI_D)	-0.294644	0.184931	-1.593270	0.1307
LOG(TKM_MAR(-1))	0.681405	0.186164	3.660238	0.0021
R-squared	0.844002	Mean dependent var		11.21451
Adjusted R-squared	0.814752	S.D. dependent var		0.501852
S.E. of regression	0.215999	Akaike info criterion		0.050228
Sum squared resid	0.746490	Schwarz criterion		0.148918
Log likelihood	4.502284	Hannan-Quinn criter.		0.011353
F-statistic	28.85510	Durbin-Watson stat		2.096434
Prob(F-statistic)	0.000001			

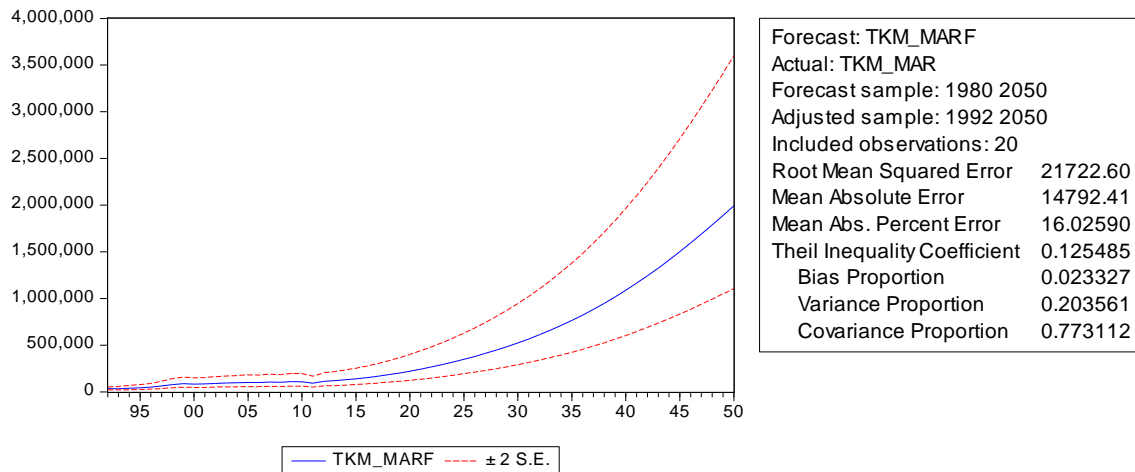


Figura A-117: Modelo de proyección TKM marítimo Undécima región.

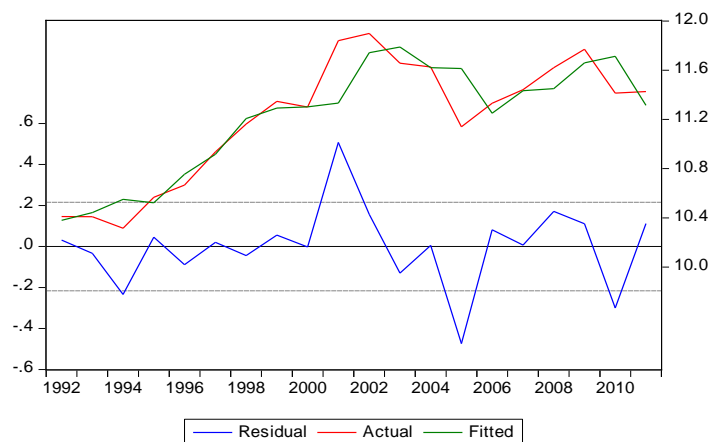


Figura A-118: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM marítimo de la undécima región.

### A.1.11.3 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la undécima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.60 Parámetros modelo TKM Caminero undécima región.

Variable	Coeficiente			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-7.722427	5.239505	-1.473885	0.1685
LOG(PIB(-1))	0.759788	0.437574	1.736365	0.1104
LOG(TKM_CAM(-1))	0.688887	0.204556	3.367728	0.0063
R-squared	0.868268	Mean dependent var		19.48339
Adjusted R-squared	0.844316	S.D. dependent var		0.365993
S.E. of regression	0.144409	Akaike info criterion		0.844927
Sum squared resid	0.229393	Schwarz criterion		0.707986
Log likelihood	8.914488	Hannan-Quinn criter.		0.857603
F-statistic	36.25131	Durbin-Watson stat		2.123395
Prob(F-statistic)	0.000014			

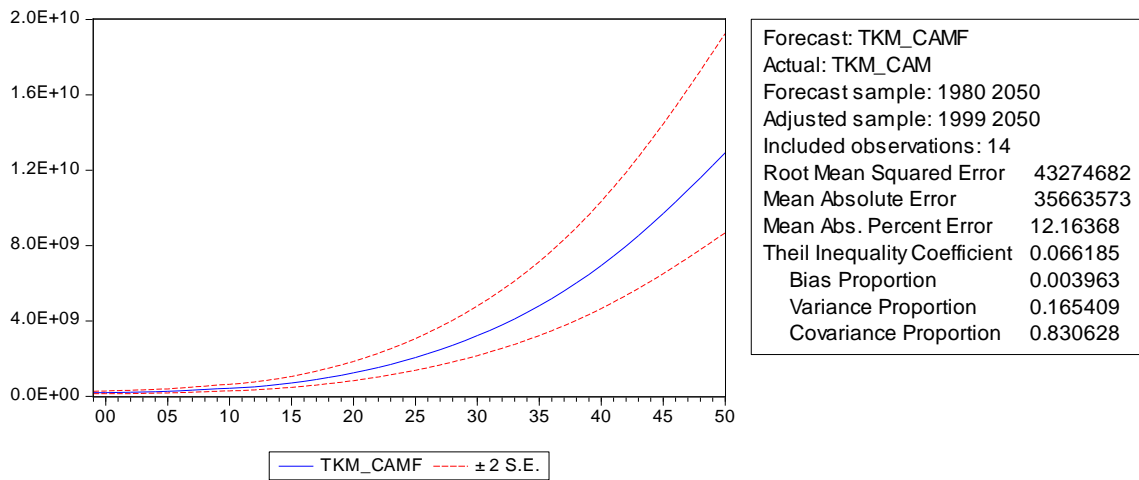


Figura A-119: Modelo de proyección TKM caminero undécima región.

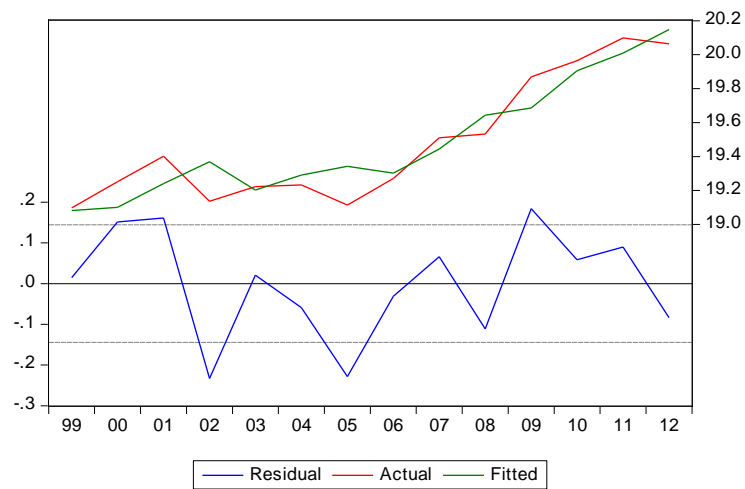


Figura A-120: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la undécima región.

#### A.1.11.4 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la undécima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.61 Parámetros modelo PKM caminero urbano undécima región.

Variable	Coefficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	11.09599	4.645471	2.388560	0.0407
LOG(PIB/POB)	0.697251	0.519938	1.341025	0.2128
LOG(PKM_CURB(-1))	0.754884	0.293356	2.573270	0.0300
LOG(PKM_CURB(-2))	-0.363730	0.312384	-1.164366	0.2742
R-squared	0.756377	Mean dependent var		20.11685
Adjusted R-squared	0.675170	S.D. dependent var		0.186616
S.E. of regression	0.106359	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.101811	Schwarz criterion		-
Log likelihood	13.07611	Hannan-Quinn criter.		-
F-statistic	9.314125	Durbin-Watson stat		1.432055
Prob(F-statistic)	0.004024			2.331659

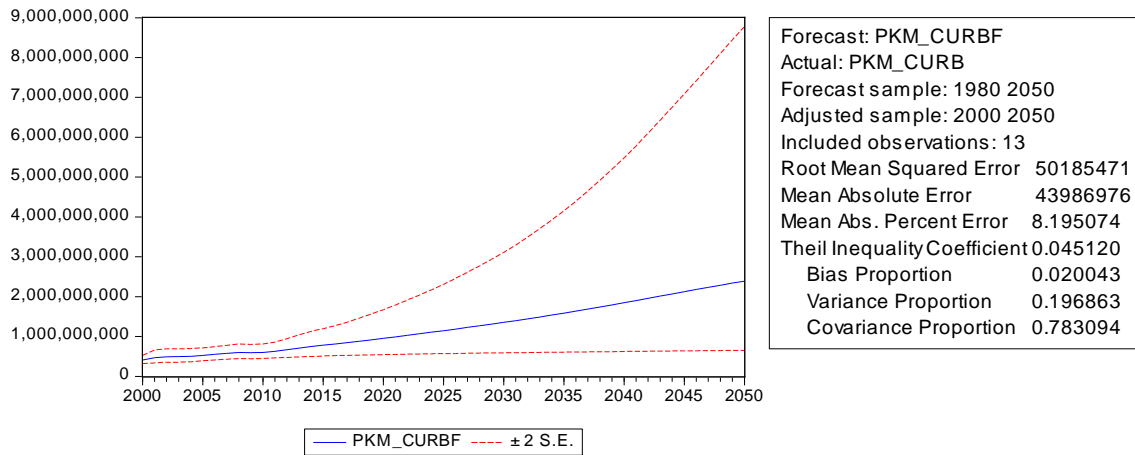


Figura A-121: Modelo de proyección PKM caminero urbano undécima región.

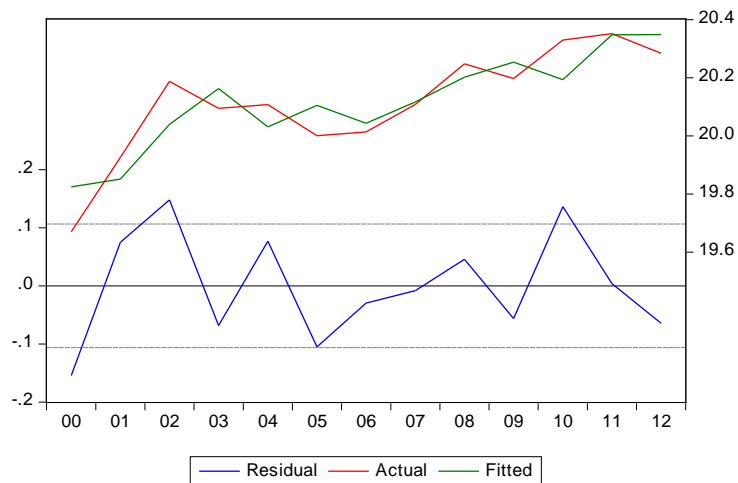


Figura A-122: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la undécima región.

#### ***A.1.11.5 PKM caminero interurbano***

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la undécima región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.62 Parámetros modelo PKM caminero interurbano undécima región.

Variable	Coefficien		t-Statistic	Prob.
	t	Std. Error		
C	14.84707	0.642499	23.10832	0.0000
LOG(PIBR/POBR)	2.119360	0.388350	5.457350	0.0001
R-squared	0.696139	Mean dependent var		18.32818
Adjusted R-squared	0.672765	S.D. dependent var		0.520906
S.E. of regression	0.297982	Akaike info criterion		0.539997
Sum squared resid	1.154311	Schwarz criterion		0.634404
Log likelihood	-2.049980	Hannan-Quinn criter.		0.538992
F-statistic	29.78267	Durbin-Watson stat		1.448205
Prob(F-statistic)	0.000110			

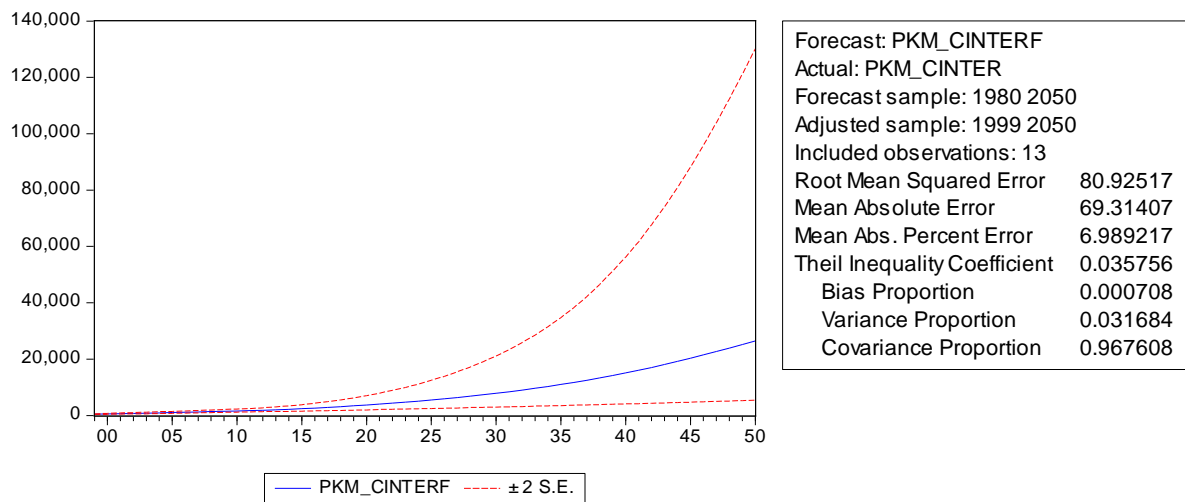


Figura A-123: Modelo de proyección PKM caminero interurbano undécima región.

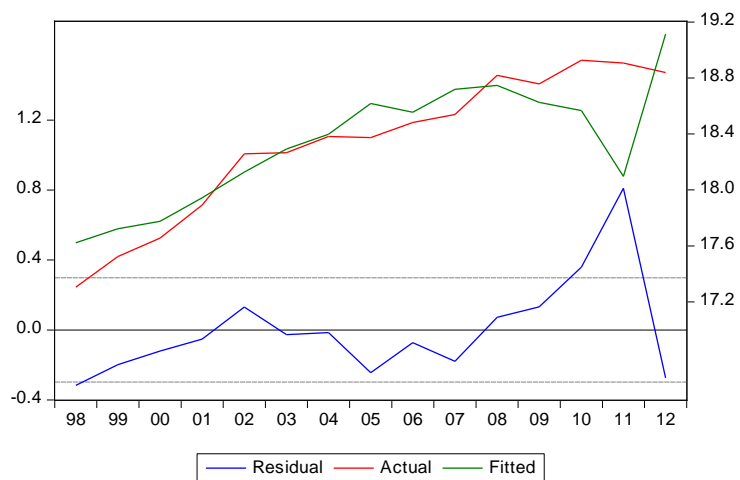


Figura A-124: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la undécima región.



## A.1.12 Región XII de Magallanes.

### A.1.12.1 PKM aéreo

El modelo para la variable independiente PKM aéreo de la duodécima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.63 Parámetros modelo PKM aéreo duodécima región.

Variable	Coefficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.579741	0.846314	3.048207	0.0055
LOG(PIB/POB)	0.656512	0.143470	4.575938	0.0001
LOG(PKM_AEREO(-1))	0.724375	0.084542	8.568207	0.0000
D2*LOG(PASAJES)	-0.017170	0.011041	-1.555034	0.1330
R-squared	0.993797	Mean dependent var		12.35501
Adjusted R-squared	0.993021	S.D. dependent var		0.627809
S.E. of regression	0.052446	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.066013	Schwarz criterion		-
Log likelihood	44.97113	Hannan-Quinn criter.		2.868328
F-statistic	1281.662	Durbin-Watson stat		1.738387
Prob(F-statistic)	0.000000			

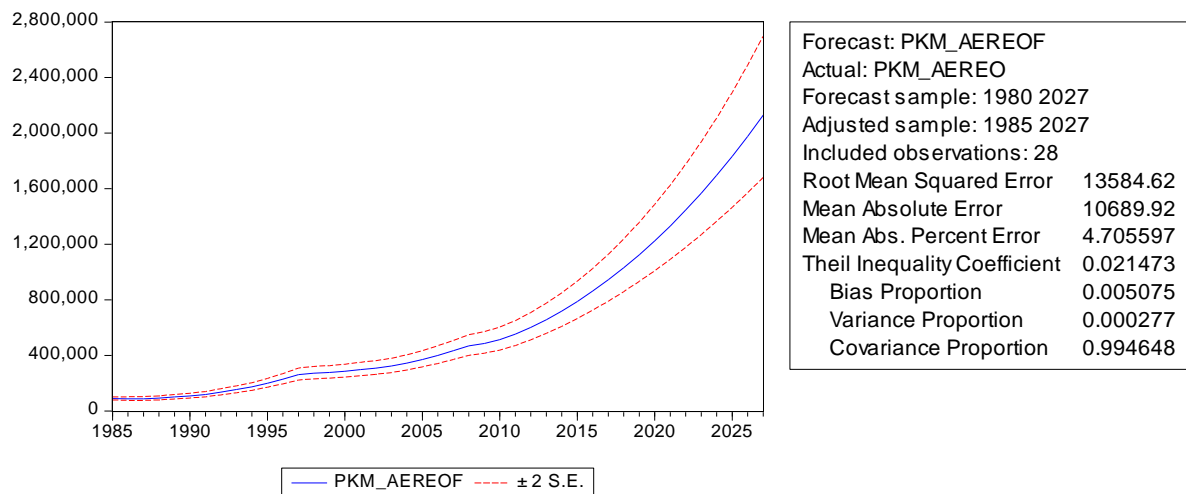


Figura A-125: Modelo de proyección PKM aéreo duodécima región.

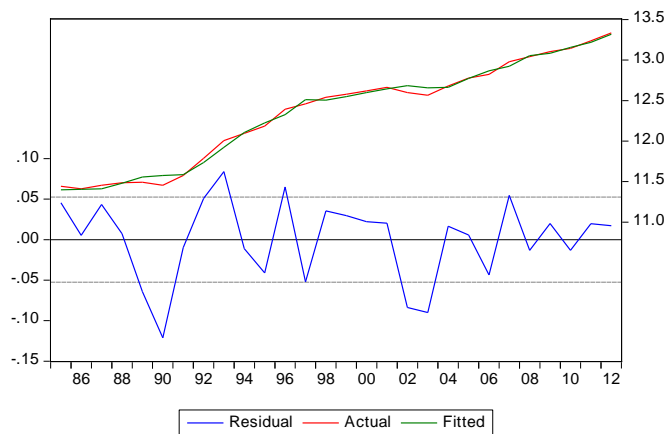


Figura A-126: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM aéreo de la duodécima región.

### A.1.12.2 TKM Marítimo

El modelo para la variable independiente TKM Marítimo de la Duodécima región del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.64 Parámetros modelo TKM Marítimo Duodécima región.

Variable	Coefficien	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.189530		7.269303	0.713897	0.4844
LOG(PIBR)	1.072286		0.589555	1.818804	0.0856
LOG(WTI_D)	-0.449397		0.209244	-2.147717	0.0456
R-squared	0.223772		Mean dependent var		15.59629
Adjusted R-squared	0.137525		S.D. dependent var		0.425870
S.E. of regression	0.395503		Akaike info criterion		1.114248
Sum squared resid	2.815611		Schwarz criterion		1.263466
Log likelihood	-8.699604		Hannan-Quinn criter.		1.146632
F-statistic	2.594536		Durbin-Watson stat		1.793914
Prob(F-statistic)	0.102306				

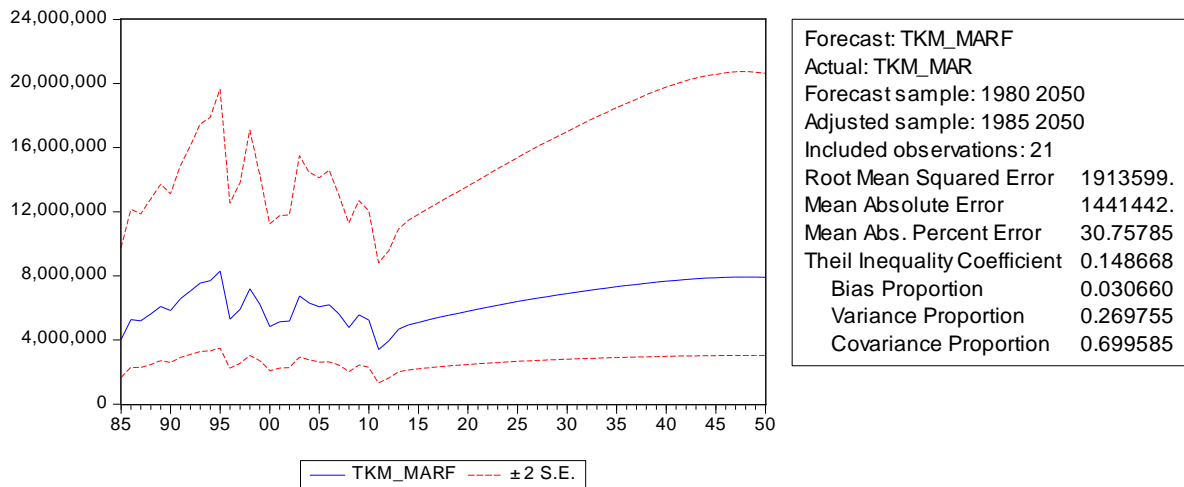


Figura A-127: Modelo de proyección TKM marítimo Duodécima región.

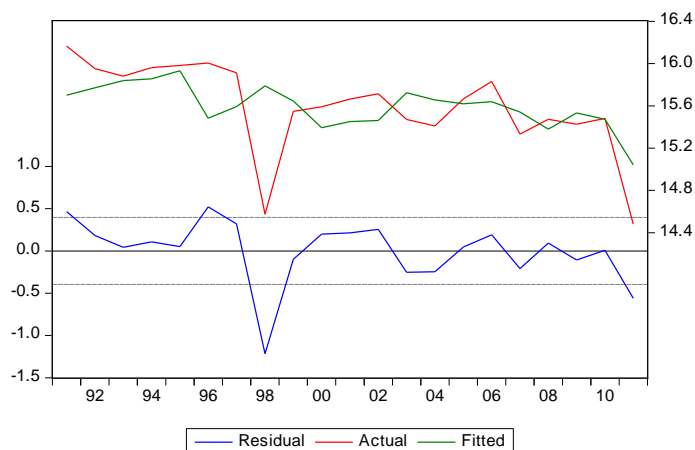


Figura A-128: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM marítimo de la duodécima región.

### A.1.12.3 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la duodécima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.65 Parámetros modelo TKM Caminero duodécima región.

Variable	Coeficiente			Prob.
	t	Std. Error	t-Statistic	
C	7.485476	4.162755	1.798202	0.0954
LOG(PIBR)	0.893360	0.298212	2.995725	0.0103
R-squared	0.408402	Mean dependent var		19.95487
Adjusted R-squared	0.362894	S.D. dependent var		0.265808
S.E. of regression	0.212165	Akaike info criterion		0.139336
Sum squared resid	0.585183	Schwarz criterion		0.044930
Log likelihood	3.045023	Hannan-Quinn criter.		0.140342
F-statistic	8.974371	Durbin-Watson stat		1.673577
Prob(F-statistic)	0.010323			

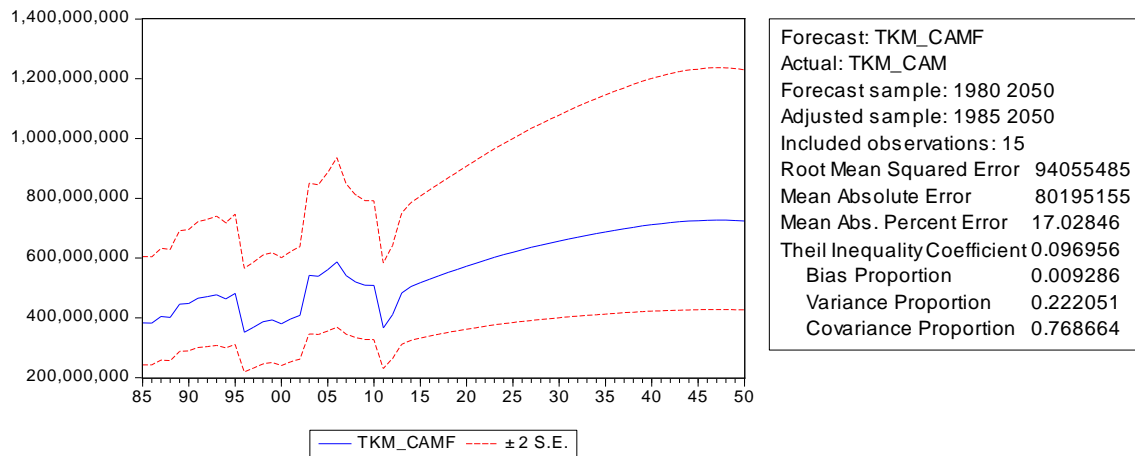


Figura A-129: Modelo de proyección TKM caminero duodécima región.

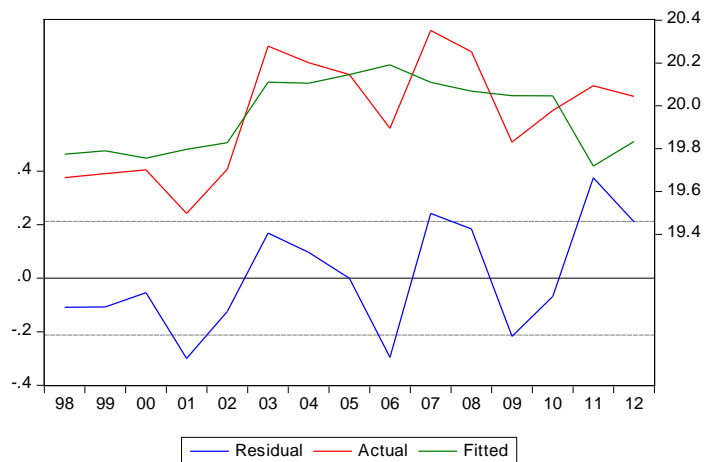


Figura A-130: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la duodécima región.

#### A.1.12.4 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la duodécima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.66 Parámetros modelo PKM caminero urbano duodécima región.

Variable	Coefficien		t-Statistic	Prob.
	t	Std. Error		
C	19.43664	0.257402	75.51089	0.0000
LOG(PIBR/POBR)	0.566286	0.128055	4.422225	0.0007
R-squared	0.600689	Mean dependent var		20.57045
Adjusted R-squared	0.569973	S.D. dependent var		0.134698
S.E. of regression	0.088330	Akaike info criterion		1.891901
Sum squared resid	0.101429	Schwarz criterion		1.797494
Log likelihood	16.18926	Hannan-Quinn criter.		1.892906
F-statistic	19.55608	Durbin-Watson stat		1.936337
Prob(F-statistic)	0.000689			

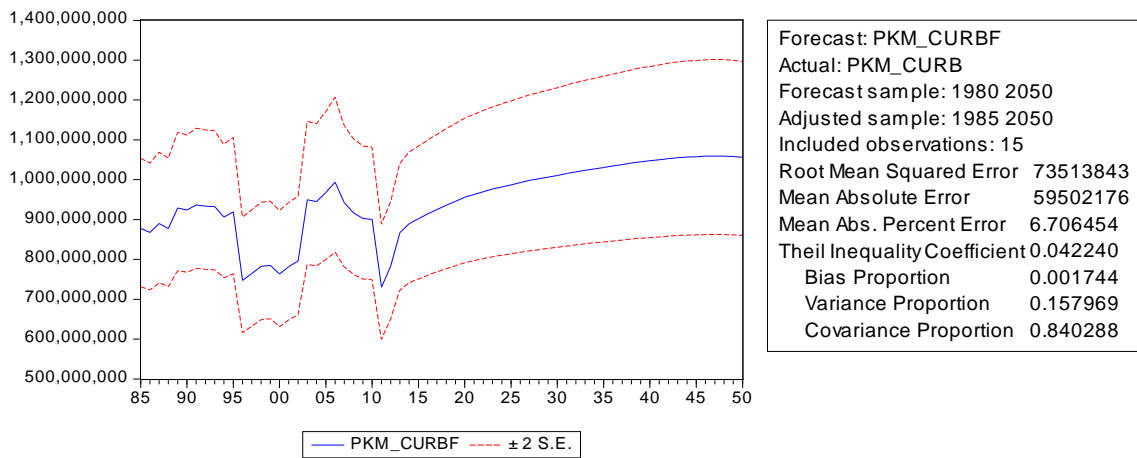


Figura A-131: Modelo de proyección PKM caminero urbano duodécima región.

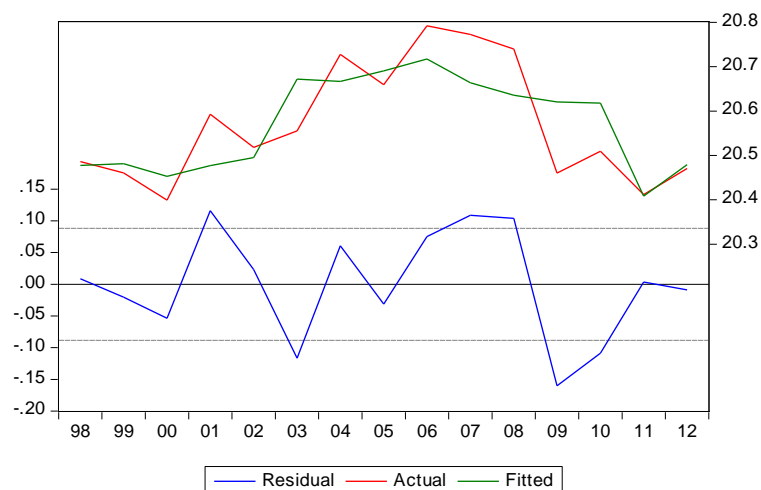


Figura A-132: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la duodécima región.

#### A.1.12.5 PKM caminero interurbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la duodécima región del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.67 Parámetros modelo PKM caminero interurbano duodécima región.

Variable	Coefficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.710863	1.782562	4.886708	0.0006
LOG(PIBR(-1)/POBR(-1))	0.731616	0.242918	3.011780	0.0131
LOG(PKM_CINTER(-2))	0.469405	0.105011	4.470043	0.0012
R-squared	0.856709	Mean dependent var	19.09602	
Adjusted R-squared	0.828051	S.D. dependent var	0.320851	
S.E. of regression	0.133046	Akaike info criterion	0.997062	-
Sum squared resid	0.177014	Schwarz criterion	0.866689	
Log likelihood	9.480902	Hannan-Quinn criter.	-	

			1.023859
F-statistic	29.89398	Durbin-Watson stat	1.568886
Prob(F-statistic)	0.000060		

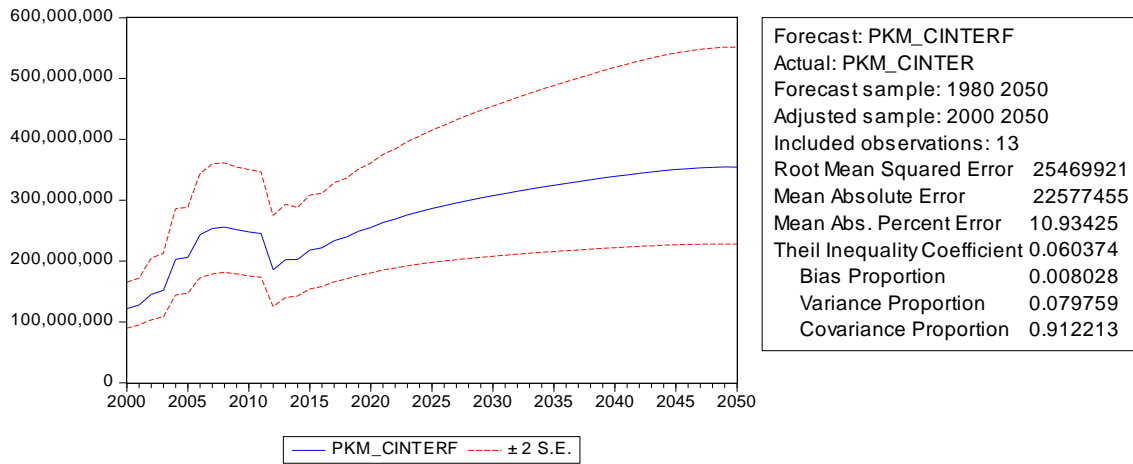


Figura A-133: Modelo de proyección PKM caminero interurbano duodécima región.

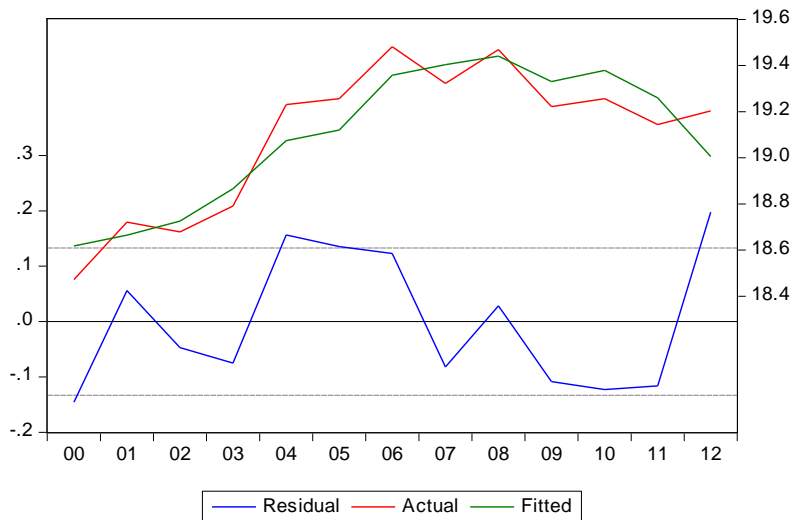


Figura A-134: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la duodécima región.



## A.1.13 Región Metropolitana

### A.1.13.1 PKM aéreo

El modelo para la variable independiente PKM aéreo de la región metropolitana queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.68 Parámetros modelo PKM aéreo región metropolitana.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.789201	0.882852	3.159307	0.0044
LOG(PIB/POB)	0.700436	0.224867	3.114887	0.0049
LOG(PKM_AEREO(- 1))	1.163939	0.180509	6.448108	0.0000
LOG(PKM_AEREO(- 2))	-0.433857	0.154911	-2.800685	0.0102
R-squared	0.993547	Mean dependent var		13.85819
Adjusted R-squared	0.992705	S.D. dependent var		0.786634
S.E. of regression	0.067186	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.103821	Schwarz criterion		-
Log likelihood	36.76114	Hannan-Quinn criter.		2.369666
F-statistic	1180.400	Durbin-Watson stat		1.732041
Prob(F-statistic)	0.000000			

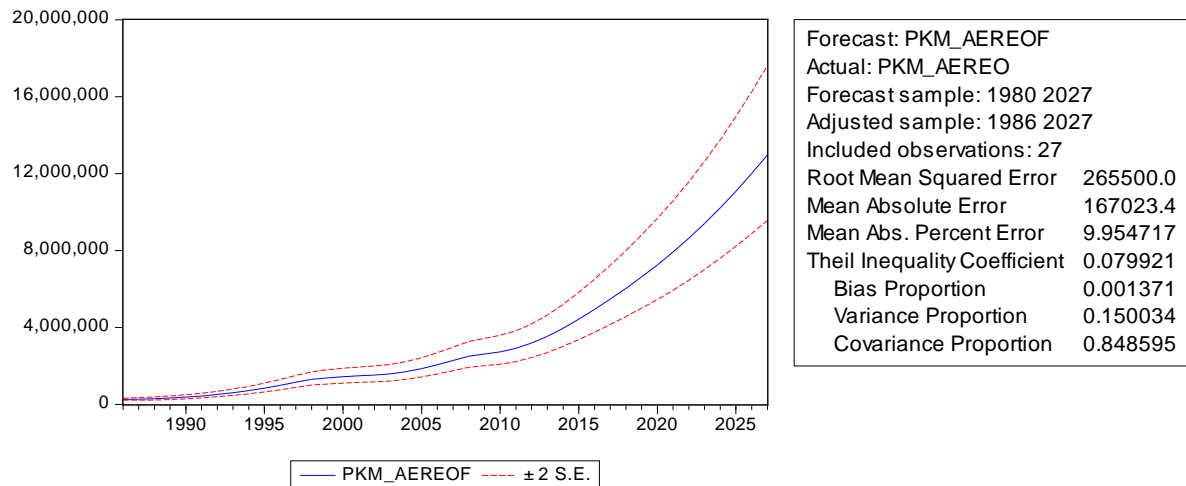


Figura A-135: Modelo de proyección PKM aéreo región metropolitana.

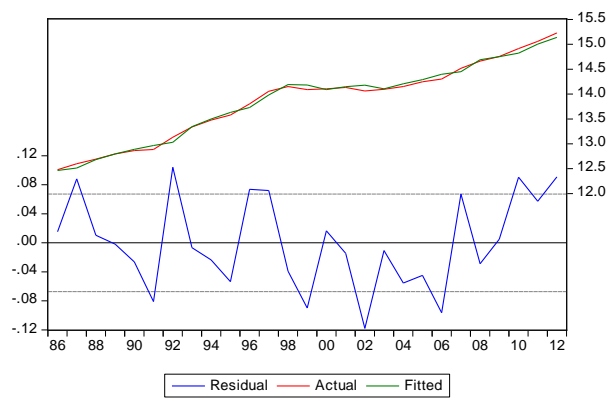


Figura A-136: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM aéreo de la región metropolitana.

### ***A.1.13.2 PKM Ferroviario interurbano***

El modelo para la variable independiente PKM de la región metropolitana del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.69 Parámetros modelo PKM ferroviario región metropolitana.

Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.74346	0.528586	20.32492	0.0000
LOG(PIBR/POBR)	0.613526	0.294248	2.085068	0.0559
R-squared	0.236954	Mean dependent var		11.84295
Adjusted R-squared	0.182450	S.D. dependent var		0.162098
S.E. of regression	0.146566	Akaike info criterion		0.886208
Sum squared resid	0.300744	Schwarz criterion		0.789635
Log likelihood	9.089665	Hannan-Quinn criter.		0.881263
F-statistic	4.347507	Durbin-Watson stat		0.909311
Prob(F-statistic)	0.055853			

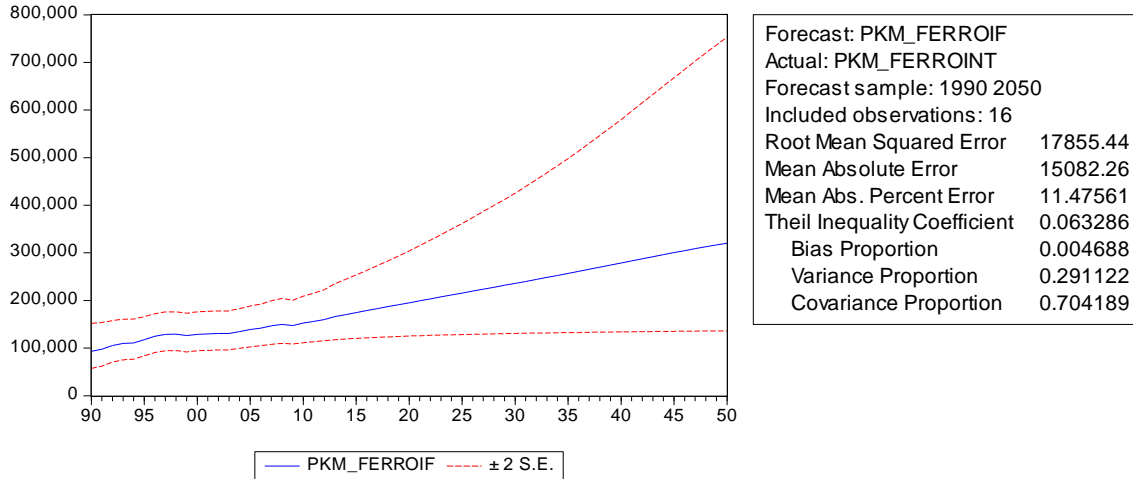


Figura A-137: Modelo de proyección PKM ferroviario región metropolitana.

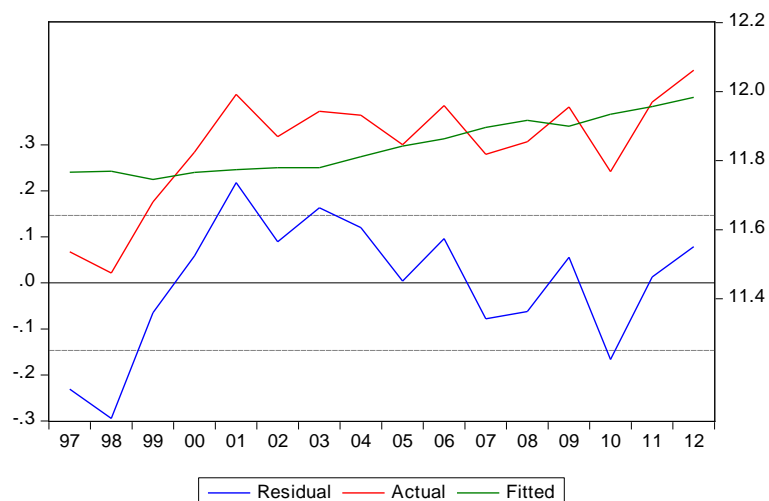


Figura A-138: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM ferroviario de la región metropolitana.

### A.1.13.3 TKM Ferroviario

El modelo para la variable independiente TKM Ferroviario de la región metropolitana del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.70 Parámetros modelo TKM Ferroviario región metropolitana.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.365335	2.664956	2.013292	0.0718
LOG(PIB)	0.203363	0.172893	1.176233	0.2667
LOG(TKM_FERRO(-1))	0.804243	0.302954	2.654668	0.0241
LOG(TKM_FERRO(-2))	-0.277562	0.276385	-1.004256	0.3389
R-squared	0.738251	Mean dependent var		19.16245
Adjusted R-squared	0.659726	S.D. dependent var		0.103014
S.E. of regression	0.060091	Akaike info criterion		2.550959
Sum squared resid	0.036109	Schwarz criterion		-

2.368371

Log likelihood	21.85671	Hannan-Quinn criter.	2.567861
F-statistic	9.401506	Durbin-Watson stat	1.635986
Prob(F-statistic)	0.002940		

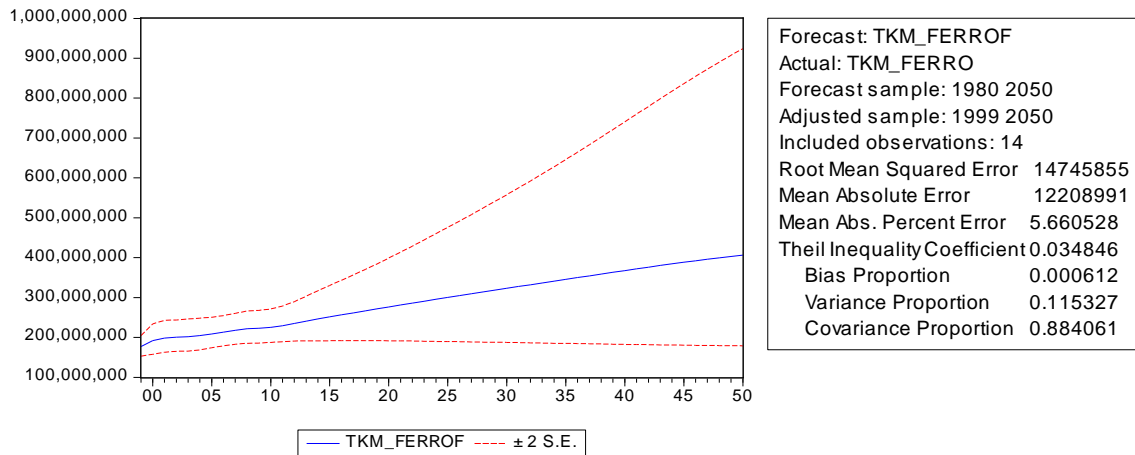


Figura A-139: Modelo de proyección TKM ferroviario región metropolitana.

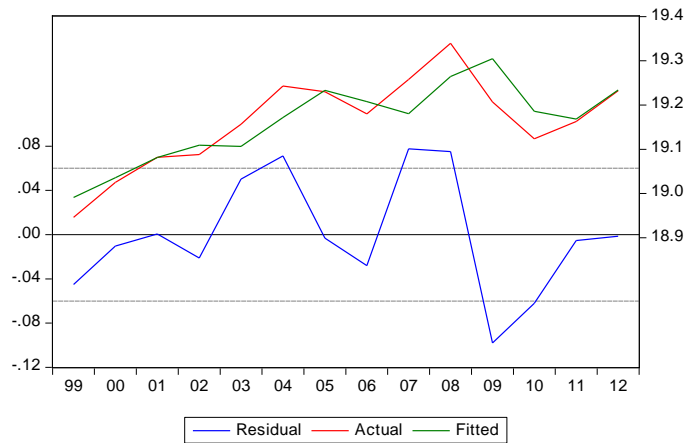


Figura A-140: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM ferroviario de la región metropolitana.

### A.1.13.4 TKM Caminero

El modelo para la variable independiente TKM Caminero de la región metropolitana del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.71 Parámetros modelo TKM Caminero región metropolitana.

Variable	Coeficien			
	t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	19.14584	1.887208	10.14506	0.0000
LOG(PIB)	0.213479	0.103534	2.061925	0.0598
R-squared	0.246444	Mean dependent var		23.03696
Adjusted R-squared	0.188478	S.D. dependent var		0.074301
S.E. of regression	0.066933	Akaike info criterion		2.446673
Sum squared resid	0.058241	Schwarz criterion		2.352266
Log likelihood	20.35004	Hannan-Quinn criter.		2.447678
F-statistic	4.251534	Durbin-Watson stat		1.432004
Prob(F-statistic)	0.059796			

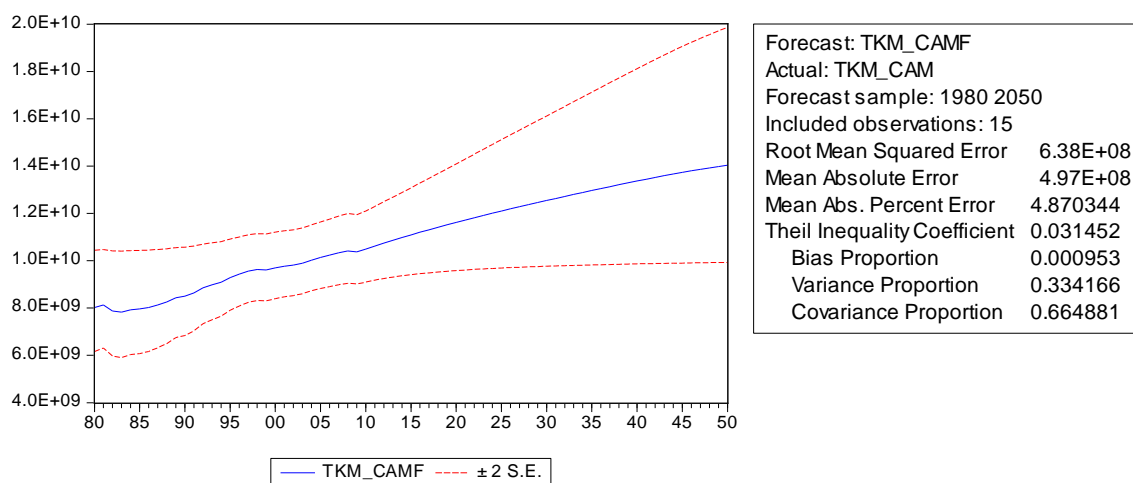


Figura A-141: Modelo de proyección TKM caminero región metropolitana.

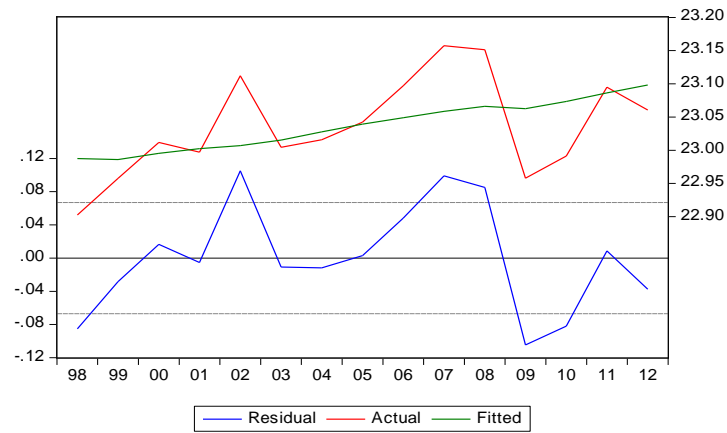


Figura A-142: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de TKM caminero de la región metropolitana.

### A.1.13.5 PKM caminero urbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero urbano de la región metropolitana del país queda definido económicamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.72 Parámetros modelo PKM caminero urbano región metropolitana.

Variable	Coeficien			Prob.
	t	Std. Error	t-Statistic	
C	7.583350	4.668516	1.624360	0.1326
LOG(PIB(-1)/POB(-1))	0.367377	0.260335	1.411172	0.1858
LOG(PKM_CURB(-1))	0.669444	0.204897	3.267219	0.0075
R-squared	0.920792	Mean dependent var		24.66856
Adjusted R-squared	0.906390	S.D. dependent var		0.143701
S.E. of regression	0.043966	Akaike info criterion		-
Sum squared resid	0.021264	Schwarz criterion		-
Log likelihood	25.56360	Hannan-Quinn criter.		3.236047
F-statistic	63.93721	Durbin-Watson stat		1.739700

Prob(F-statistic) 0.000001

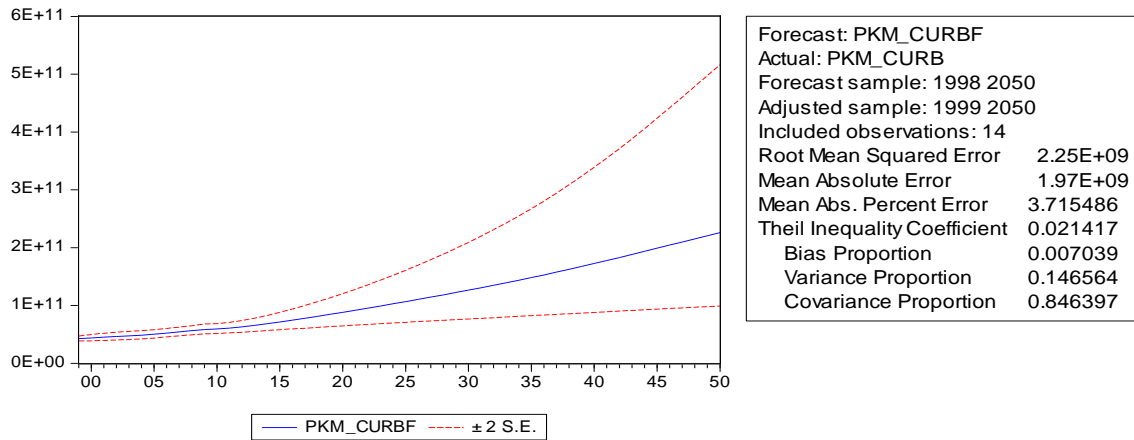


Figura A-143: Modelo de proyección PKM caminero urbano región metropolitana.

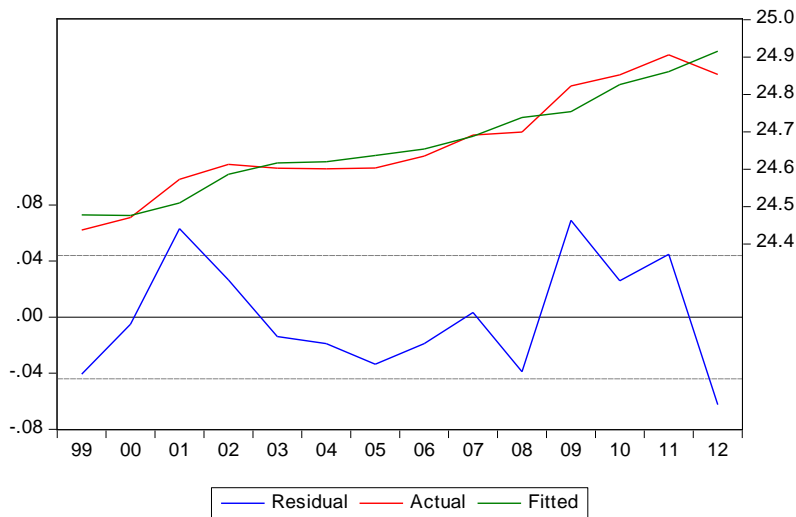


Figura A-144: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero urbano de la región metropolitana.

### A.1.13.6 PKM caminero interurbano

El modelo para la variable independiente PKM caminero interurbano de la región metropolitana del país queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.73 Parámetros modelo PKM caminero interurbano región metropolitana.



Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	19.84827	0.427991	46.37548	0.0000
LOG(PIBR/POBR)	1.306887	0.255817	5.108676	0.0003
DUMMIE	0.420913	0.079479	5.295881	0.0002
R-squared	0.913848	Mean dependent var		22.53786
Adjusted R-squared	0.899489	S.D. dependent var		0.317826
S.E. of regression	0.100762	Akaike info criterion		1.575258
Sum squared resid	0.121835	Schwarz criterion		1.433648
Log likelihood	14.81443	Hannan-Quinn criter.		1.576766
F-statistic	63.64407	Durbin-Watson stat		1.604722
Prob(F-statistic)	0.000000			

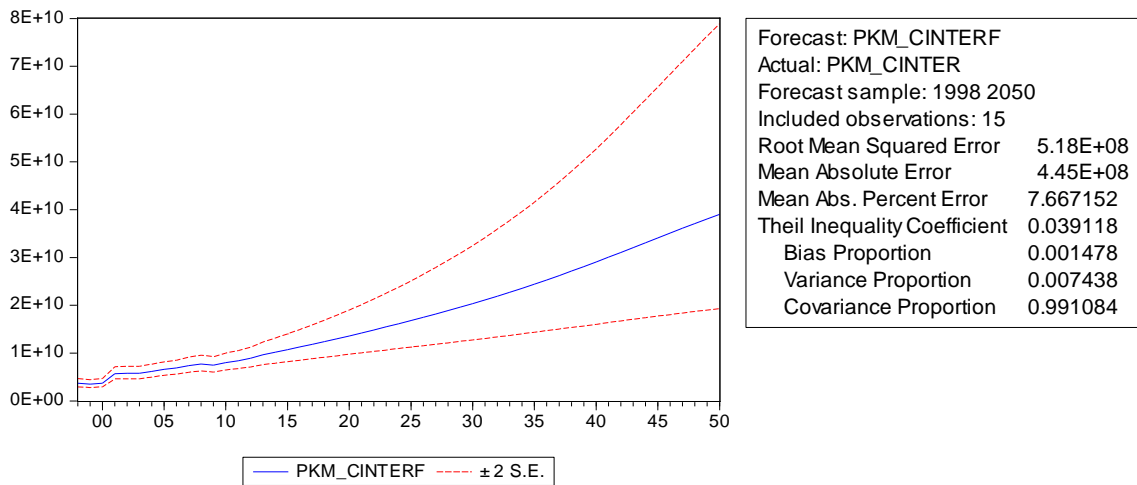


Figura A-145: Modelo de proyección PKM caminero interurbano región metropolitana.

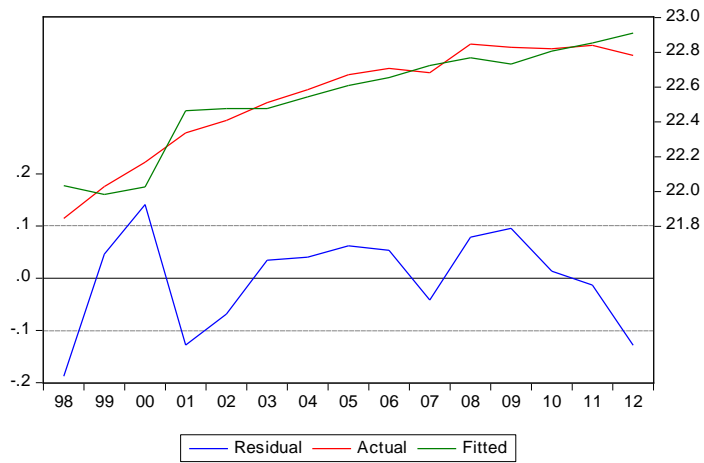


Figura A-146: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de PKM caminero interurbano de la región metropolitana.

## A.1.14 Bunker

### A.1.14.1 Aéreo

El modelo para la variable Gigacalorías bunker aéreo queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.74 Parámetros modelo PKM aéreo región metropolitana.

Variable	Coefficiente	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.703252	2.301252	-0.740142	0.4734
LOG(PIB)	-2.030391	0.991985	-2.046796	0.0632
LOG(PIB(-1))	2.683371	0.999058	2.685901	0.0198
LOG(AEREOINTER(-1))	0.339619	0.177974	1.908258	0.0806

Esta variable queda definida por el PIB nacional, un rezago de la variable dependiente y uno de la independiente. En la siguiente figura se aprecia el modelo y su proyección hasta el año 2030, además se observa el intervalo de confianza de 95% para la proyección.

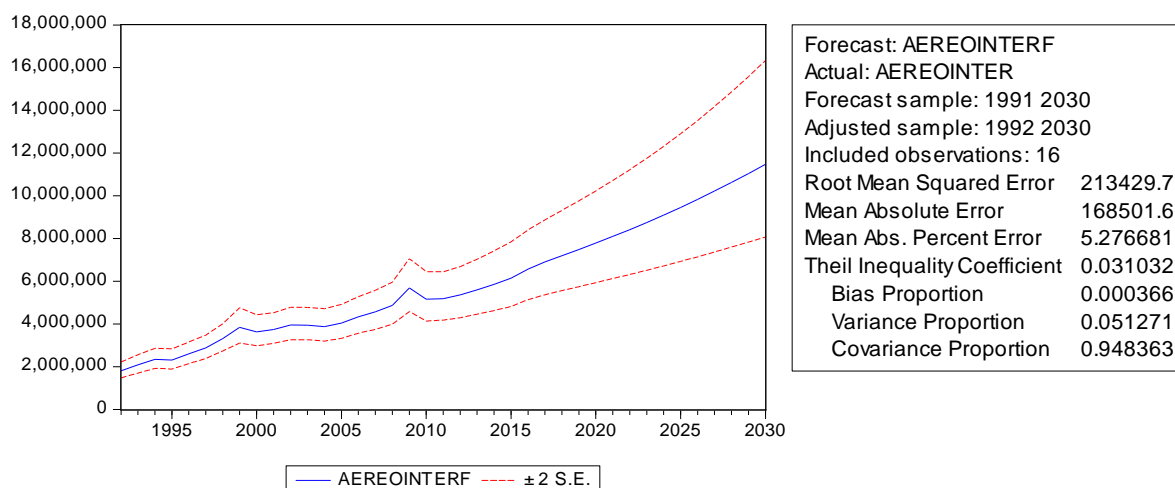


Figura A-147: Modelo de proyección bunker aéreo, escenario medio.

A continuación se presenta la curva real y modelada de los datos históricos con el fin de presentar el ajuste del modelo.

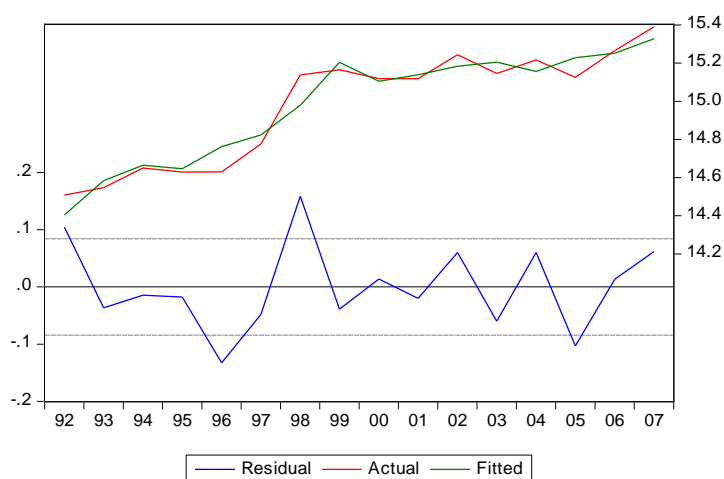


Figura A-148: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de bunker aéreo.

Los resultados indican una elasticidad de largo plazo al PIB de 0,98.

#### A.1.14.2 Marítimo

El modelo para la variable Gigacalorías bunker Marítimo queda definido econométricamente con los siguientes parámetros.

Tabla A.75 Parámetros modelo PKM aéreo región metropolitana.

Variable	Coficiente	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-14.7042	3.51957	-4.17782	0.00090
(1-LEY)*LOG(PIBM)	2.8061	0.33176	8.45844	0.00000
LEY*LOG(PIBM)	2.8332	0.32290	8.77418	0.00000

Esta variable queda definida por el PIB PPP (Power Parity Purchase) Mundial, Además se considera la introducción de la ley portuaria promulgada a fines de 1997 que modifica el sector portuario. Esta se introduce al modelo como una dummie que cambia la elasticidad

al PIB desde el año 2000. En la siguiente figura se aprecia el modelo y su proyección hasta el año 2030, además se observa el intervalo de confianza de 95% para la proyección.

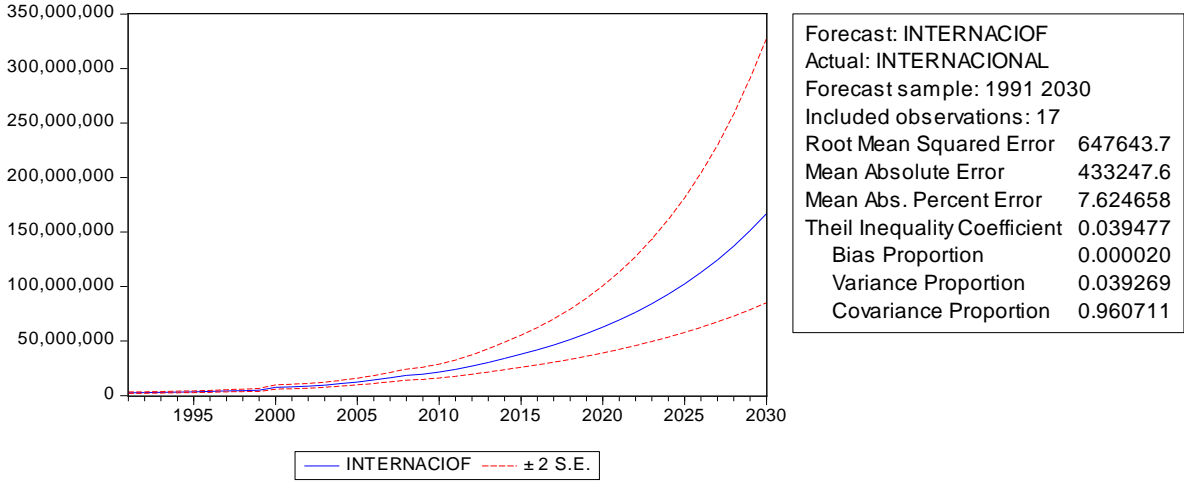


Figura A-149: Modelo de proyección bunker aéreo, escenario medio.

A continuación se presenta la curva real y modelada de los datos históricos con el fin de presentar el ajuste del modelo.

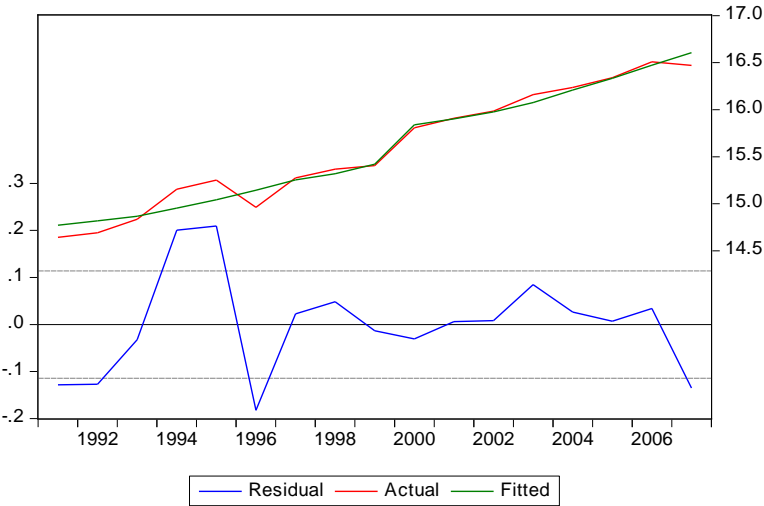


Figura A-150: Ajuste de los datos del modelo a los valores reales de bunker Marítimo.

Los resultados indican una elasticidad de corto y largo plazo al PIB de 2,8.

La alta elasticidad provoca que el modelo explote, por ello se satura su crecimiento al triple del máximo crecimiento observado en los datos. Con esto a partir del año 2021 el crecimiento absoluto se mantiene constante de acuerdo al crecimiento del año 2020.

## ANEXO B CORRELOGRAMAS DE MODELOS ECONÓMICOS

A continuación se muestra los correlogramas de cada uno de los modelos econométricos desarrollados para la proyección de las variables de entrada PKM, TKM por región, y Bunker.

### Primera Región

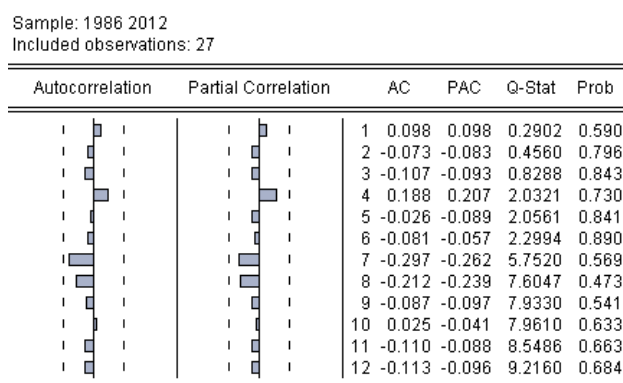


Figura B-1 Correlograma del modelo PKM aéreo primera región

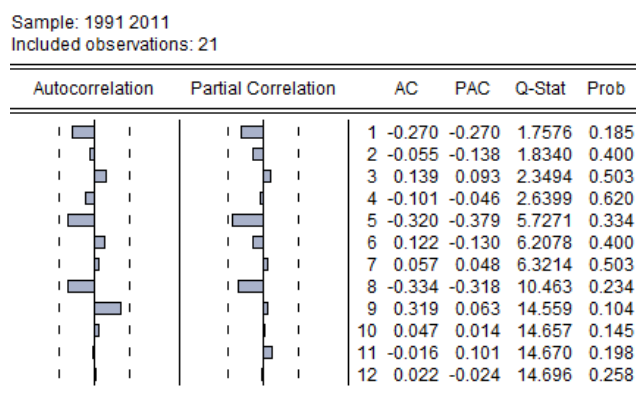


Figura B-2 Correlograma del modelo TKM marítimo primera región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.091	0.091	0.1510	0.698
		2 -0.017	-0.025	0.1564	0.925
		3 0.020	0.024	0.1646	0.983
		4 -0.235	-0.242	1.4430	0.837
		5 -0.239	-0.205	2.8935	0.716
		6 -0.200	-0.201	4.0251	0.673
		7 -0.203	-0.218	5.3332	0.619
		8 0.070	0.013	5.5119	0.702
		9 -0.015	-0.166	5.5210	0.787
		10 0.220	0.112	7.9956	0.629
		11 0.044	-0.195	8.1169	0.703
		12 -0.042	-0.152	8.2643	0.764

Figura B-3 Correlograma del modelo TKM caminero primera región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.046	0.046	0.0366	0.848
		2 -0.169	-0.172	0.5702	0.752
		3 -0.002	0.015	0.5703	0.903
		4 -0.163	-0.199	1.1685	0.883
		5 -0.432	-0.440	5.8075	0.325
		6 -0.021	-0.099	5.8199	0.444
		7 0.189	0.018	6.9588	0.433
		8 -0.019	-0.119	6.9722	0.540
		9 0.110	-0.015	7.5179	0.583
		10 -0.003	-0.295	7.5185	0.676
		11 -0.023	-0.062	7.5590	0.752
		12 -0.002	0.019	7.5597	0.819

Figura B-4 Correlograma del modelo PKM caminero urbano primera región

Sample: 2000 2012  
Included observations: 13

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.111	-0.111	0.2013	0.654
		2 -0.442	-0.460	3.6707	0.160
		3 0.201	0.101	4.4622	0.216
		4 -0.186	-0.451	5.2109	0.266
		5 -0.169	-0.133	5.9091	0.315
		6 0.116	-0.391	6.2853	0.392
		7 0.097	-0.023	6.5909	0.473
		8 0.031	-0.264	6.6295	0.577
		9 -0.006	-0.057	6.6310	0.675
		10 -0.015	-0.274	6.6453	0.758
		11 -0.014	-0.057	6.6640	0.826
		12 -0.003	-0.195	6.6658	0.879

Figura B-5 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano primera región



## Segunda región

Sample: 1986 2012  
Included observations: 27

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.030	0.030	0.0278	0.868
		2	0.094	0.093	0.3062	0.858
		3	0.242	0.239	2.2187	0.528
		4	0.017	0.000	2.2285	0.694
		5	0.097	0.057	2.5650	0.767
		6	-0.193	-0.272	3.9577	0.682
		7	-0.187	-0.229	5.3250	0.620
		8	-0.088	-0.117	5.6418	0.687
		9	-0.028	0.140	5.6769	0.772
		10	-0.248	-0.128	8.5192	0.578
		11	-0.173	-0.098	9.9862	0.532
		12	-0.043	-0.073	10.085	0.609

Figura B-6 Correlograma del modelo PKM aéreo segunda región

Sample: 1991 2011  
Included observations: 21

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.273	0.273	1.8036	0.179
		2	-0.209	-0.306	2.9126	0.233
		3	-0.059	0.119	3.0047	0.391
		4	-0.117	-0.241	3.3948	0.494
		5	0.033	0.215	3.4270	0.634
		6	0.048	-0.180	3.5021	0.744
		7	-0.192	-0.097	4.7805	0.687
		8	-0.101	-0.032	5.1631	0.740
		9	-0.172	-0.296	6.3503	0.704
		10	-0.198	-0.029	8.0727	0.622
		11	0.100	-0.012	8.5595	0.662
		12	0.120	0.020	9.3325	0.674

Figura B-7 Correlograma del modelo TKM marítimo segunda región

Sample: 1997 2012  
 Included observations: 16

























Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.248	0.248	1.1808	0.277
		2	-0.258	-0.340	2.5485	0.280
		3	-0.463	-0.353	7.2990	0.063
		4	-0.280	-0.209	9.1867	0.057
		5	0.159	0.065	9.8451	0.080
		6	0.238	-0.092	11.473	0.075
		7	0.146	-0.010	12.152	0.096
		8	0.013	0.075	12.158	0.144
		9	-0.267	-0.215	15.097	0.088
		10	-0.079	0.104	15.394	0.118
		11	-0.016	-0.107	15.408	0.165
		12	0.050	-0.087	15.589	0.211

Figura B-8 Correlograma del modelo TKM ferroviario segunda región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.399	-0.399	2.7439	0.098
		2 -0.108	-0.318	2.9636	0.227
		3 0.333	0.197	5.2210	0.156
		4 -0.323	-0.156	7.5519	0.109
		5 -0.184	-0.409	8.3957	0.136
		6 0.301	-0.104	10.926	0.091
		7 -0.152	0.003	11.668	0.112
		8 -0.190	-0.288	13.009	0.112
		9 0.357	-0.107	18.720	0.028
		10 -0.209	-0.182	21.160	0.020
		11 0.063	0.095	21.455	0.029
		12 0.061	-0.224	21.877	0.039

Figura B-9 Correlograma del modelo TKM caminero segunda región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.148	-0.148	0.4014	0.526
		2 0.225	0.207	1.3920	0.499
		3 -0.073	-0.017	1.5048	0.681
		4 -0.278	-0.358	3.2951	0.510
		5 0.160	0.131	3.9499	0.557
		6 -0.043	0.172	4.0011	0.677
		7 0.151	0.045	4.7312	0.693
		8 0.123	0.040	5.2834	0.727
		9 -0.264	-0.259	8.2373	0.510
		10 0.007	-0.093	8.2400	0.605
		11 -0.255	-0.059	12.370	0.336
		12 -0.030	-0.055	12.447	0.410

Figura B-10 Correlograma del modelo PKM caminero urbano segunda región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.026	-0.026	0.0121	0.913
		2 0.032	0.031	0.0321	0.984
		3 -0.204	-0.202	0.9122	0.822
		4 -0.058	-0.071	0.9905	0.911
		5 0.042	0.053	1.0350	0.960
		6 0.019	-0.016	1.0457	0.984
		7 0.151	0.128	1.7738	0.971
		8 -0.011	0.012	1.7784	0.987
		9 -0.408	-0.439	8.8361	0.453
		10 0.017	0.068	8.8511	0.546
		11 -0.129	-0.089	9.9160	0.538
		12 0.128	-0.081	11.304	0.503

Figura B-11 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano segunda región

## Tercera región

Sample: 1992 2012  
Included observations: 21

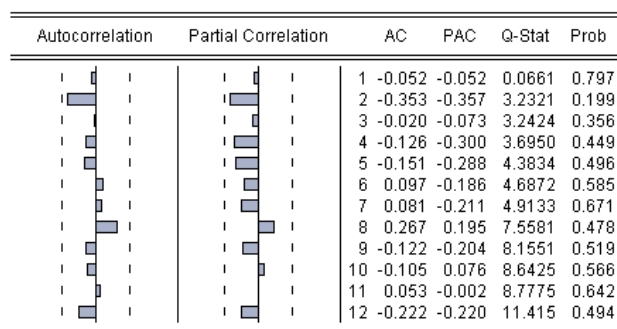


Figura B-12 Correlograma del modelo PKM aéreo tercera región

Sample: 1991 2011  
Included observations: 21

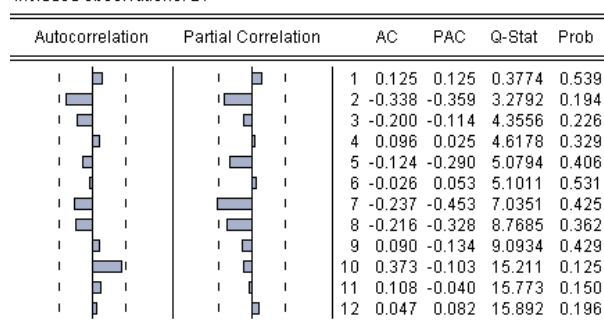


Figura B-13 Correlograma del modelo TKM marítimo tercera región

Sample: 1997 2012  
Included observations: 16

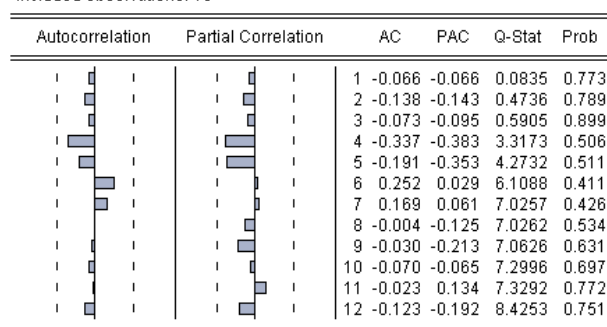


Figura B-14 Correlograma del modelo TKM ferroviario tercera región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.206	-0.206	0.7301	0.393
		2	-0.017	-0.062	0.7358	0.692
		3	-0.374	-0.410	3.5859	0.310
		4	0.002	-0.222	3.5860	0.465
		5	0.208	0.114	4.6661	0.458
		6	-0.003	-0.113	4.6664	0.587
		7	-0.117	-0.246	5.1019	0.648
		8	-0.325	-0.418	9.0569	0.338
		9	0.313	0.103	13.437	0.144
		10	-0.060	-0.260	13.640	0.190
		11	0.218	-0.221	17.175	0.103
		12	-0.090	0.060	18.072	0.114

Figura B-15 Correlograma del modelo TKM caminero tercera región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.079	-0.079	0.1139	0.736
		2	-0.341	-0.350	2.4000	0.301
		3	0.008	-0.065	2.4012	0.493
		4	-0.353	-0.552	5.2946	0.258
		5	0.108	-0.060	5.5935	0.348
		6	0.254	-0.196	7.4213	0.284
		7	0.143	0.265	8.0735	0.326
		8	-0.084	-0.263	8.3336	0.402
		9	-0.223	0.073	10.439	0.316
		10	0.057	-0.055	10.607	0.389
		11	-0.040	0.090	10.709	0.468
		12	-0.034	-0.277	10.809	0.545

Figura B-16 Correlograma del modelo PKM caminero urbano tercera región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.063	0.063	0.0730	0.787
		2	-0.222	-0.227	1.0395	0.595
		3	0.085	0.124	1.1942	0.754
		4	-0.237	-0.329	2.4912	0.646
		5	-0.125	-0.009	2.8868	0.717
		6	0.148	0.008	3.5062	0.743
		7	-0.105	-0.124	3.8566	0.796
		8	-0.150	-0.159	4.6782	0.791
		9	-0.121	-0.266	5.3024	0.807
		10	-0.012	0.003	5.3094	0.870
		11	0.125	-0.014	6.3056	0.852
		12	0.049	-0.067	6.5086	0.888

Figura B-17 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano tercera región

## Cuarta región

Sample: 1985 2012  
Included observations: 28

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.072	-0.072	0.1609	0.688
		2	0.237	0.233	1.9715	0.373
		3	-0.251	-0.235	4.0829	0.253
		4	0.084	0.017	4.3309	0.363
		5	-0.092	0.021	4.6419	0.461
		6	-0.008	-0.099	4.6441	0.590
		7	-0.179	-0.158	5.9306	0.548
		8	-0.138	-0.158	6.7318	0.566
		9	-0.204	-0.196	8.5631	0.479
		10	-0.066	-0.119	8.7680	0.554
		11	0.067	0.075	8.9905	0.623
		12	0.138	0.101	9.9949	0.616

Figura B-18 Correlograma del modelo PKM aéreo cuarta región

Sample: 1992 2011  
Included observations: 20

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.231	0.231	1.2331	0.267
		2	0.056	0.003	1.3094	0.520
		3	-0.297	-0.328	3.5982	0.308
		4	-0.123	0.020	4.0173	0.404
		5	-0.079	-0.015	4.2007	0.521
		6	-0.284	-0.418	6.7409	0.345
		7	-0.118	0.006	7.2102	0.407
		8	-0.267	-0.287	9.8333	0.277
		9	-0.116	-0.377	10.373	0.321
		10	0.151	0.275	11.372	0.329
		11	0.242	-0.098	14.227	0.221
		12	0.301	-0.150	19.213	0.084

Figura B-19 Correlograma del modelo TKM marítimo cuarta región

Sample: 1997 2012  
Included observations: 16

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.146	0.146	0.4110	0.521
		2	-0.352	-0.382	2.9598	0.228
		3	-0.257	-0.155	4.4182	0.220
		4	-0.281	-0.423	6.3190	0.177
		5	-0.153	-0.343	6.9288	0.226
		6	0.366	0.083	10.793	0.095
		7	0.266	-0.146	13.057	0.071
		8	-0.152	-0.271	13.893	0.085
		9	-0.078	-0.084	14.141	0.117
		10	0.019	-0.021	14.159	0.166
		11	-0.057	0.007	14.347	0.214
		12	-0.033	-0.183	14.427	0.274

Figura B-20 Correlograma del modelo TKM ferroviario cuarta región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.139	-0.139	0.3325	0.564
		2 0.061	0.043	0.4030	0.817
		3 -0.172	-0.162	1.0087	0.799
		4 -0.189	-0.246	1.8076	0.771
		5 -0.204	-0.283	2.8460	0.724
		6 -0.167	-0.332	3.6245	0.727
		7 0.134	-0.093	4.2017	0.756
		8 -0.014	-0.227	4.2093	0.838
		9 0.283	-0.005	7.7910	0.555
		10 -0.013	-0.158	7.8011	0.648
		11 0.056	-0.149	8.0381	0.710
		12 -0.178	-0.314	11.580	0.480

Figura B-21 Correlograma del modelo TKM caminero cuarta región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.055	-0.055	0.0548	0.815
		2 0.014	0.011	0.0587	0.971
		3 -0.177	-0.177	0.7270	0.867
		4 -0.214	-0.241	1.7895	0.774
		5 0.044	0.014	1.8381	0.871
		6 0.094	0.077	2.0893	0.911
		7 -0.066	-0.149	2.2300	0.946
		8 -0.042	-0.116	2.2952	0.971
		9 -0.323	-0.327	6.7349	0.665
		10 -0.001	-0.088	6.7349	0.750
		11 0.101	0.016	7.3892	0.767
		12 0.029	-0.152	7.4596	0.826

Figura B-22 Correlograma del modelo PKM caminero urbano cuarta región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.295	-0.295	1.5030	0.220
		2 0.137	0.054	1.8519	0.396
		3 -0.379	-0.357	4.7742	0.189
		4 0.168	-0.038	5.4033	0.248
		5 -0.077	-0.013	5.5503	0.352
		6 0.145	-0.005	6.1413	0.408
		7 -0.233	-0.190	7.8783	0.343
		8 0.036	-0.115	7.9259	0.441
		9 -0.277	-0.334	11.366	0.251
		10 0.165	-0.198	12.888	0.230
		11 0.110	0.094	13.786	0.245
		12 0.049	-0.125	14.056	0.297

Figura B-23 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano cuarta región

## Quinta región

Sample: 1985 2012  
Included observations: 28

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.249	0.249	1.9224	0.166
		2 -0.004	-0.070	1.9228	0.382
		3 -0.097	-0.084	2.2379	0.525
		4 -0.274	-0.246	4.8706	0.301
		5 -0.280	-0.183	7.7378	0.171
		6 -0.123	-0.052	8.3162	0.216
		7 -0.041	-0.066	8.3832	0.300
		8 0.168	0.112	9.5672	0.297
		9 0.172	0.004	10.871	0.285
		10 0.018	-0.109	10.886	0.366
		11 0.196	0.217	12.778	0.308
		12 -0.228	-0.350	15.500	0.215

Figura B-24 Correlograma del modelo PKM aéreo quinta región

Sample: 1992 2011  
Included observations: 20

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.204	-0.204	0.9668	0.325
		2 -0.203	-0.255	1.9734	0.373
		3 0.266	0.181	3.8081	0.283
		4 -0.351	-0.347	7.1924	0.126
		5 -0.053	-0.104	7.2762	0.201
		6 0.146	-0.098	7.9469	0.242
		7 -0.097	0.006	8.2638	0.310
		8 0.140	0.063	8.9780	0.344
		9 -0.036	-0.105	9.0301	0.435
		10 -0.157	-0.136	10.112	0.431
		11 0.064	-0.087	10.311	0.503
		12 -0.112	-0.131	10.999	0.529

Figura B-25 Correlograma del modelo TKM marítimo quinta región

Sample: 1997 2012  
Included observations: 16

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.306	0.306	1.7952	0.180
		2 -0.123	-0.238	2.1043	0.349
		3 -0.119	0.000	2.4189	0.490
		4 -0.258	-0.283	4.0129	0.404
		5 -0.207	-0.059	5.1360	0.400
		6 -0.029	-0.044	5.1606	0.523
		7 -0.091	-0.186	5.4270	0.608
		8 -0.052	-0.052	5.5255	0.700
		9 0.112	0.022	6.0406	0.736
		10 0.055	-0.074	6.1835	0.800
		11 -0.065	-0.133	6.4273	0.843
		12 -0.114	-0.170	7.3705	0.832

Figura B-26 Correlograma del modelo TKM ferroviario quinta región



Sample: 1998 2012  
 Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.430	0.430	3.3623	0.067
		2 -0.176	-0.442	3.9707	0.137
		3 -0.333	-0.052	6.3281	0.097
		4 -0.334	-0.284	8.9180	0.063
		5 -0.224	-0.104	10.198	0.070
		6 -0.086	-0.182	10.408	0.108
		7 -0.080	-0.281	10.613	0.156
		8 -0.001	-0.095	10.613	0.225
		9 0.172	-0.057	11.864	0.221
		10 0.194	-0.118	13.774	0.184
		11 0.035	-0.214	13.853	0.241
		12 -0.034	-0.071	13.949	0.304

Figura B-27 Correlograma del modelo TKM caminero quinta región

Sample: 1999 2012  
 Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.222	-0.222	0.8511	0.356
		2 0.035	-0.015	0.8745	0.646
		3 -0.194	-0.199	1.6390	0.651
		4 -0.373	-0.504	4.7610	0.313
		5 0.075	-0.243	4.9021	0.428
		6 0.087	-0.061	5.1139	0.529
		7 0.109	-0.137	5.4920	0.600
		8 -0.051	-0.429	5.5875	0.693
		9 0.152	-0.066	6.6216	0.676
		10 -0.144	-0.107	7.7757	0.651
		11 0.052	-0.184	7.9777	0.715
		12 0.011	-0.203	7.9915	0.786

Figura B-28 Correlograma del modelo PKM caminero urbano quinta región

Sample: 1998 2012  
 Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.400	0.400	2.9187	0.088
		2 -0.015	-0.208	2.9228	0.232
		3 -0.317	-0.282	5.0570	0.168
		4 -0.374	-0.172	8.2958	0.081
		5 -0.055	0.174	8.3723	0.137
		6 -0.125	-0.367	8.8134	0.184
		7 -0.004	0.032	8.8138	0.266
		8 -0.001	-0.064	8.8139	0.358
		9 -0.050	-0.126	8.9221	0.444
		10 -0.078	-0.273	9.2287	0.511
		11 -0.068	0.101	9.5214	0.574
		12 0.054	-0.093	9.7706	0.636

Figura B-29 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano quinta región

## Sexta región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.235	-0.235	1.0059	0.316
		2 0.030	-0.026	1.0241	0.599
		3 0.079	0.085	1.1582	0.763
		4 -0.224	-0.197	2.3238	0.676
		5 0.037	-0.067	2.3581	0.798
		6 -0.155	-0.178	3.0425	0.803
		7 -0.118	-0.192	3.4882	0.836
		8 0.011	-0.129	3.4923	0.900
		9 -0.021	-0.064	3.5103	0.941
		10 0.007	-0.095	3.5130	0.967
		11 -0.093	-0.242	4.0699	0.968
		12 0.248	0.104	9.3035	0.677

Figura B-30 Correlograma del modelo PKM ferroviario sexta región

Sample: 1997 2012  
Included observations: 16

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.387	0.387	2.8689	0.090
		2 -0.029	-0.210	2.8863	0.236
		3 -0.080	0.019	3.0268	0.388
		4 -0.248	-0.275	4.4987	0.343
		5 -0.206	0.001	5.6073	0.346
		6 -0.201	-0.224	6.7682	0.343
		7 -0.250	-0.164	8.7759	0.269
		8 -0.084	-0.036	9.0278	0.340
		9 0.144	0.099	9.8757	0.361
		10 0.062	-0.189	10.062	0.435
		11 -0.020	-0.093	10.085	0.523
		12 -0.035	-0.137	10.176	0.601

Figura B-31 Correlograma del modelo TKM ferroviario sexta región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.117	-0.117	0.2355	0.628
		2 -0.126	-0.142	0.5334	0.766
		3 -0.300	-0.345	2.3622	0.501
		4 -0.090	-0.246	2.5451	0.637
		5 0.215	0.053	3.6936	0.594
		6 -0.065	-0.208	3.8125	0.702
		7 -0.035	-0.186	3.8507	0.797
		8 -0.091	-0.148	4.1581	0.843
		9 0.146	0.025	5.1068	0.825
		10 -0.075	-0.255	5.4253	0.861
		11 0.037	-0.096	5.5290	0.903
		12 0.003	-0.024	5.5301	0.938

Figura B-32 Correlograma del modelo TKM caminero sexta región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.311	-0.311	1.6640	0.197
		2	-0.296	-0.434	3.2955	0.192
		3	0.213	-0.073	4.2199	0.239
		4	-0.085	-0.198	4.3827	0.357
		5	0.045	0.016	4.4337	0.489
		6	-0.108	-0.216	4.7630	0.575
		7	-0.156	-0.338	5.5458	0.594
		8	0.375	0.077	10.793	0.214
		9	-0.098	-0.037	11.225	0.261
		10	-0.233	-0.142	14.263	0.161
		11	0.104	-0.239	15.066	0.180
		12	0.113	-0.052	16.485	0.170

Figura B-33 Correlograma del modelo PKM caminero urbano sexta región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.249	-0.249	1.0718	0.301
		2	-0.375	-0.466	3.6926	0.158
		3	0.004	-0.339	3.6929	0.297
		4	0.343	0.061	6.3343	0.176
		5	-0.065	0.016	6.4383	0.266
		6	-0.191	-0.006	7.4561	0.281
		7	-0.090	-0.178	7.7155	0.358
		8	0.151	-0.161	8.5704	0.380
		9	-0.060	-0.292	8.7317	0.462
		10	-0.018	-0.176	8.7505	0.556
		11	0.041	-0.042	8.8757	0.633
		12	0.010	-0.038	8.8877	0.712

Figura B-34 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano sexta región

## Séptima región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15























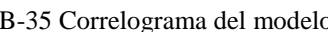
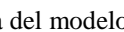
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.326	-0.326	1.9307	0.165
		2	0.170	0.072	2.4984	0.287
		3	-0.071	0.004	2.6053	0.457
		4	-0.318	-0.394	4.9469	0.293
		5	0.049	-0.198	5.0069	0.415
		6	-0.170	-0.167	5.8266	0.443
		7	0.036	-0.157	5.8686	0.555
		8	0.081	-0.112	6.1058	0.635
		9	-0.091	-0.251	6.4543	0.694
		10	0.209	-0.072	8.6734	0.563
		11	-0.190	-0.283	10.965	0.446
		12	0.270	0.036	17.161	0.144

Figura B-35 Correlograma del modelo PKM ferroviario séptima región

Sample: 1997 2013  
Included observations: 17























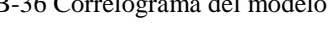
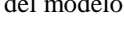
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.205	0.205	0.8461	0.358
		2	-0.242	-0.297	2.1116	0.348
		3	-0.209	-0.096	3.1222	0.373
		4	0.012	0.018	3.1257	0.537
		5	0.159	0.084	3.8078	0.577
		6	-0.027	-0.112	3.8296	0.700
		7	-0.238	-0.172	5.6573	0.580
		8	-0.061	0.041	5.7921	0.671
		9	0.095	-0.009	6.1598	0.724
		10	-0.114	-0.258	6.7645	0.747
		11	-0.174	-0.092	8.3874	0.678
		12	-0.150	-0.145	9.8352	0.630

Figura B-36 Correlograma del modelo TKM ferroviario séptima región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.197	-0.197	0.7061	0.401
		2 -0.198	-0.247	1.4776	0.478
		3 -0.186	-0.313	2.2107	0.530
		4 -0.008	-0.238	2.2122	0.697
		5 0.141	-0.080	2.7163	0.744
		6 0.071	-0.028	2.8602	0.826
		7 -0.119	-0.140	3.3119	0.855
		8 0.012	-0.020	3.3174	0.913
		9 -0.017	-0.048	3.3303	0.950
		10 0.004	-0.073	3.3313	0.973
		11 -0.119	-0.234	4.2270	0.963
		12 0.101	-0.061	5.1016	0.954

Figura B-37 Correlograma del modelo TKM caminero séptima región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.019	0.019	0.0067	0.935
		2 -0.202	-0.202	0.8068	0.668
		3 -0.336	-0.342	3.2128	0.360
		4 -0.393	-0.521	6.7844	0.148
		5 0.165	-0.141	7.4767	0.188
		6 0.230	-0.170	8.9818	0.175
		7 0.169	-0.191	9.8956	0.195
		8 0.166	0.039	10.897	0.208
		9 -0.255	-0.141	13.653	0.135
		10 -0.132	-0.016	14.542	0.150
		11 0.001	0.091	14.542	0.204
		12 -0.017	0.017	14.567	0.266

Figura B-38 Correlograma del modelo PKM caminero urbano séptima región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.146	-0.146	0.3654	0.545
		2 -0.135	-0.160	0.7079	0.702
		3 -0.285	-0.348	2.3650	0.500
		4 -0.027	-0.205	2.3816	0.666
		5 0.196	0.036	3.3331	0.649
		6 0.053	-0.034	3.4132	0.755
		7 -0.063	-0.085	3.5415	0.831
		8 0.016	0.084	3.5509	0.895
		9 -0.229	-0.229	5.8936	0.751
		10 -0.042	-0.241	5.9941	0.816
		11 0.085	-0.075	6.5295	0.836
		12 0.088	-0.112	7.3947	0.830

Figura B-39 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano séptima región

## Octava región

Sample: 1985 2012  
Included observations: 28

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.029	-0.029	0.0255	0.873
		2 0.221	0.220	1.5979	0.450
		3 -0.123	-0.118	2.1083	0.550
		4 -0.082	-0.141	2.3414	0.673
		5 -0.138	-0.094	3.0342	0.695
		6 -0.234	-0.221	5.1288	0.527
		7 0.048	0.069	5.2197	0.633
		8 -0.281	-0.250	8.5386	0.383
		9 0.240	0.160	11.078	0.270
		10 -0.274	-0.275	14.572	0.148
		11 0.121	-0.043	15.301	0.169
		12 -0.050	-0.013	15.431	0.219

Figura B-40 Correlograma del modelo PKM aéreo octava región

Sample: 1993 2011  
Included observations: 19

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.054	-0.054	0.0636	0.801
		2 0.061	0.058	0.1505	0.928
		3 0.023	0.029	0.1632	0.983
		4 -0.194	-0.197	1.1688	0.883
		5 -0.002	-0.025	1.1688	0.948
		6 -0.119	-0.100	1.6067	0.952
		7 -0.055	-0.060	1.7079	0.974
		8 -0.098	-0.136	2.0541	0.979
		9 -0.006	-0.017	2.0553	0.991
		10 -0.206	-0.258	3.9374	0.950
		11 0.210	0.178	6.1314	0.864
		12 -0.222	-0.304	8.9289	0.709

Figura B-41 Correlograma del modelo TKM marítimo octava región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.206	-0.206	0.7747	0.379
		2 -0.060	-0.107	0.8441	0.656
		3 0.070	0.036	0.9484	0.814
		4 -0.268	-0.265	2.6128	0.625
		5 0.037	-0.077	2.6485	0.754
		6 -0.138	-0.221	3.1869	0.785
		7 -0.115	-0.222	3.6068	0.824
		8 0.028	-0.213	3.6353	0.888
		9 0.004	-0.151	3.6359	0.934
		10 0.036	-0.190	3.7037	0.960
		11 0.036	-0.209	3.7864	0.976
		12 0.282	0.141	10.535	0.569

Figura B-42 Correlograma del modelo PKM ferroviario octava región

Sample: 1998 2012  
 Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.219	-0.219	0.8696	0.351
		2 -0.239	-0.302	1.9936	0.369
		3 -0.103	-0.274	2.2204	0.528
		4 0.244	0.069	3.6013	0.463
		5 0.007	0.013	3.6024	0.608
		6 -0.399	-0.397	8.1178	0.230
		7 0.109	-0.099	8.4932	0.291
		8 0.024	-0.274	8.5139	0.385
		9 0.023	-0.284	8.5366	0.481
		10 -0.019	-0.088	8.5549	0.575
		11 0.103	-0.043	9.2262	0.601
		12 0.055	-0.121	9.4826	0.661

Figura B-43 Correlograma del modelo TKM ferroviario octava región

Sample: 1998 2012  
 Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.029	0.029	0.0151	0.902
		2 0.288	0.288	1.6460	0.439
		3 -0.121	-0.148	1.9596	0.581
		4 -0.210	-0.315	2.9830	0.561
		5 -0.236	-0.173	4.4025	0.493
		6 -0.363	-0.267	8.1408	0.228
		7 0.017	0.096	8.1504	0.320
		8 -0.094	0.004	8.4750	0.388
		9 -0.013	-0.274	8.4825	0.486
		10 0.064	-0.133	8.6888	0.562
		11 0.052	-0.004	8.8635	0.634
		12 0.071	-0.051	9.2947	0.678

Figura B-44 Correlograma del modelo TKM caminero octava región

Sample: 1999 2012  
 Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.304	-0.304	1.5874	0.208
		2 0.016	-0.084	1.5920	0.451
		3 -0.446	-0.518	5.6484	0.130
		4 0.216	-0.156	6.6963	0.153
		5 -0.000	-0.112	6.6963	0.244
		6 0.178	-0.074	7.5849	0.270
		7 -0.219	-0.185	9.1192	0.244
		8 0.005	-0.171	9.1202	0.332
		9 0.091	0.087	9.4889	0.393
		10 -0.018	-0.164	9.5080	0.485
		11 -0.046	-0.178	9.6669	0.561
		12 0.004	0.001	9.6688	0.645

Figura B-45 Correlograma del modelo PKM caminero urbano octava región

Sample: 1999 2012  
 Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.355	-0.355	2.1718	0.141
		2	-0.342	-0.535	4.3544	0.113
		3	0.308	-0.109	6.2903	0.098
		4	-0.183	-0.389	7.0413	0.134
		5	0.051	-0.130	7.1062	0.213
		6	0.063	-0.253	7.2159	0.301
		7	-0.029	-0.035	7.2422	0.404
		8	0.003	-0.122	7.2424	0.511
		9	-0.003	0.025	7.2428	0.612
		10	-0.005	-0.040	7.2442	0.702
		11	-0.027	-0.005	7.2998	0.774
		12	0.024	-0.044	7.3634	0.833

Figura B-46 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano octava región

### Novena región

Sample: 1985 2012  
 Included observations: 28

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.160	0.160	0.7920	0.374
		2	-0.034	-0.061	0.8298	0.660
		3	-0.077	-0.063	1.0278	0.795
		4	-0.257	-0.244	3.3317	0.504
		5	-0.159	-0.096	4.2532	0.514
		6	-0.059	-0.056	4.3852	0.625
		7	-0.042	-0.075	4.4568	0.726
		8	-0.180	-0.274	5.8180	0.668
		9	0.019	-0.012	5.8345	0.756
		10	0.196	0.133	7.6352	0.664
		11	0.134	0.037	8.5185	0.666
		12	0.081	-0.060	8.8669	0.714

Figura B-47 Correlograma del modelo PKM aéreo novena región



Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.202	-0.202	0.7405	0.390
		2 -0.072	-0.117	0.8414	0.657
		3 0.085	0.048	0.9964	0.802
		4 -0.268	-0.262	2.6674	0.615
		5 0.010	-0.100	2.6697	0.751
		6 -0.117	-0.217	3.0544	0.802
		7 -0.122	-0.224	3.5315	0.832
		8 0.025	-0.218	3.5544	0.895
		9 0.021	-0.152	3.5726	0.937
		10 0.031	-0.187	3.6215	0.963
		11 0.024	-0.235	3.6591	0.979
		12 0.291	0.126	10.839	0.543

Figura B-48 Correlograma del modelo PKM ferroviario novena región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.112	-0.112	0.2267	0.634
		2 -0.474	-0.493	4.6378	0.098
		3 0.242	0.145	5.8868	0.117
		4 0.037	-0.199	5.9189	0.205
		5 -0.295	-0.170	8.1450	0.148
		6 -0.239	-0.549	9.7625	0.135
		7 0.243	-0.091	11.644	0.113
		8 0.184	-0.231	12.874	0.116
		9 -0.112	0.055	13.408	0.145
		10 0.074	-0.144	13.686	0.188
		11 0.052	-0.169	13.856	0.241
		12 -0.063	-0.232	14.196	0.288

Figura B-49 Correlograma del modelo TKM ferroviario novena región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.281	0.281	1.4407	0.230
		2 -0.095	-0.189	1.6175	0.445
		3 -0.403	-0.358	5.0693	0.167
		4 -0.379	-0.229	8.3915	0.078
		5 -0.221	-0.204	9.6420	0.086
		6 -0.054	-0.236	9.7237	0.137
		7 0.131	-0.142	10.274	0.174
		8 0.177	-0.158	11.415	0.179
		9 0.223	-0.028	13.536	0.140
		10 0.099	-0.074	14.031	0.172
		11 -0.032	-0.071	14.096	0.228
		12 -0.117	-0.035	15.268	0.227

Figura B-50 Correlograma del modelo TKM caminero novena región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.159	0.159	0.4336	0.510
		2	-0.373	-0.408	3.0255	0.220
		3	-0.475	-0.403	7.6272	0.054
		4	-0.217	-0.357	8.6788	0.070
		5	0.142	-0.281	9.1837	0.102
		6	0.410	-0.031	13.893	0.031
		7	0.203	-0.078	15.210	0.033
		8	-0.241	-0.266	17.383	0.026
		9	-0.180	0.045	18.835	0.027
		10	-0.100	-0.110	19.397	0.036
		11	0.159	0.124	21.296	0.030
		12	0.032	-0.231	21.414	0.045

Figura B-51 Correlograma del modelo PKM caminero urbano novena región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.021	-0.021	0.0075	0.931
		2	-0.011	-0.012	0.0098	0.995
		3	-0.307	-0.308	1.9351	0.586
		4	0.018	0.004	1.9421	0.746
		5	0.108	0.110	2.2303	0.816
		6	-0.078	-0.187	2.4006	0.879
		7	-0.207	-0.235	3.7695	0.806
		8	-0.271	-0.258	6.5021	0.591
		9	0.070	-0.052	6.7197	0.666
		10	0.147	-0.008	7.9250	0.636
		11	0.004	-0.192	7.9259	0.720
		12	0.081	0.092	8.6607	0.732

Figura B-52 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano novena región

## Décima región

Sample: 1985 2012  
Included observations: 28

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.246	0.246	1.8774	0.171
		2	-0.250	-0.331	3.9040	0.142
		3	-0.241	-0.093	5.8495	0.119
		4	0.046	0.079	5.9248	0.205
		5	-0.011	-0.170	5.9296	0.313
		6	-0.128	-0.094	6.5575	0.364
		7	-0.040	0.021	6.6205	0.469
		8	-0.046	-0.176	6.7085	0.568
		9	-0.103	-0.120	7.1753	0.619
		10	-0.187	-0.206	8.8091	0.550
		11	0.149	0.166	9.9077	0.539
		12	0.096	-0.200	10.391	0.582

Figura B-53 Correlograma del modelo PKM aéreo décima región

Sample: 1991 2011  
Included observations: 21

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.086	-0.086	0.1795	0.672
		2 -0.090	-0.098	0.3851	0.825
		3 -0.269	-0.291	2.3217	0.508
		4 0.001	-0.076	2.3218	0.677
		5 -0.158	-0.255	3.0782	0.688
		6 -0.125	-0.326	3.5844	0.733
		7 -0.019	-0.259	3.5974	0.825
		8 0.186	-0.138	4.8803	0.770
		9 0.274	0.085	7.9066	0.544
		10 -0.067	-0.133	8.1008	0.619
		11 -0.098	-0.151	8.5622	0.662
		12 -0.059	-0.090	8.7499	0.724

Figura B-54 Correlograma del modelo TKM marítimo décima región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.168	-0.168	0.5117	0.474
		2 -0.099	-0.131	0.7041	0.703
		3 -0.067	-0.113	0.7998	0.850
		4 -0.035	-0.088	0.8287	0.935
		5 -0.130	-0.189	1.2624	0.939
		6 -0.203	-0.327	2.4269	0.877
		7 0.077	-0.141	2.6173	0.918
		8 0.038	-0.139	2.6697	0.953
		9 0.025	-0.139	2.6955	0.975
		10 0.073	-0.079	2.9667	0.982
		11 0.158	0.053	4.5589	0.951
		12 -0.034	-0.046	4.6585	0.968

Figura B-55 Correlograma del modelo TKM ferroviario décima región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.288	-0.288	1.4332	0.231
		2 0.060	-0.025	1.5009	0.472
		3 -0.342	-0.362	3.8896	0.274
		4 0.022	-0.224	3.9006	0.420
		5 -0.212	-0.394	5.0203	0.413
		6 0.096	-0.402	5.2809	0.508
		7 0.266	-0.030	7.5370	0.375
		8 0.030	-0.145	7.5702	0.477
		9 0.051	-0.040	7.6856	0.566
		10 -0.191	-0.107	9.7205	0.465
		11 -0.037	-0.139	9.8249	0.546
		12 -0.041	0.065	10.011	0.615

Figura B-56 Correlograma del modelo TKM caminero décima región

Sample: 2000 2012  
 Included observations: 13

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.464	-0.464	3.4963	0.062
		2	-0.142	-0.456	3.8555	0.145
		3	0.249	-0.094	5.0619	0.167
		4	-0.287	-0.366	6.8444	0.144
		5	0.024	-0.442	6.8588	0.231
		6	0.336	-0.066	9.9990	0.125
		7	-0.283	-0.149	12.607	0.082
		8	0.073	-0.077	12.815	0.118
		9	0.061	-0.081	12.999	0.163
		10	-0.153	-0.021	14.511	0.151
		11	0.094	-0.009	15.371	0.166
		12	-0.008	-0.166	15.385	0.221

Figura B-57 Correlograma del modelo PKM caminero urbano décima región

Sample: 1999 2012  
 Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.159	-0.159	0.4360	0.509
		2	-0.372	-0.408	3.0208	0.221
		3	-0.041	-0.233	3.0552	0.383
		4	0.220	-0.002	4.1401	0.387
		5	-0.006	-0.054	4.1410	0.529
		6	-0.235	-0.207	5.6814	0.460
		7	-0.012	-0.145	5.6861	0.577
		8	0.209	-0.004	7.3237	0.502
		9	-0.127	-0.223	8.0508	0.529
		10	0.029	0.050	8.0972	0.619
		11	-0.062	-0.167	8.3886	0.678
		12	0.022	-0.133	8.4435	0.750

Figura B-58 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano décima región

### Undécima región

Sample: 1985 2012  
 Included observations: 28

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.005	-0.005	0.0007	0.979
		2	-0.012	-0.012	0.0050	0.997
		3	-0.191	-0.191	1.2271	0.747
		4	-0.149	-0.158	2.0086	0.734
		5	-0.055	-0.070	2.1174	0.833
		6	-0.222	-0.287	4.0003	0.677
		7	0.024	-0.078	4.0237	0.777
		8	0.110	0.036	4.5273	0.807
		9	0.012	-0.131	4.5337	0.873
		10	-0.066	-0.194	4.7395	0.908
		11	0.127	0.114	5.5379	0.902
		12	0.041	-0.031	5.6244	0.934

Figura B-59 Correlograma del modelo PKM aéreo undécima región

Sample: 1992 2011  
Included observations: 20

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.030	-0.030	0.0206	0.886
		2 0.064	0.063	0.1192	0.942
		3 -0.184	-0.181	0.9909	0.803
		4 -0.404	-0.432	5.4819	0.241
		5 0.074	0.063	5.6409	0.343
		6 -0.175	-0.177	6.5998	0.359
		7 0.056	-0.173	6.7076	0.460
		8 -0.118	-0.342	7.2169	0.513
		9 0.021	-0.073	7.2352	0.613
		10 0.114	-0.106	7.8058	0.648
		11 0.156	0.031	8.9937	0.622
		12 0.029	-0.274	9.0400	0.700

Figura B-60 Correlograma del modelo TKM marítimo undécima región

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.077	-0.077	0.1033	0.748
		2 -0.057	-0.064	0.1648	0.921
		3 0.162	0.153	0.6963	0.874
		4 -0.256	-0.243	2.1643	0.706
		5 -0.395	-0.445	6.0530	0.301
		6 0.048	-0.105	6.1175	0.410
		7 -0.158	-0.171	6.9154	0.438
		8 0.030	0.035	6.9487	0.542
		9 0.057	-0.221	7.0924	0.628
		10 0.199	0.027	9.3012	0.504
		11 0.004	-0.119	9.3025	0.594
		12 -0.049	-0.219	9.5762	0.653

Figura B-61 Correlograma del modelo TKM caminero undécima región

Sample: 2000 2012  
Included observations: 13

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.303	-0.303	1.4926	0.222
		2 -0.142	-0.258	1.8522	0.396
		3 0.017	-0.136	1.8579	0.602
		4 -0.208	-0.344	2.7915	0.593
		5 -0.084	-0.432	2.9640	0.706
		6 0.260	-0.173	4.8519	0.563
		7 -0.058	-0.281	4.9610	0.665
		8 0.036	-0.285	5.0120	0.756
		9 0.235	0.061	7.6957	0.565
		10 -0.297	-0.146	13.427	0.201
		11 -0.053	-0.143	13.705	0.250
		12 0.097	-0.061	15.556	0.212

Figura B-62 Correlograma del modelo PKM caminero urbano undécima región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.200	0.200	0.7272	0.394
		2 0.077	0.038	0.8430	0.656
		3 -0.088	-0.116	1.0089	0.799
		4 -0.218	-0.192	2.1068	0.716
		5 -0.070	0.021	2.2305	0.816
		6 -0.091	-0.065	2.4667	0.872
		7 0.149	0.159	3.1721	0.869
		8 0.063	-0.028	3.3181	0.913
		9 0.105	0.064	3.7871	0.925
		10 -0.148	-0.220	4.9045	0.897
		11 -0.170	-0.061	6.7427	0.820
		12 -0.209	-0.158	10.466	0.575

Figura B-63 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano undécima región

### Duodécima región

Sample: 1985 2012  
Included observations: 28

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.113	0.113	0.3966	0.529
		2 -0.189	-0.204	1.5510	0.460
		3 -0.243	-0.205	3.5324	0.317
		4 -0.222	-0.231	5.2506	0.263
		5 0.009	-0.049	5.2534	0.386
		6 0.007	-0.150	5.2554	0.512
		7 0.052	-0.060	5.3627	0.616
		8 0.140	0.056	6.1887	0.626
		9 -0.134	-0.217	6.9860	0.639
		10 -0.415	-0.492	15.035	0.131
		11 0.080	0.052	15.350	0.167
		12 0.109	-0.202	15.971	0.193

Figura B-64 Correlograma del modelo PKM aéreo duodécima región

Sample: 1991 2011  
Included observations: 21

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.009	0.009	0.0019	0.965
		2 -0.302	-0.302	2.3145	0.314
		3 -0.133	-0.140	2.7924	0.425
		4 0.014	-0.090	2.7976	0.592
		5 0.236	0.171	4.4833	0.482
		6 0.113	0.099	4.8917	0.558
		7 -0.262	-0.167	7.2560	0.403
		8 -0.061	0.034	7.3965	0.495
		9 0.096	0.013	7.7674	0.558
		10 -0.027	-0.122	7.7987	0.648
		11 0.005	-0.028	7.7999	0.731
		12 -0.032	0.001	7.8557	0.796

Figura B-65 Correlograma del modelo TKM marítimo duodécima región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.115	0.115	0.2425	0.622
		2 -0.446	-0.466	4.1500	0.126
		3 0.089	0.283	4.3202	0.229
		4 0.402	0.159	8.0590	0.089
		5 -0.034	-0.017	8.0890	0.151
		6 -0.333	-0.141	11.231	0.081
		7 0.025	0.012	11.252	0.128
		8 0.261	0.031	13.742	0.089
		9 -0.043	-0.010	13.820	0.129
		10 -0.225	-0.022	16.394	0.089
		11 -0.090	-0.178	16.907	0.111
		12 -0.076	-0.285	17.393	0.135

Figura B-66 Correlograma del modelo TKM caminero duodécima región

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.031	0.031	0.0176	0.894
		2 -0.315	-0.316	1.9582	0.376
		3 -0.141	-0.132	2.3820	0.497
		4 -0.124	-0.247	2.7407	0.602
		5 -0.084	-0.213	2.9205	0.712
		6 0.231	0.087	4.4364	0.618
		7 0.137	-0.004	5.0304	0.656
		8 -0.288	-0.296	8.0475	0.429
		9 -0.040	-0.013	8.1159	0.523
		10 0.101	-0.042	8.6336	0.567
		11 -0.004	-0.054	8.6345	0.656
		12 -0.005	-0.102	8.6369	0.734

Figura B-67 Correlograma del modelo PKM caminero urbano duodécima región

Sample: 2000 2012  
Included observations: 13

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.045	0.045	0.0333	0.855
		2 -0.053	-0.056	0.0839	0.959
		3 -0.186	-0.182	0.7578	0.860
		4 -0.142	-0.134	1.1945	0.879
		5 -0.425	-0.462	5.5894	0.348
		6 -0.149	-0.285	6.2057	0.401
		7 0.206	0.038	7.5809	0.371
		8 0.199	-0.032	9.1258	0.332
		9 -0.002	-0.237	9.1260	0.426
		10 0.012	-0.299	9.1348	0.519
		11 0.158	-0.026	11.571	0.397
		12 -0.163	-0.186	16.732	0.160

Figura B-68 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano duodécima región

## Región Metropolitana

Sample: 1986 2012  
Included observations: 27

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.093	0.093	0.2616	0.609		
2	-0.020	-0.029	0.2745	0.872		
3	0.074	0.079	0.4527	0.929		
4	0.206	0.194	1.9042	0.753		
5	-0.025	-0.060	1.9259	0.859		
6	-0.277	-0.280	4.7945	0.570		
7	-0.058	-0.046	4.9266	0.669		
8	-0.168	-0.223	6.0892	0.637		
9	-0.088	-0.014	6.4295	0.696		
10	-0.117	0.008	7.0625	0.720		
11	0.061	0.125	7.2434	0.779		
12	-0.194	-0.232	9.1987	0.686		

Figura B-69 Correlograma del modelo PKM aéreo región metropolitana

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.232	-0.232	0.9819	0.322		
2	-0.053	-0.112	1.0360	0.596		
3	0.076	0.039	1.1593	0.763		
4	-0.271	-0.265	2.8564	0.582		
5	0.037	-0.095	2.8914	0.717		
6	-0.124	-0.214	3.3268	0.767		
7	-0.106	-0.222	3.6861	0.815		
8	0.031	-0.216	3.7212	0.881		
9	0.014	-0.149	3.7293	0.928		
10	0.042	-0.173	3.8189	0.955		
11	0.002	-0.242	3.8192	0.975		
12	0.285	0.125	10.731	0.552		

Figura B-70 Correlograma del modelo PKM ferroviario región metropolitana

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.154	0.154	0.4074	0.523		
2	-0.482	-0.518	4.7488	0.093		
3	0.058	0.350	4.8172	0.186		
4	0.231	-0.218	6.0114	0.198		
5	-0.217	-0.070	7.1794	0.208		
6	-0.288	-0.208	9.4997	0.147		
7	-0.025	-0.169	9.5204	0.217		
8	-0.094	-0.322	9.8507	0.276		
9	-0.066	0.072	10.044	0.347		
10	0.141	-0.137	11.159	0.345		
11	0.079	0.025	11.626	0.392		
12	0.007	0.002	11.632	0.476		

Figura B-71 Correlograma del modelo TKM ferroviario región metropolitana



Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.210	0.210	0.8006	0.371
		2 -0.208	-0.264	1.6503	0.438
		3 -0.210	-0.112	2.5910	0.459
		4 -0.214	-0.216	3.6536	0.455
		5 0.142	0.191	4.1661	0.526
		6 0.180	-0.011	5.0831	0.533
		7 -0.185	-0.254	6.1749	0.519
		8 -0.227	-0.125	8.0478	0.429
		9 -0.186	-0.155	9.5134	0.391
		10 -0.165	-0.266	10.910	0.365
		11 0.199	0.046	13.433	0.266
		12 0.105	-0.161	14.373	0.278

Figura B-72 Correlograma del modelo TKM caminero región metropolitana

Sample: 1999 2012  
Included observations: 14

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.048	-0.048	0.0404	0.841
		2 -0.166	-0.169	0.5573	0.757
		3 -0.380	-0.410	3.4951	0.321
		4 -0.001	-0.125	3.4951	0.479
		5 -0.085	-0.309	3.6770	0.597
		6 -0.005	-0.357	3.6777	0.720
		7 0.057	-0.284	3.7814	0.805
		8 0.215	-0.187	5.5129	0.702
		9 0.249	0.098	8.2868	0.506
		10 -0.159	-0.115	9.7053	0.467
		11 -0.273	-0.207	15.281	0.170
		12 -0.073	-0.026	15.874	0.197

Figura B-73 Correlograma del modelo PKM caminero urbano región metropolitana

Sample: 1998 2012  
Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.014	-0.014	0.0036	0.952
		2 -0.404	-0.405	3.2114	0.201
		3 0.103	0.107	3.4382	0.329
		4 0.061	-0.124	3.5246	0.474
		5 0.101	0.231	3.7846	0.581
		6 -0.009	-0.076	3.7867	0.706
		7 -0.327	-0.234	7.1882	0.410
		8 -0.161	-0.269	8.1358	0.420
		9 0.162	-0.076	9.2516	0.414
		10 0.016	-0.118	9.2653	0.507
		11 -0.023	0.107	9.2993	0.594
		12 -0.174	-0.244	11.886	0.455

Figura B-74 Correlograma del modelo PKM caminero interurbano región metropolitana

## Bunker

Sample: 1992 2007  
Included observations: 16

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.282	-0.282	1.5272	0.217
		2	-0.094	-0.189	1.7092	0.425
		3	-0.064	-0.167	1.7996	0.615
		4	-0.031	-0.144	1.8224	0.768
		5	-0.241	-0.393	3.3393	0.648
		6	0.298	0.027	5.9004	0.434
		7	-0.191	-0.285	7.0647	0.422
		8	-0.011	-0.278	7.0688	0.529
		9	0.215	0.016	8.9713	0.440
		10	0.055	0.005	9.1145	0.521
		11	-0.181	-0.080	10.994	0.444
		12	0.102	-0.042	11.749	0.466

Figura B-75 Correlograma del modelo bunker aéreo

Sample: 1991 2007  
Included observations: 17

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.072	0.072	0.1047	0.746
		2	-0.382	-0.389	3.2425	0.198
		3	-0.180	-0.135	3.9939	0.262
		4	-0.024	-0.180	4.0084	0.405
		5	0.063	-0.065	4.1155	0.533
		6	-0.076	-0.224	4.2829	0.638
		7	-0.062	-0.124	4.4090	0.732
		8	0.129	-0.003	5.0102	0.756
		9	0.102	-0.019	5.4265	0.796
		10	-0.039	-0.040	5.4959	0.856
		11	0.112	0.221	6.1723	0.862
		12	-0.197	-0.255	8.6689	0.731

Figura B-76 Correlograma del modelo bunker marítimo

## **ANEXO C DIGITAL**

### **C.1 Asignación de Demanda Modo Caminero.**

*[AnexoC1 Asigacion de demanda modo caminero.xlsx]*

Se adjunta planilla en formato Excel con el desarrollo de la metodología de asignación de demanda del modo caminero, en donde en primer lugar se asigna consumo de combustible a las distintas categorías para posteriormente asignar una demanda de transporte.

En las hojas PKM y TKM es posible encontrar el detalle de asignación de demandas para el modo caminero, las cuales se nutren de la información proveniente de las planillas adyacentes, las cuales se describen a continuación.

**Parque vehicular.** (Parque 2009, Parque 2010, Parque 2011, Parque 2012)

En estas planillas se recopila la información suministrada por INE respecto del parque nacional vehicular, se identifican número de unidades para las diferentes categorías de transporte caminero, separadas por combustible.

**Datos para asignación.** (FdC y NA)

En esta planilla se recopila la información respecto de los factores de consumo y niveles de actividad de las distintas categorías de transporte caminero, además de las densidades de los combustibles gasolina y diésel reportadas en el BNE.

**Asignación de consumos de combustible** (CONSUMOS, ASIGNACION DE PORCENTAJES, CONSUMOS por TIPO, CONSUMO TKM)

En estas planillas se asigna el combustible consumido por el sector transporte a las determinadas categorías según la metodología de asignación de consumos descrita en la sección 3.2 para posteriormente asignar una demanda en PKM o TKM según corresponda.

## **Asignación de demanda de transporte (PKM, TKM)**

En estas planillas se desarrolla el detalle de la asignación de demanda de transporte a las determinadas categorías del modo caminero, como resultado de esta planilla se obtienen las series que se proyectan para este modo.

## **C.2 Asignación de Demanda modo Ferroviario.**

*[AnexoC2 Asigacion de demanda modo ferroviario.xlsx]*

Se adjunta planilla en formato Excel con el desarrollo de la metodología de asignación de demanda del modo ferroviario, en donde en primer lugar se asigna el carácter regional a la información suministrada por el departamento ferroviario, para después desarrollar las series de demanda que serán proyectadas por el modelo de proyección

### **Información de carga (DATOS08-09, DATOS11, DATOS12)**

En estas planillas se incorpora la información proveniente del departamento ferroviario para el transporte de carga por vías férreas.

### **Información de pasajeros (DATOSPKM)**

En esta planilla se incorpora la información proveniente del departamento ferroviario para el transporte de pasajeros por vías férreas.

### **Generación de Series Históricas (PKM y TKM Final)**

En esta planilla se realiza la asignación final de demanda tanto de transporte de carga como de transporte de pasajeros, como resultado se generan las series de demanda que serán proyectadas por el modelo de proyecciones, descrito en la sección 3.3

## **ANEXO D MANUAL DE USUARIOS**

A continuación se presenta el manual que detalla los distintos pasos que los usuarios deberán seguir para poder moverse dentro de la aplicación Web STEP:

**REPÚBLICA DE CHILE**  
**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES**  
**SECTRA**

**MANUAL DE USUARIOS**  
**STEP**



**Santiago 2014**

## **1. Introducción.**

El siguiente manual detalla los distintos pasos que los usuarios deberán seguir para poder moverse dentro de la aplicación Web. Dependiendo de los privilegios de cada usuario, se podrá interactuar como menor o mayor soltura dentro de la aplicación Web.

El manual se divide en 3 distintas secciones. El primer capítulo describe la base de datos que se utiliza como motor de cálculo para la aplicación web. Modificando la base de datos el usuario podrá elaborar distintos escenarios y si el usuario tiene el privilegio de administrador podrá modificar la LB. El segundo capítulo describo cada una de las distintas funciones que contiene la aplicación web, Así el usuario podrá desplazarse por la herramienta de forma natural. El tercer capítulo describe los pasos que el usuario debe realizar para la exportación de los resultados obtenidos en la aplicación. La exportación de los datos se puede realizar en dos formatos distintos, uno de ellos con extensión .csv el que se podrá abrir en excel y el otro formato sería en sistema de información geográfica.

## **2. Base de Datos.**

En este capítulo se explicara de forma detallada la elaboración de la base de datos que alimenta a la aplicación web. La base de datos está formada por 36 planillas en formato excel. Cada una de estas planillas contiene información que es fundamental para el desarrollo de los cálculos. Estas 36 planillas se pueden dividir en 4 grupos, demanda, partición modal, tecnológico – Operacional y Factores de Emisión.

El primer grupo (Demanda) está formado por las siguientes planillas:

- PKM
- TKM
- PKM AER-CAM-FERR INT
- TKM CAM-FERR-MAR INT

El segundo grupo Partición Modal está formado por las planillas:

- PM PKM IU CAM
- PM PKM IU CAM
- PM TKM U CAM
- PM TKM IU CAM

El tercer grupo Tecnológico – Operacional está formada por las siguientes planillas:

- TASA DE OCUPACIÓN PKM
- TASA DE OCUPACIÓN TKM
- PROYECCIONES PKM URB PARTICULAR
- PROYECCIONES PKM URB TAXI
- PROYECCIONES PKM URB BUSES
- CONSUMO X TECNO PARTICULAR
- CONSUMO X TECNO TAXI
- CONSUMO X TECNO BUS
- CONSUMO X TECNO URB METRO
- CONSUMO CAMION URB LIVIANO
- CONSUMO CAMION URB MEDIANO
- CONSUMO CAMION URB PESADO
- CONSUMO ENERGETICO
- COMPOSICION MARITIMO-AERO
- COMPOSICION CRITERIO PASAJERO
- COMPOSICION CRITERIO TAXIS
- COMPOSICION CRITERIO BUSES
- COMPOSICION CRITERIO CAMION LIV
- COMPOSICION CRITERIO CAMION MED
- COMPOSICION CRITERIO CAMION PES
- FACTOR DE CARGA
- FACTOR CONVERSIÓN

El cuarto grupo es el que contiene los factores de emisiones para los distintos tipos de modos, está formada por las siguientes planillas:

- FE LOCALES PARTICULAR
- FE LOCALES CAMION
- FE LOCALES BUSES
- FACTORES EMISIÓN (MWH)

La planilla BUNKER es utilizada para el cálculo de emisiones bunker.

A Continuación se detallara el contenido de cada una de las planillas, junto con los pasos que hay que seguir para transformas las planillas a un formato legible para la Aplicación Web.

La planilla PKM contiene el número de Pasajero kilometro y su composición urbano e inter-urbana, separadas por año y por las distintas regiones.



La planilla TKM contiene el número de Toneladas kilómetros y su composición urbana e inter-urbana, separada por años y por región.

La planilla PKM AER-CAM-FERR INT contiene la composición pasajero kilometro inter-urbano dividido entre los modos Aéreo, Caminero y Ferro. Todo esto separado por años y las 15 regiones.

La planilla TKM CAM-FERR-MAR INT contiene la composición de las toneladas kilómetros inter-urbanos dividido en los modos Ferroviario, Caminero y Marítimo. Separado por año y por regiones.

Las planillas PM PKM U CAM y PM PKM IU CAM contienen información de la partición modal para el modo caminero tanto para el transporte de pasajero urbano como para el inter-urbano.

Las planillas PM TKM U CAM y PM TKM IU CAM contiene información de la partición modal modo caminero tanto para el transporte de carga urbano como inter-urbano.

La planilla TASA DE OCUPACIÓN PKM contiene el número de pasajeros por tipo de vehículo, tanto para vehículos urbanos como inter-urbanos distribuidos por región.

La planilla TASA DE OCUPACIÓN TKM contiene la distribución de la carga para las diferentes categorías de camiones (liviano, mediano y pesado), tanto urbano como inter-urbanos separados por región.

Las planillas de PROYECCIONES PKM URB PARTICULAR, PROYECCIONES PKM URB TAXI y PROYECCIONES PKM URB BUSES presentan la composición por tipo de combustible para los distintos años hasta el 2050 y por cada una de las regiones.

Las planillas CONSUMO X TECNO PARTICULAR, CONSUMO X TECNO TAXI, CONSUMO X TECNO BUS y CONSUMO X TECNO URB METRO contiene el valor del consumo por tecnología separado en año y región.

Las planillas CONSUMO CAMION URB LIVIANO, CONSUMO CAMION URB MEDIANO y CONSUMO CAMION URB PESADO contiene el valor de consumo para camiones livianos, medianos y pesados.

La planilla CONSUMO ENERGETICO contiene información del consumo energético para el modo Ferroviario y modo Aéreo. A su vez presenta el consumo diésel para el modo Ferroviario.

La planilla COMPOSICION MARITIMO-AERO presenta la disposición de los tipos de combustible que intervienen en el modo marítimo y en el modo aéreo, a nivel nacional como internacional.

Las planillas COMPOSICION CRITERIO PASAJERO, COMPOSICION CRITERIO TAXIS, COMPOSICION CRITERIO BUSES, COMPOSICION CRITERIO CAMION LIV, COMPOSICION CRITERIO CAMION MED y COMPOSICION CRITERIO CAMION PES presenta la distribución de las normas de emisiones, para el modo caminero distribuidas por año y por región.

En las planillas FACTOR DE CARGA se presentan los valores

La planilla FACTOR CONVERSIÓN está compuesta por distintos parámetros que ayudan a la unificación de las unidades dentro del modelo.

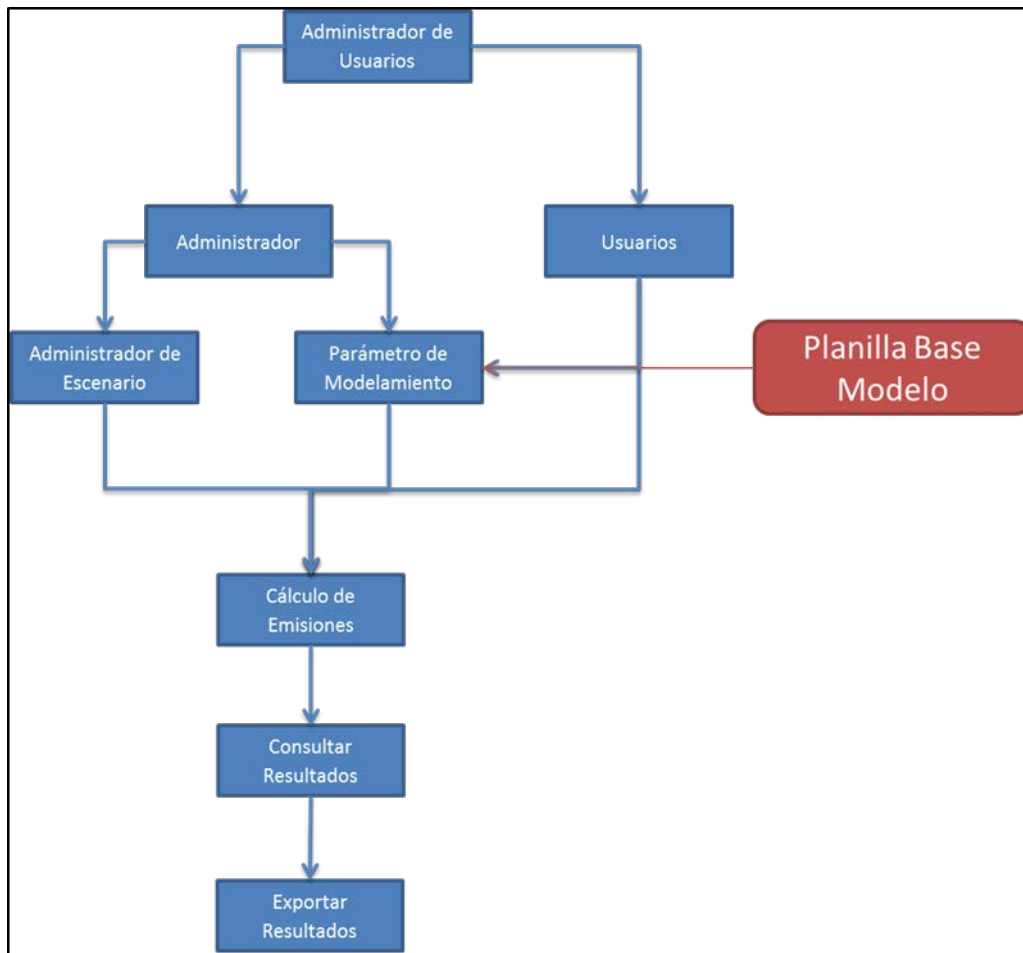


Figura 77. Diagrama esquemático modelo aplicación Web.

### 3. Aplicación Web.

En este capítulo se dará a conocer detalladamente las funcionalidades que presenta la aplicación y cuáles serán los pasos a seguir para la creación de los usuarios y escenarios. También se verá de qué manera el usuario podrá agregar nuevos valores al modelo, el único usuario que podrá realizar modificaciones de la Línea Base será el administrador.

#### 3.1. Administrador de Usuarios

Dentro de esta ventana se podrán crear usuarios, eliminar usuarios y asignar determinados privilegios. Para agregar un usuario a la aplicación lo primero que se tiene que hacer es, seleccionar el botón crear que se ubica en la parte inferior derecha del recuadro superior. Luego agregar un nombre de usuario y una contraseña, de manera opcional se podrá agregar el nombre y Apellido del usuario junto con su correo electrónico. Una vez

agregado los datos personales del nuevo usuario se deberá seleccionar el Rol que se le asignará al nuevo usuario. Solo los usuarios con ciertos privilegios podrán realizar cambios dentro de esta ventana

The screenshot shows a web browser window with the URL `www.areati.cl/step/admin_usuarios.php?usr=luis&sid=kW2wM0d2BYTQg5`. The page features a left sidebar with the logo of SECTRA (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones) and the text "STEP 2.0 Gobierno de Chile". Below the logo, the sidebar contains a menu with the following items: "Usuarios", "Parámetros de Modelamiento", "Administrar Escenarios", "Calcular Emisiones", "Consultar Resultados", and "Exportar Resultados". The main content area is divided into two sections. The top section is a form for user management, containing the following fields: "Usuarios:" with a dropdown menu showing "--- Seleccione Usuario ---"; "Nombre de Usuario:" with the text "luis"; "Contraseña:" with a masked field "\*\*\*\*\*"; "Nombres:" with an empty text input; "Apellidos:" with an empty text input; "eMail:" with an empty text input; and "Rol:" with a dropdown menu showing "--- Seleccione Rol ---" and a list of roles: "Seleccione Rol", "Usuario de Consulta", "Estudio de Escenarios", and "Administrador". The bottom section is titled "Resultado de la Operación" and is currently empty.

Figura 78 Asignación de usuario.

### 3.2. Parámetro de Modelamiento

En esta sección se podrá visualizar los valores de entradas con los que la aplicación realizara los cálculos. El usuario tendrá la opción de visualizar los valores de la línea base y de los distintos escenarios que se hayan creado. Se deberá seleccionar el menú desplegable Escenario para poder escoger sobre qué escenario se quiere trabajar ver Figura 79.

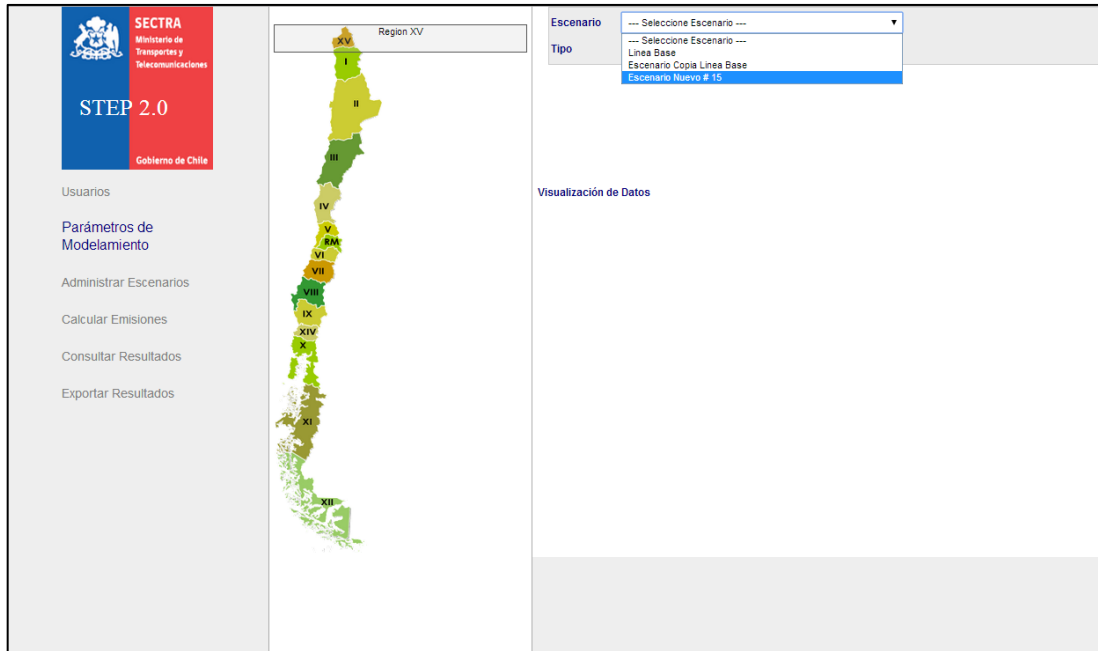


Figura 79 Parámetro de Modelamiento - Escenarios.

Una vez seleccionado el escenario que se quiere visualizar se deberá seleccionar el menú desplegable **Tipo**, dentro de este menú aparecerán 3 opciones a seleccionar la primera de ellas será *Demanda*, seguido aparecerá *Partición Modal* y por último se encontrará *Tecnológico/Operacional*. Dependiendo de lo que el usuario quiera visualizar deberá seleccionar la opción adecuada ver Figura 80.

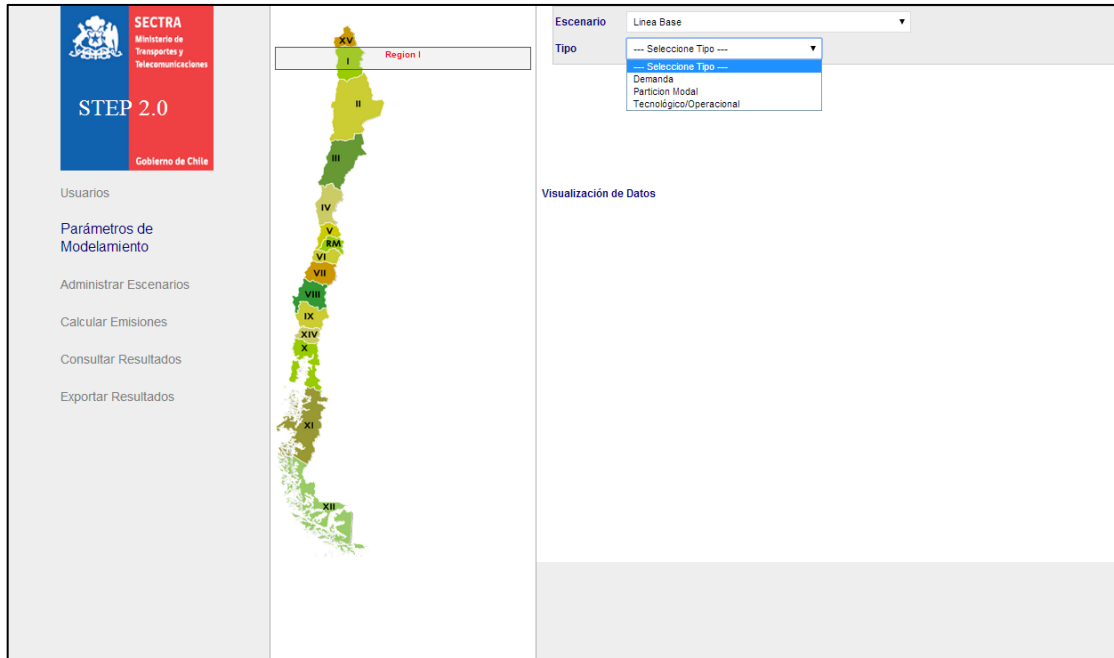


Figura 80 Parámetro de modelamiento – Tipo.

Una vez seleccionado el escenario y el tipo en la pantalla aparecerá un nuevo menú desplegable *Transporte*, en este menú el usuario deberá seleccionar sobre que ámbito se desplegarán los valores. Pudiendo elegir entre PKM Urbano, PKM Interurbano, TKM Urbano y TKM Interurbanos los que fueron descritos en la sección 2 ver .

Figura

81.

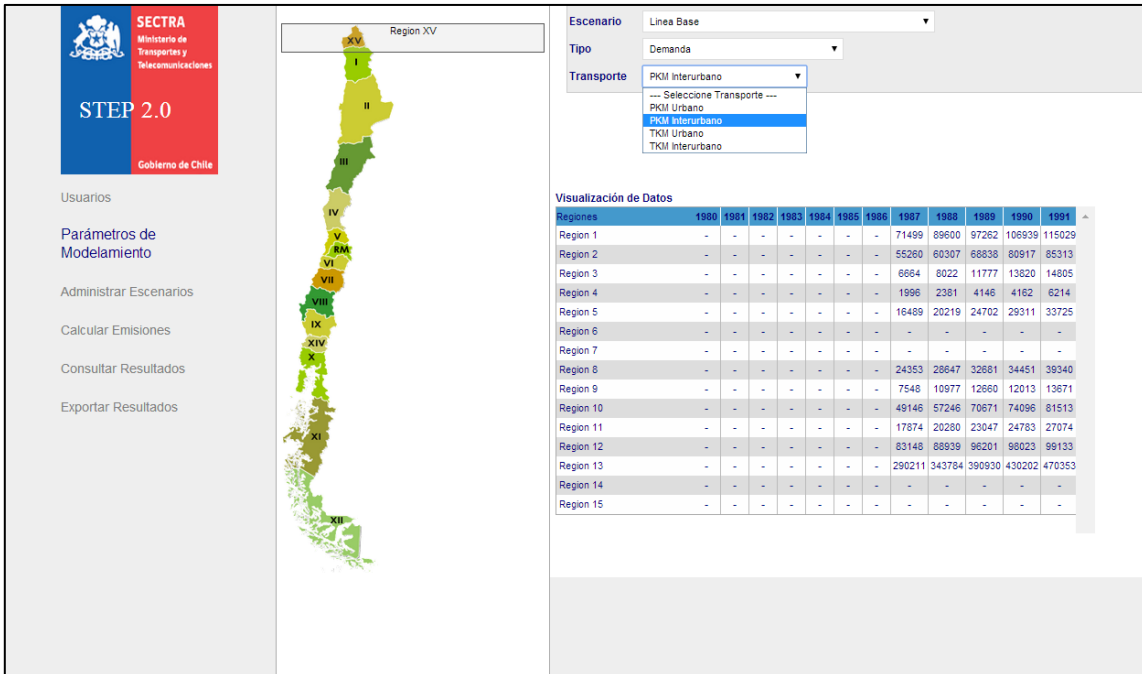


Figura 81 Parámetro de Modelamiento - Transporte

### 3.3. Administrador de Escenarios

En esta sección el usuario podrá realizar comparaciones entre los distintos escenarios como a su vez entre un escenario y la línea base. Podrá a crear nuevos escenarios, eliminar los escenarios antiguos y podrá modificar los escenarios ya creados.

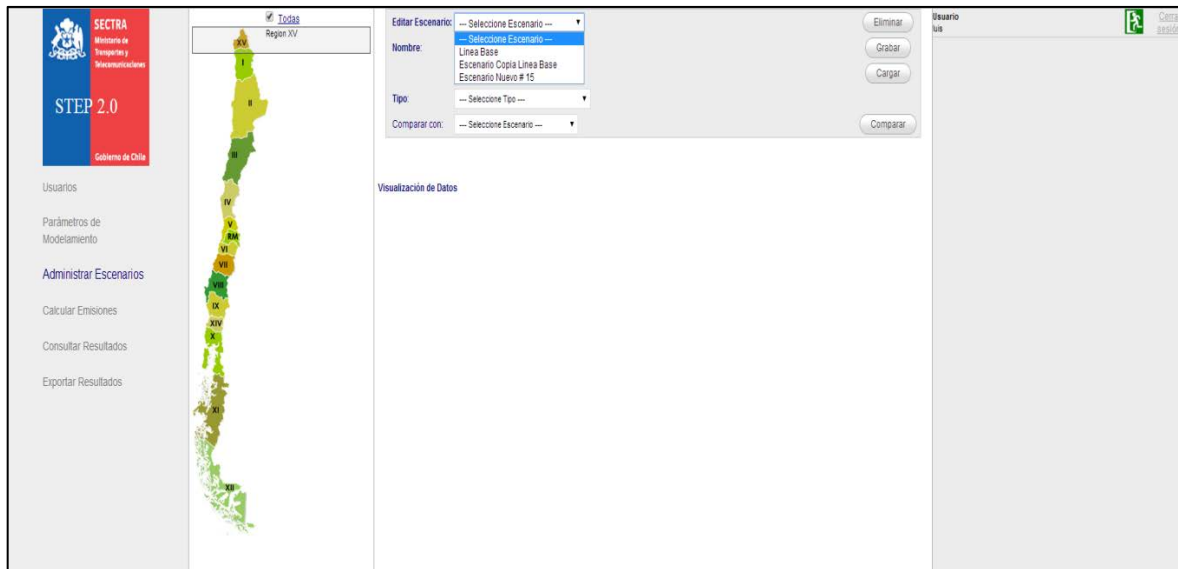


Figura 82 Administración de Escenario – Editar Escenario

Para la creación de un nuevo escenario el usuario deberá presionar el botón *Elegir archivos*. Una vez que el usuario allá presionado el botón, se abrirá una carpeta de búsqueda en donde se deberá seleccionar el o los archivos que se desean modificar. Ya seleccionado los archivos a subir, se deberá presionar el botón cargar. Una vez que los archivos sean subidos a la aplicación el usuario deberá colocar un nombre que identifique al nuevo escenario, y luego presionar grabar como se muestra en la imagen siguiente. Para más información de cómo crear un archivo para importar ver capítulo 4.



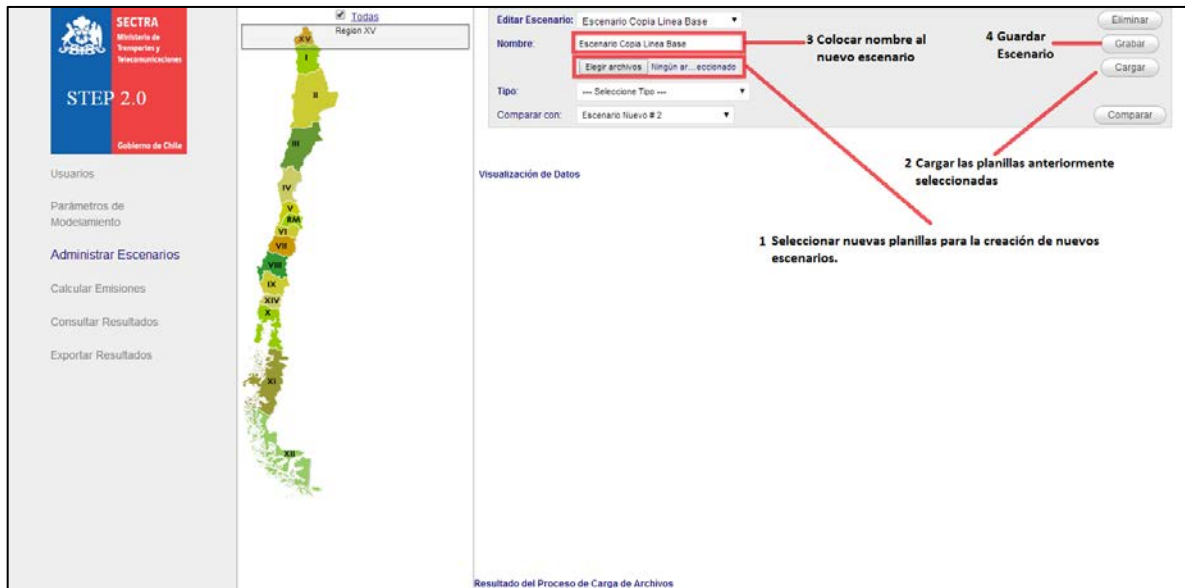


Figura 83 Administración de Escenario – Creación de escenario

Si el usuario quisiera hacer una comparación entre los distintos escenarios o línea base, lo primero que se tendrá que hacer, es dentro de la casilla *editar Escenario* seleccionar el nombre del escenario a comparar. Luego dentro de la casilla *Tipo* de deberá seleccionar que archivo se desea comparar. Dependiendo del tipo que el usuario escoja, son los menús que se desplegaran. Si se selecciona el tipo Demanda en la pantalla se desplegará el tipo de ámbito ver Figura 84. Al seleccionar demanda nos aparecerá un nuevo menú desplegable *Transporte*, dentro de este menú encontraremos el valor de los PKM o TKM tanto para el modo urbano como interurbano. Una vez que se allá seleccionado el valor de los PKM o TKM se deberá seleccionar el escenario a comparar dentro de la casilla *Comparar con*, luego se deberá oprimir el botón compara. Los valores que se hayan modificado saldrán destacados en rojo.

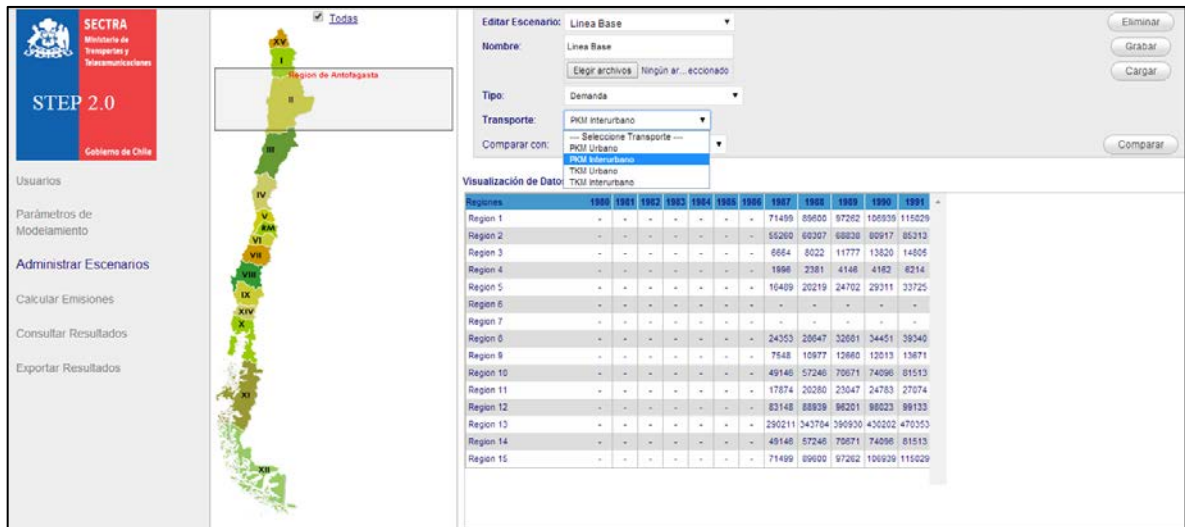


Figura 84 Administración de Escenario – Demanda

Si el usuario escoge partición modal se desplegarán una serie de casillas como se muestra en la Figura 85. Paso 1 seleccionar el tipo de *Transporte*, paso dos selecciones la tasa que se desea utilizar. Paso 3 seleccionar el modo que desea visualizar, paso 4 Escoger qué tipo de vehículo desea revisar. Paso 5 seleccionar el escenario que quiere comparar y presiones el botón comprobar.

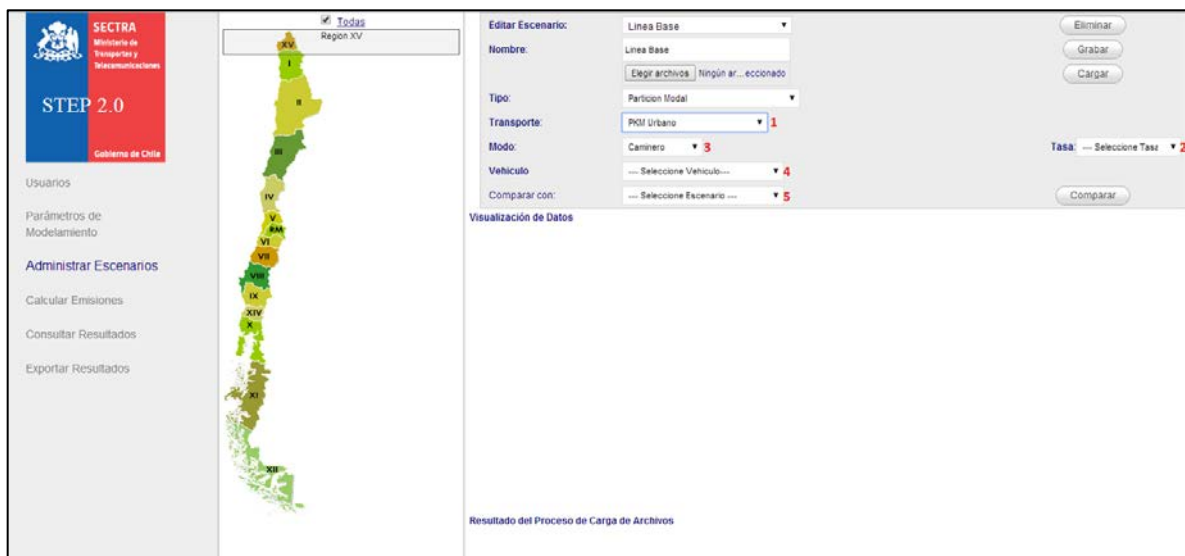


Figura 85 Administración de Escenario – Partición Modal

Si el usuario escoge Tecnológico/Operacional se desplegarán una serie de casillas como se muestra en la Figura 86. Paso 1 seleccionar el tipo de *Transporte*, paso dos seleccionar el modo que se desea utilizar. Paso 3 seleccionar el tipo de vehículo a visualizar, paso 4 Escoger la tabla que desea visualizar o comparar (*Factor*). Paso 5 seleccionar la región a la que le pertenecerán los datos. Realizados los pasos anteriores si se desea compara los valores obtenidos con los de otro escenario, se deberá seleccionar dentro de la casilla “*comparar con*” el escenario a comparar y luego oprimir el botón comparar, sí no se desea comparar el escenario y solo se quiere visualizar las distintas tablas sólo se debe ejecutar los pasos descritos anteriormente.

The screenshot shows the SECTRA STEP 2.0 interface. On the left is a navigation menu with options like 'Usuarios', 'Parámetros de Modelamiento', 'Administrar Escenarios', 'Calcular Emisiones', 'Consultar Resultados', and 'Exportar Resultados'. The main area features a map of Chile with regions I through XVIII highlighted. The 'Region de Tarapaca' is selected. On the right, the 'Editar Escenario' panel is configured with the following settings:

- Nombre: Línea Base
- Tipo: Tecnológico/Operacional
- Transporte: PKU Urbano (1)
- Modo: Camión (2)
- Vehículo: Taxi (3)
- Factor: Proyección Tecnológica (4)
- Región: Región I (5)
- Comparar con: --- Seleccione Escenario ---

Below the configuration panel is a 'Visualización de Datos' table showing emission values for various fuel types from 2026 to 2038. The table has 13 rows and 13 columns (years 2026-2038 plus a final column for 2038). The values are as follows:

Valores	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Gasolina [km/lit]	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.92	0.92	0.92	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
HYB-Gasolina [km/lit]	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
HYB-Plug-inG [km/lit]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diesel [km/lit]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYB-Diesel [km/lit]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HYB-Plug-inD [km/lit]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eléctrico [MWh/lit]	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Biodiesel [km/lit]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol [km/lit]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLP [km/lit]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GNV [km/lit]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FuelCell [lit]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 86 Administración de Escenario – Tecnológico/Operacional.

### 3.4. Calculo de Emisiones

En esta sección el usuario podrá obtener los resultados de las emisiones tanto Globales como Locales, de los distintos escenarios como también de la línea base.

Para visualizar los resultados lo primero es escoger cual será el escenario a evaluar. Ir a la casilla *Escenario* abrir el menú desplegable y seleccionar el escenario a evaluar como se muestra en la siguiente figura.

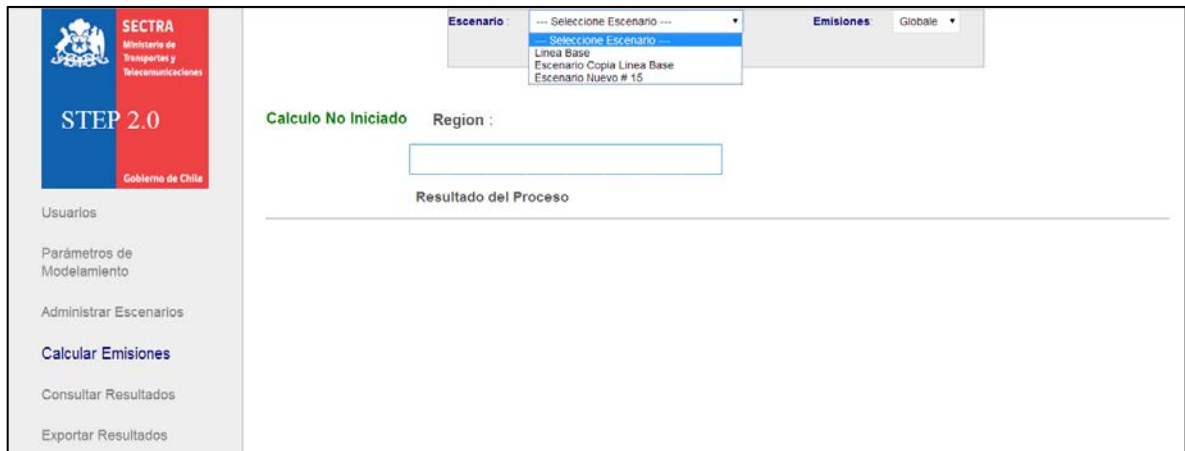


Figura 87 Calculo Emisiones - Escenario

Una vez escogido el escenario ir a la casilla *Emisiones*, abrir el menú desplegable y seleccionar que tipo de contaminante se desea evaluar, como se muestra en la siguiente figura.

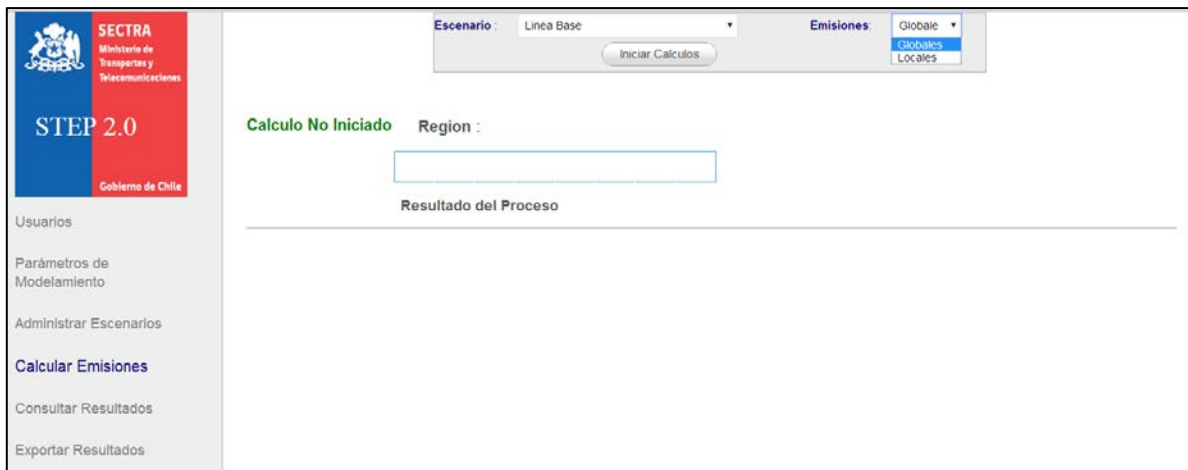


Figura 88 Calculo Emisiones – Emisiones

Una vez que se tiene el Escenario y el tipo de Emisiones a evaluar se deberá oprimir el botón (Iniciar Cálculos) ubicado bajo el menú desplegable de la casilla *Escenario*. Una vez iniciado los cálculos se verán en la pantalla como van avanzando el proceso de cálculo. Al terminar de calcular se mostrara en pantalla las 15 regiones y más abajo se verán las tablas con los distintos resultados ver Figura 89.

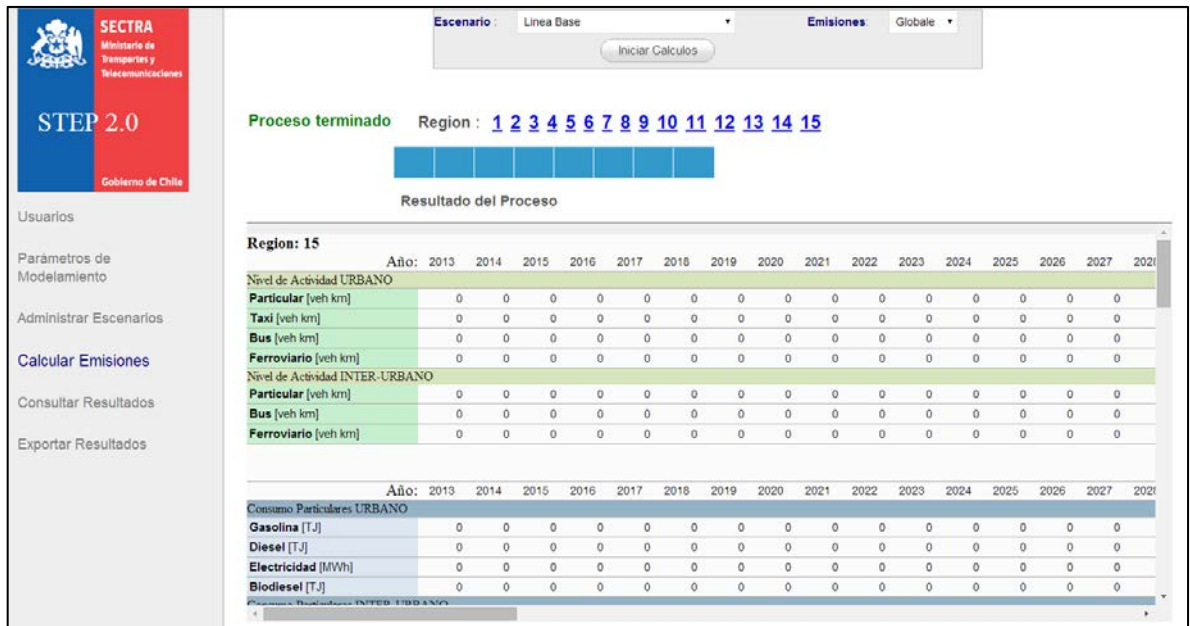


Figura 89 Calcular Emisiones - Resultado

Los resultados se mostraran por regiones, por lo que para ver los valores se deberá seleccionar la región que se querrá analizar.

### 3.5. Consultar Resultados

En esta sección el usuario podrá revisar el resultado de cada uno de los escenarios y podrá hacer comparación entre los distintos escenarios. Esta revisión o comparación se podrá realizar por tipo de emisiones y por cada una de las regiones.

Para consultar los resultados se tiene que seleccionar dentro del menú desplegable de la casilla *Escenario*, con qué escenario quiere trabajar.

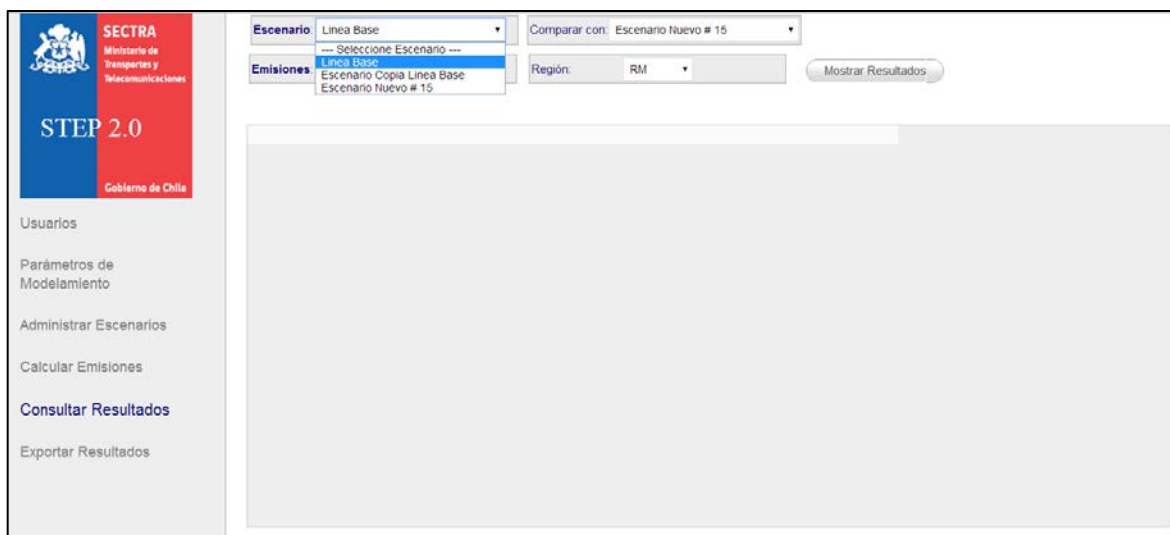


Figura 90 Consultar Resultados - Escenarios

Seleccionado el escenario, el usuario deberá seleccionar en la casilla *Emisiones*, que tipo de emisiones se desea evaluar

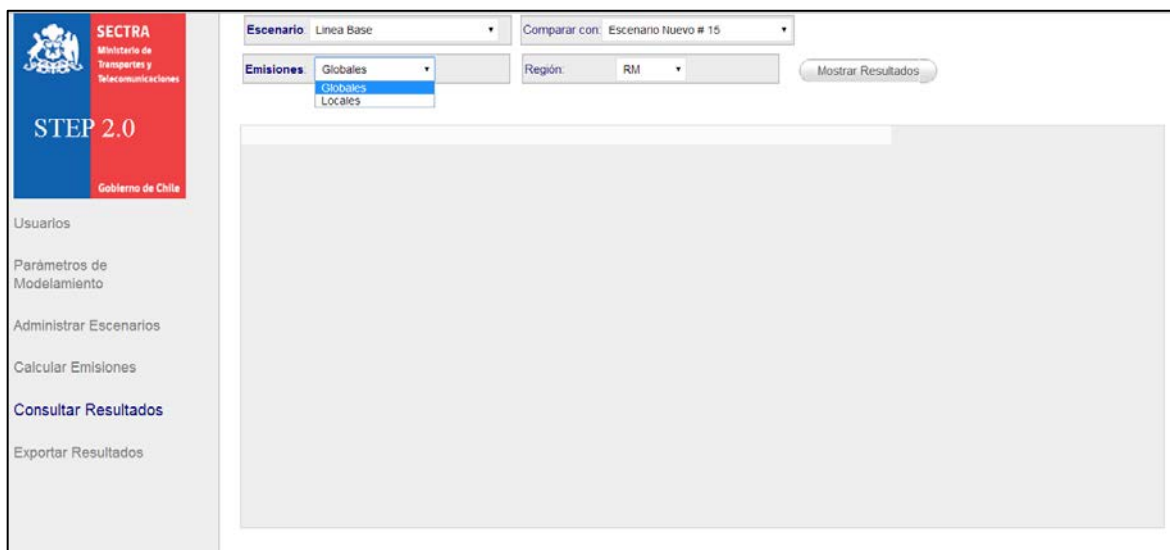


Figura 91 Consultar Resultados - Emisiones

Por último el usuario deberá seleccionar la región a la que corresponderán los datos a visualizar. Una vez seleccionada la región se deberá presionar el botón *mostrar resultado*, mostrando la información que fue solicitada.

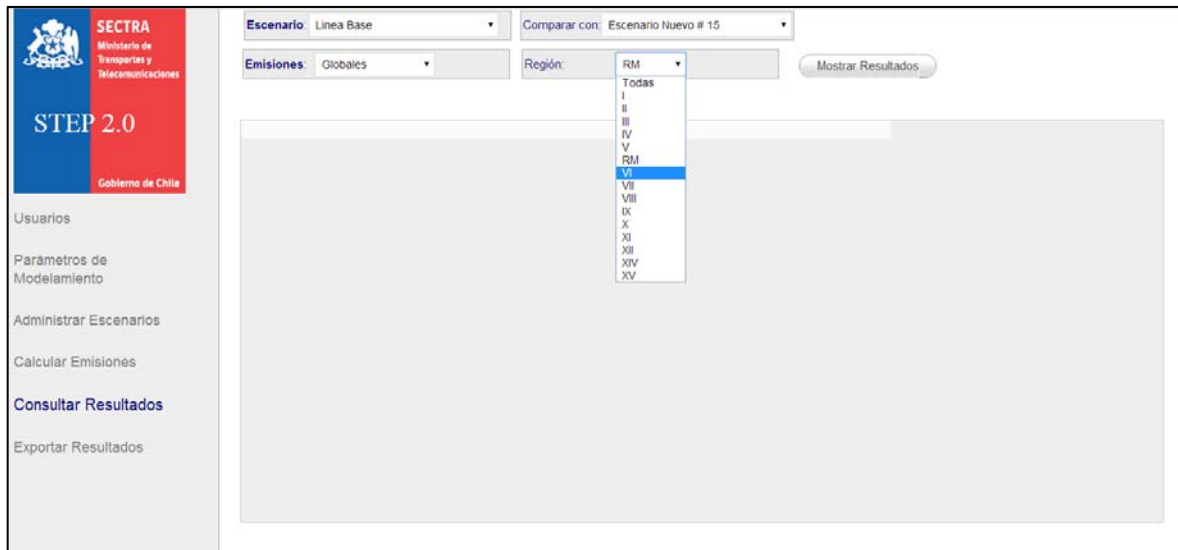


Figura 92 Consultar Resultados – Región

Si el usuario quisiera realizar una comparación entre dos escenarios, deberá realizar el mismo proceso descrito anteriormente. El único cambio que se debiera realizar sería que antes de seleccionar la región se debiese elegir dentro de la casilla *comparar con* el escenario a comparar.

## 4. Importación, Exportación y Análisis.

En este capítulo se abordará el procedimiento a realizar para la importación de los archivos a la aplicación, se describirá cual será el formato en que se deberá transformar los archivos excel para que el modelo los reconozca. Como también se abordará el procedimiento de Exportación de los datos del modelo.

### 4.1.Importación

La importación de las planillas se deberá realizar dentro de la ventana Administrar Escenarios. Para que el usuario pueda importar alguna planilla lo primero que tendrá que hacer será, guardar la planilla a importar al formato CSV ver Figura 93.

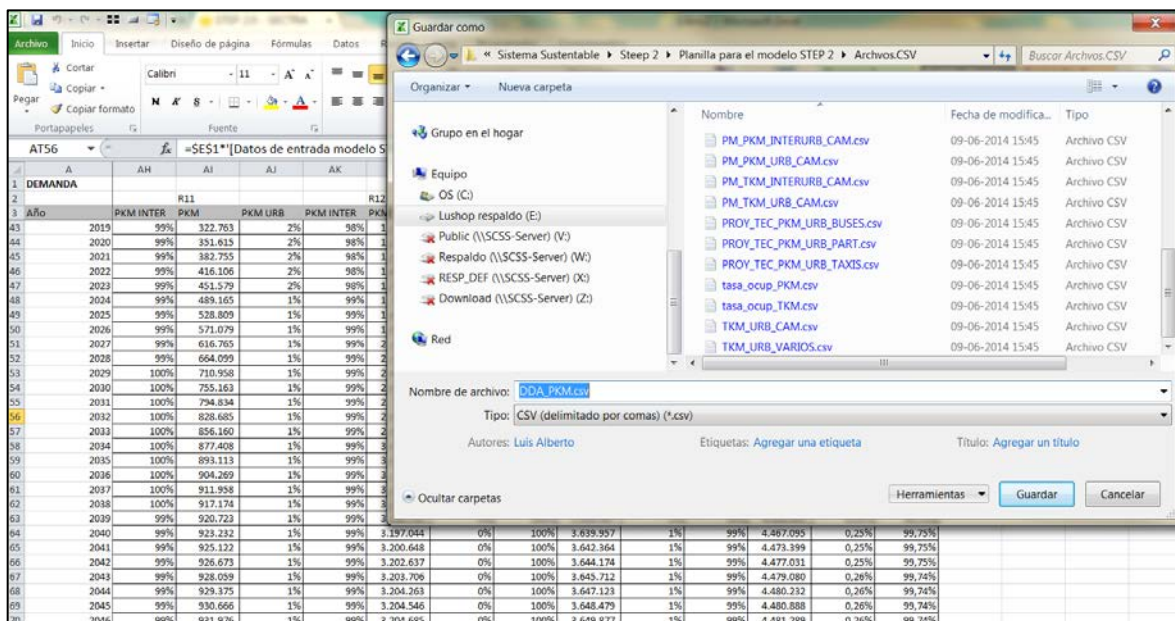


Figura 93 Importación – Guardar archivo

Una vez guardada la planilla en el formato solicitado, el usuario deberá ir a la ventana de Administrar Escenarios. Dentro de Administrar Escenarios el usuario deberá seleccionar el botón Elegir archivos. Elegido el archivo se abrirá un buscador, acá el usuario deberá ingresar la ruta donde se encuentra el documento a subir. Seleccionado el documento a subir se deberá presionar el botón abrir ver Figura 94.



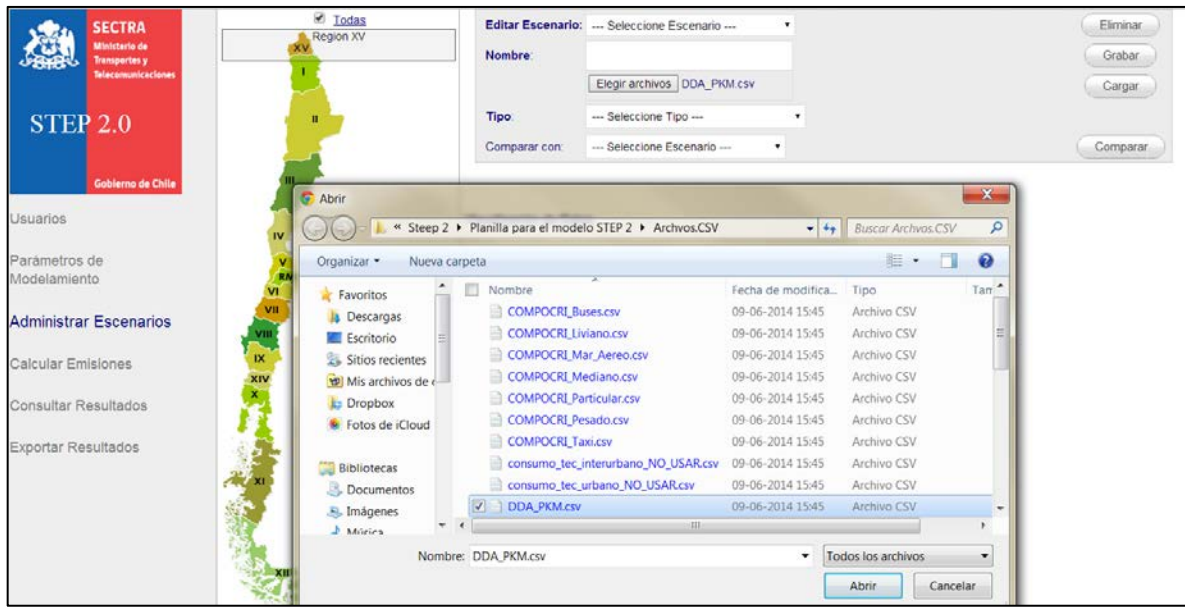


Figura 94 Importar archivos al modelo

Dependiendo del número de archivos importado, es lo que aparecerá al costado derecho del botón Elegir archivos. Si solo se importa un archivo saldrá el nombre del archivo, si se importa más de un archivo saldrá el número de archivos importados. Si el nombre del archivo importado aparece en la posición indicado se puede presionar el botón cargar ubicado en el extremo derecho de la pantalla. Al momento de presionar el botón cargar en la parte inferior de la venta aparecerá una barra con el estado de carga del archivo seleccionado, ver Figura 95. Si el archivo cargado no es compatible con la aplicación, se verán más de una barra de estado por cada datos que tenga la planilla.

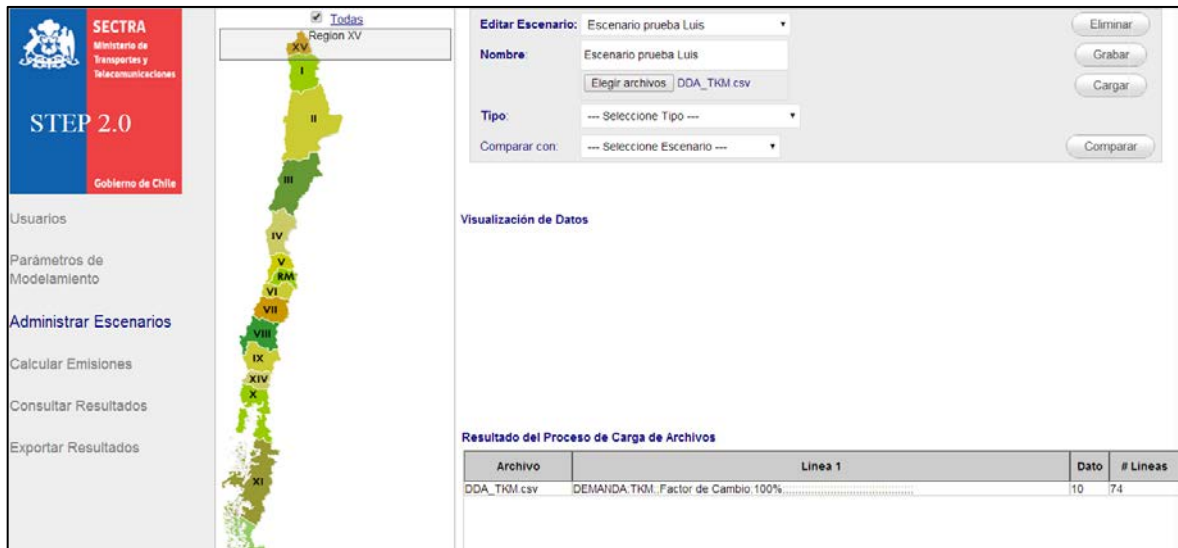


Figura 95 Importar archivos barra de estatus

**El usuario podrá importar más de una planilla por vez, pero cada una de estas planillas debe de ser única.**

## 4.2. Exportación archivo Excel.

En este capítulo se abordará los pasos que se deberán seguir para exportar los datos de la aplicación.

El usuario deberá seleccionar del menú desplegable cual será el escenario que querrá extraer, para eso el usuario tendrá que dirigir al menú desplegable *Escenario* ver Figura 96.

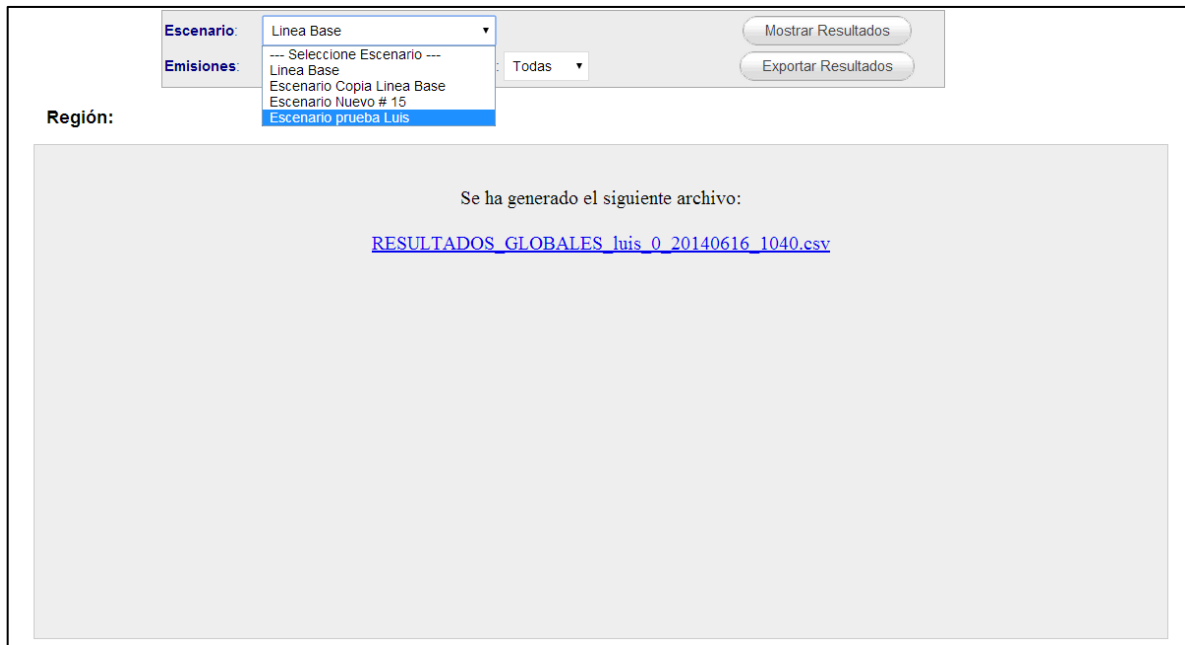


Figura 96 Exportar Resultados - Escenario

Una vez seleccionado el *Escenario* se tendrá que escoger que tipo de resultados deseará ver, puede elegir entre las emisiones locales y las emisiones globales en el menú desplegable *Emisiones* ver Figura 97.

Escenario: Linea Base

Emisiones: Globales

Región: Todas

Mostrar Resultados

Exportar Resultados

Región:

Se ha generado el siguiente archivo:

[RESULTADOS\\_GLOBALES\\_luis\\_0\\_20140616\\_1040.csv](#)

Figura 97 Exportar Resultados – Emisiones

Seleccionado el tipo de Emisiones a exportar se deberá seleccionar la región sobre la cual el usuario visualizara los valores. El usuario tendrá la posibilidad de seleccionar las 15 regiones y también tendrá la opción de seleccionar todas las regiones, como se puede ver en la Figura 98.

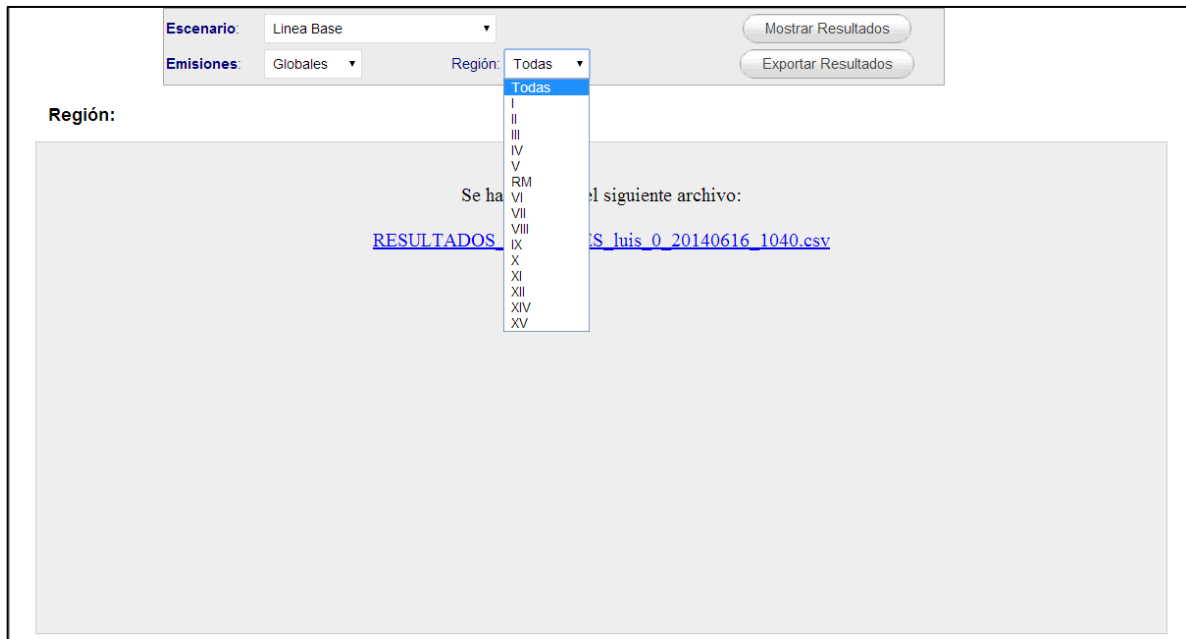


Figura 98 Exportar Resultados – Región

Como último paso el usuario tendrá dos posibilidades, una de ellas será visualizar los resultados a exportar ver Figura 99 o directamente la opción de Exportar Resultados. Como se puede ver en Figura 100, saldrá un texto en pantalla el que dirá “*Se ha guardado el siguiente archivo: nombre el archivo guardado*”. Se deberá presionar el nombre del archivo guardado para que este baje de forma automática al equipo en el que se está trabajando.


**Escenario:** Linea Base Mostrar Resultados  
**Emisiones:** Globales Región: Todas Exportar Resultados

**Región:**

**Region: 1**

NA URBANO	2013	2014	2015	2016	2017	
Particular [veh km]	997.185.751	1.077.122.307	1.151.786.388	1.216.039.728	1.259.688.971	1.336.95
Taxi [veh km]	727.401.678	729.719.908	725.326.877	714.291.815	692.203.411	688.50
Bus [veh km]	12.997.849	12.991.278	12.849.906	12.605.396	12.176.101	12.06
Ferroviario [veh km]	0	0	0	0	0	
Camion Liviano [veh km]	51.709.550	53.132.800	54.585.621	56.008.713	57.407.785	58.82
Camion Mediano [veh km]	53.906.360	55.390.075	56.904.618	58.388.168	59.846.678	61.31
Camion Pesado [veh km]	4.779.874	4.911.435	5.045.730	5.177.276	5.306.602	5.43
NA INTER-URBANO	2013	2014	2015	2016	2017	
Particular [veh km]	51.792.962	54.391.814	56.920.634	59.424.746	61.928.963	64.53
Bus [veh km]	28.754.522	30.087.939	31.486.808	32.872.008	34.257.267	35.69
Ferroviario [veh km]	0	0	0	0	0	
Camion Pesado [veh km]	82.509.735	84.780.728	87.098.905	89.369.645	91.602.059	93.85
Consumo Particulares URBANO	2013	2014	2015	2016	2017	
Gasolina [TJ]	2.640	2.740	2.829	2.896	2.919	
Diesel [TJ]	759	814	865	909	937	
Electrico [MWh]	0	0	0	0	0	
Biodiesel [TJ]	0	0	0	0	0	
Consumo Particulares INTER-URBANO	2013	2014	2015	2016	2017	

Figura 99 Exportar Resultados - Mostrar Resultados



**STEP 2.0**

- Usuarios
- Parámetros de Modelamiento
- Administrar Escenarios
- Calcular Emisiones
- Consultar Resultados
- Exportar Resultados**

**Escenario:** Linea Base Mostrar Resultados  
**Emisiones:** Globales Región: Todas Exportar Resultados

**Región:**

Se ha generado el siguiente archivo:

[RESULTADOS\\_GLOBALES\\_his\\_0\\_20140616\\_1040.csv](#)

Archivo

RESULTADOS\_G...csv

Figura 100 Exportar Resultados – Exportar Resultados