



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA
FACULTAD DE ECONOMÍA**

**TRANSPORTE PRIVADO Y CAMBIO CLIMÁTICO:
UN ESCENARIO DE MITIGACIÓN PARA SANTIAGO DE
CHILE**

**TESIS
QUE PARA OPTAR EL GRADO DE:
DOCTOR EN ECONOMÍA**

**PRESENTA:
JOSÉ LUIS SAMANIEGO LEYVA**

**TUTOR:
DR. ROBERTO ESCALANTE SEMERENA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ECONOMIA**

MÉXICO, D. F. OCTUBRE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONFORMACIÓN DEL JURADO

Dr. Roberto Escalante Semerena, Facultad de Economía. UNAM

Dr. Luis Miguel Galindo, Facultad de Economía. UNAM

Dr. Fernando Rello, Facultad de Economía. UNAM

Dr. Américo Saldívar. Facultad de Economía. UNAM-

Dr. Manuel Perló. Instituto de Investigaciones Sociales. UNAM

AGRADECIMIENTOS

Mi enorme agradecimiento a Roberto Escalante, por su tutela, a los profesores del Posgrado de la Facultad de Economía (FE) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM): Luis Miguel Galindo, compañero de viaje, Fernando Rello, Américo Saldívar y Manuel Perló, y a la propia UNAM, generosa y sólida institución pública. A las personas que solidariamente me apoyaron y condujeron en el proceso de investigación, aprendizaje y expresión: Los profesores Víctor Sanhueza y el paciente y claro profesor José Eduardo Alatorre, a Orlando Reyes, Laura Ortiz, Lara Martins, Heloisa Schneider, Cristiane Carvalho y Olivia Piringuin. A Ricardo Hernández, ya ausente, por su motivador ejemplo.

Y con cariño a Luciana MP Samaniego, que estuvo a mi lado en todo el camino, que espero sirva a su propia inspiración.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	18
1 EL MARCO DE REFERENCIA: LOS BIENES DE USO COMÚN, LOS BIENES PÚBLICOS Y LAS EXTERNALIDADES EN LA RAÍZ DE LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN Y CONGESTIÓN	19
1.1 INTRODUCCIÓN	19
1.2 EVOLUCIÓN CONCEPTUAL: DE BIENES COMUNES A RECURSOS DE DE USO COMÚN	19
1.3 DIFERENCIAS ENTRE BIENES PÚBLICOS Y LOS RECURSOS DE USO COMÚN	22
1.3.1 La seguridad climática: un bien público global	26
1.3.2 Bienes públicos: La calidad del aire y la fluidez en el tráfico urbano. Recursos de uso común: la atmósfera y el espacio vial	32
1.4 LOS MALES PÚBLICOS: LAS EXTERNALIDADES NEGATIVAS	33
1.4.1 Externalidades por contaminación atmosférica urbana	36
1.4.2 Congestión vial y otras externalidades del transporte	38
1.4.3 La insuficiencia del mercado en la provisión de los bienes públicos calidad del aire, seguridad climática y descongestión vial	40
1.5 LA IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE LOS BIENES PÚBLICOS URBANOS EN LA COHESIÓN SOCIAL, OTRO BIEN PÚBLICO PILAR DE LA LEGITIMIDAD DEMOCRÁTICA	43
1.5.1 Urbanización y sostenibilidad: el papel de la gobernanza urbana	45
1.5.2 Políticas regresivas Transporte privado bien de consumo	50
1.5.3 La Sostenibilidad del patrón de movilidad: la inercia del patrón de consumo no permite esperar grandes cambios y requiere de reforzar la capacidad de gestión	53
1.6 CONCLUSIONES	57
1.7 ANEXO 1.-LA MICROECONOMÍA DEL AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS DE LIBRE ACCESO: EL CASO DE LAS PESQUERÍAS	58
1.8 ANEXO 2 ESTADÍSTICAS DE POBLACIÓN Y MOTORIZACIÓN EN SUDAMÉRICA Y CIUDADES DE CHILE	64
1.9 BIBLIOGRAFÍA	66
CAPÍTULO 2	70
2. EL ONEROSO LEGADO DEL PATRÓN DE MOVILIDAD PARA EL SECTOR EXTERNO DE CHILE: USO INSOSTENIBLE DE RECURSOS NATURALES.	71
2.1 INTRODUCCIÓN	71
2.2 RELACIONES ENTRE EL PATRÓN DE CONSUMO, EL COMERCIO EXTERIOR Y EL INGRESO NACIONAL	73
2.3 EL COSTO ENERGÉTICO Y EN DIVISAS DEL TRANSPORTE AUTOMOTRIZ DE	81

CHILE	
2.3.1 El costo de las importaciones de los energéticos para el transporte automotriz	82
2.3.2 El costo del material rodante para el transporte automotriz	92
2.3.3 ¿Cuál es la estructura de las exportaciones, con qué se financian las importaciones de Chile?	93
2.4 CONCLUSIONES	100
2.5 ANEXO 2.1 ESTADÍSTICO	102
2.6 ANEXO 2.2. SALDO EN LA BALANZA ENERGÉTICA DE ESPAÑA	103
2.7 ANEXO 3. DETALLE DE PARTIDAS DE IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN USADAS	104
2.8 ANEXO 4. ELASTICIDAD CONSUMO DE GASOLINAS	107
2.9 BIBLIOGRAFÍA	109
CAPÍTULO III	111
3. EL MODELO DE CRECIMIENTO DE SANTIAGO DE CHILE: EXPANSIÓN TERRITORIAL, SEGREGACIÓN ESPACIAL, Y CREACIÓN DE EXTERNALIDADES	112
3.1 INTRODUCCIÓN	112
3.2 DETERMINANTES ESTRUCTURALES DE LAS EMISIONES NACIONALES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: INGRESO, POBLACIÓN Y LA TECNOLOGÍA EN LA MATRIZ ENERGÉTICA	115
3.3 DETERMINANTES DE LAS EMISIONES DEL SECTOR AUTOMOTOR	117
3.3.1 El ingreso	118
3.3.2 La expansión urbana	121
3.3.3 El crecimiento del parque vehicular	124
3.3.4 El consumo de combustibles para el parque automotor	131
3.3.5 La demanda de viajes	133
3.4 LAS EMISIONES DEL SECTOR AUTOMOTOR	134
3.4.1 Contaminantes globales	134
3.4.2 Contaminantes Locales: la Calidad del aire en Santiago	140
3.5 PARTICIPACIÓN DEL TRANSPORTE PRIVADO EN EL INVENTARIO DE EMISIONES DE LA RM	150
3.6 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA CONTAMINACIÓN EN LA RM	152
3.7 CONCLUSIONES	154
3.8 ANEXO 3.1.-COMPARACIÓN ENTRE LAS NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD DE AIRE PARA MATERIAL PARTICULADO EN CHILE CON LAS GUÍAS DE CALIDAD DEL AIRE DE LA OMS, LOS ESTÁNDARES DE LA UNIÓN EUROPEA Y DE LA EPA	157
3.9 ANEXO 3.2.- NORMAS OFICIALES MEXICANAS, SALUD AMBIENTAL	159
3.10 ANEXO 3.3.- INFORMACIÓN SOBRE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS	160

3.11 ANEXO 3.4: CONVERSIÓN DE UNIDADES (PPM Y PPB A UG/M3 Y MG/M3)	161
3.12 BIBLIOGRAFÍA	162
CAPÍTULO IV	165
4. LOS INSTRUMENTOS ECONÓMICOS DISPONIBLES EN LA RM PARA MITIGAR EXTERNALIDADES DEL TRANSPORTE PRIVADO	166
4.1 INTRODUCCIÓN	166
4.2 INSTRUMENTOS ECONÓMICOS RELACIONADOS CON LA TENENCIA DE VEHÍCULOS	167
4.2.1 El registro del auto	169
4.2.2 El permiso de circulación	170
4.2.3 El Seguro Obligatorio	173
4.2.4 La licencia de manejo	174
4.2.5 Cobros a la venta	175
4.3 INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA REDUCIR EL USO DEL VEHÍCULO	176
4.3.1 Impuestos a los combustibles fósiles	176
4.3.2 Cargos por verificaciones técnicas a los vehículos	184
4.3.3 Incentivos a la ocupación de los vehículos y a menores emisiones per cápita	185
4.3.4 Otros instrumentos con impacto sobre la demanda de viajes sin objetivos ambientales pero con impacto ambiental y demandantes de gasto público	185
4.3.4.1 Ralentización del tránsito (traffic calming)	185
4.3.4.2 El atractivo del transporte público para disminuir el uso del auto	186
4.3.4.3 El transporte público en la RM	187
4.3.4.4 El Transantiago	188
4.3.5 Instrumentos indirectos sobre el costo de usar un auto: Costo del uso del espacio vial público, costo del uso del estacionamiento público y cargos por congestión	195
4.3.5.1 La tarificación del acceso al espacio vial	196
4.3.6 Impuestos y cargos al estacionamiento de los vehículos en las zonas urbanas	201
4.3.7 Institucionalidad para la aplicación de las medidas	204
4.3.8 Potenciales adiciones al paquete instrumental: mecanismos para la protección de la atmósfera global	205
4.4 INSTRUMENTOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA NACIONAL Y GLOBAL	208
4.4.1 La aplicación de un mecanismo regulatorio de gobernación de la atmósfera nacional	209
4.5 ALGUNOS OTROS EJEMPLOS INTERNACIONALES DESTACADOS DE APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS ECONÓMICOS	220
4.6 CONCLUSIONES	223

4.7 ANEXO 4.1. MEDIDAS APLICADAS EN PAÍSES DE LA OCDE	225
4.8 BIBLIOGRAFÍA	226
CAPÍTULO V	232
5 ESCENARIOS DE POLÍTICAS DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PARA SANTIAGO DE CHILE AL 2030	233
5.1 INTRODUCCIÓN	233
5.2 EL GASTO DE LOS HOGARES EN GASOLINA: BASE PARA UNA REFORMA FISCAL PROGRESIVA	233
5.3 MODELOS ANALÍTICOS PARA APROXIMAR LAS EMISIONES FUTURAS	240
5.4 LA METODOLOGÍA DE MODELACIÓN	245
5.4.1 Análisis de las series	247
5.4.2 Especificación General de los modelos	248
5.4.3 El modelo de consumo de gasolina: Procedimiento Engle y Granger (EG)	250
5.4.4 El MCEg	252
5.4.5 VAR del Consumo de Gasolina: Metodología de Johanssen (MJ)	253
5.4.6 El modelo de consumo del diesel (EG)	254
5.4.7 VAR del consumo de diesel, metodología de Johanssen (MJ)	255
5.4.8 El Modelo de Demanda de Autos (EG)	256
5.4.9 Modelo de Demanda de autos MJ	257
5.5 LOS ESCENARIOS DE POLÍTICA PARA EL PERIODO 2012-2030	258
5.5.1 El escenario tendencial (BAU)	258
5.5.2 Los escenarios de política	261
5.5.3 Las emisiones obtenidas a partir de los escenarios de política	262
5.5.4 El consumo de Gasolina y Diesel (EG y MJ)	265
5.5.5 Los precios de la gasolina y el diesel	269
5.6 LOS RECURSOS RECAUDADOS POR LA REFORMA FISCAL AMBIENTAL	272
5.6.1 La recaudación neta: compensación a los quintiles I a III	276
5.6.2 El costo-beneficio social de la reforma.	279
5.7 EL EFECTO SOBRE LA CONGESTIÓN	282
5.8 EL POTENCIAL DE MEJORA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO	287
5.9 CONCLUSIONES	290
5.10 ANEXO 1: TASA DE CRECIMIENTO ANUALIZADO DE UNA VARIABLE	287 295
5.11 ANEXO 2: RESULTADOS DEL ANÁLISIS ECONÓMÉRICO	296
5.12 ANEXO 3: VARIABLES EN E-VIEWS	309

5.13 ANEXO 4: VALOR DE EXTERNALIDADES EN SANTIAGO SEGÚN PERRY Y STRAND 2011 E IMPUESTOS PIGOUVIANOS	310
5.14 ANEXO 5: VALOR DE LAS EXTERNALIDADES EVITADAS EN SANTIAGO POR CONSUMO Y CONDUCCIÓN POR EFECTO DEL ESCENARIO 5, DE REDUCCIÓN DE 20% DE LAS EMISIONES (EG Y MJ)	312
5.15 BIBLIOGRAFÍA	313

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1.1. MUNDO: EMISIONES TOTALES Y PER CÁPITA DE CO _{2E} 2010 Y META DE ESTABILIZACIÓN AL 2050	28
GRÁFICO 1.2. AMÉRICA LATINA: EMISIONES TOTALES Y PER CÁPITA DE CO _{2E} 2005 Y META DE ESTABILIZACIÓN	29
GRÁFICO 1.3. ESCENARIO INERCIAL DE LAS EMISIONES ENERGÉTICAS DE CO _{2E} PER CÁPITA EN ALC.	30
GRÁFICO 1.4. EFECTO ECONÓMICO DE LA INTERNALIZACIÓN DE UNA EXTERNALIDAD.	36
GRÁFICO 1.5. AMÉRICA DEL SUR: PORCENTAJE DE POBLACIÓN URBANA SEGÚN PAÍSES. 1950-2000.....	46
GRÁFICO 1.6. AMÉRICA DEL SUR: TASA DE CRECIMIENTO URBANA Y TOTAL Y TASA DE URBANIZACIÓN 1950-2000.....	46
GRÁFICO 1.7. AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: POBLACIÓN URBANA.....	47
GRÁFICO 1.8. AMÉRICA LATINA (PAÍSES SELECCIONADOS): TASA DE CRECIMIENTO INTERCENSAL DE LOS AGLOMERADOS METROPOLITANOS. 1990-2000.....	48
GRÁFICO 1.9. ALC, DISTRIBUCIÓN DEL GASTO EN COMBUSTIBLES PARA AUTOMÓVILES DE LOS HOGARES.	51
GRÁFICO 1.10. CAMBIO DE PRECIOS AL CONSUMIDOR POR SUBSIDIOS AL CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES, 2010 (<i>SUBSIDIO COMO % DEL PRECIO INTERNACIONAL COMPETITIVO</i>)	52
GRÁFICO 1.11. PIB PER CÁPITA Y CONSUMO DE ENERGÍA PER CÁPITA EN AMÉRICA LATINA, 2008.....	54
GRÁFICO 1.12. DETERMINANTES ECONÓMICOS DEL ESFUERZO PESQUERO.....	60
GRÁFICO 1.13. PESCA BAJO LIBRE ACCESO O BAJO REGULACIÓN.....	61
GRÁFICO 2.1. RENTAS DE LOS RECURSOS NATURALES.....	74
GRÁFICO 2.2. RENTAS DE RECURSOS NATURALES EN CHILE Y VENEZUELA.	74
GRÁFICO 2.3. CHILE: PODER DE COMPRA DE LAS EXPORTACIONES DE BIENES	75
GRÁFICO 2.4. PIB Y EXPORTACIONES	77
GRÁFICO 2.5. ELASTICIDAD EXPORTACIONES DEL INGRESO.....	78
GRÁFICO 2.6. SALDO DE LA BALANZA COMERCIAL EN MILLONES DE DÓLARES.....	78
GRÁFICO 2.7. PIB, EXPORTACIONES E IMPORTACIONES.....	79
GRÁFICO 2.8. ELASTICIDADES DEL COMERCIO EXTERIOR	80

GRÁFICO 2.9. TASA DE CRECIMIENTO DE LAS EXPORTACIONES, IMPORTACIONES Y PIB	81
GRÁFICO 2.10. IMPORTACIONES ANUALES DE PETRÓLEO.....	83
GRÁFICO 2.11. CONSUMO DE ENERGÍA PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE.....	84
GRÁFICO 2.12. COMBUSTIBLES IMPORTADOS PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE (GASOLINA Y DIESEL).....	85
GRÁFICO 2.13. CONSUMO DE GASOLINA Y DIESEL EN EL TRANSPORTE TERRESTRE SOBRE EL TOTAL DE CADA COMBUSTIBLE DISPONIBLE	87
GRÁFICO 2.14. IMPORTACIONES DE PETRÓLEO Y PRODUCTOS REFINADOS USADOS EN EL TRANSPORTE TERRESTRE CON RELACIÓN AL TOTAL DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE CHILE	88
GRÁFICO 2.15. COMBUSTIBLES FÓSILES USADOS EN EL TRANSPORTE TERRESTRE (PORCENTAJE).....	89
GRÁFICO 2.16. COMBUSTIBLES FÓSILES IMPORTADOS PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE (GASOLINA Y DIESEL).....	89
GRÁFICO 2.17. VALOR DE LOS FÓSILES PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE	90
GRÁFICO 2.18. IMPORTACIONES NETAS DE PETRÓLEOS Y REFINADOS	91
GRÁFICO 2.19. IMPORTACIONES PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE	92
GRÁFICO 2.20. IMPORTACIONES DE VEHÍCULOS CON RELACIÓN A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE.....	93
GRÁFICO 2.21. CHILE: PRINCIPALES EXPORTACIONES	94
GRÁFICO 2.22. CHILE: SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA DE LA MOVILIDAD PRIVADA	95
GRÁFICO 2.23. CHILE: SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA DE LA MOVILIDAD PRIVADA (BIS)	95
GRÁFICO 2.24. IMPORTACIONES AUTOMOTRICES CON RELACIÓN A FUENTES RENOVABLES DE DIVISAS Y TOTALES.....	97
GRÁFICO 2.25. EMISIONES TOTALES DE LA MINERÍA DEL COBRE SEGÚN MATRIZ ENERGÉTICA.....	98
GRÁFICO 3.1. POBLACIÓN EN CHILE Y EN LA REGIÓN METROPOLITANA.	113
GRÁFICO 3.2. TASA DE CRECIMIENTO, PIB TOTAL Y SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN CHILE Y EN LA RM.....	118
GRÁFICO 3.3. PARTICIPACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEL TRANSPORTE EN EL PIB DE LA RM.....	119
GRÁFICO 3.4.-ÍNDICE DE CRECIMIENTO DEL PIB REGIONAL.....	120
GRÁFICO 3.5. PIB POR REGIÓN A PRECIOS DEL AÑO ANTERIOR, ENCADENADO, REFERENCIA 2008	122

GRÁFICO 3.6. CRECIMIENTO ANUAL DE LA POBLACIÓN, SUPERFICIE URBANA Y DE LA DENSIDAD DE HABITANTES	122
GRÁFICO 3.7. CRECIMIENTO DEL PARQUE VEHICULAR EN CHILE Y EN LA REGIÓN METROPOLITANA	125
GRÁFICO 3.8. PARTICIPACIÓN DE AUTOS PRIVADOS EN EL TOTAL DEL PARQUE VEHICULAR DE LA RM Y TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE LOS AUTOS PRIVADOS.....	126
GRÁFICO 3.9. PARTICIPACIÓN DE AUTOS PRIVADOS DE LA RM EN EL TOTAL DEL PARQUE VEHICULAR DE CHILE.	126
GRÁFICO 3.10. TASAS DE CRECIMIENTO DEL PARQUE VEHICULAR Y DE LA POBLACIÓN EN AL RM Y EN CHILE.....	127
GRÁFICO 3.11. AUTOS POR CADA CIEN HABITANTES, NACIONAL Y RM.	128
GRÁFICO 3.12. CHILE: VENTA DE VEHÍCULOS POR TIPO DE COMBUSTIBLE.....	129
GRÁFICO 3.13.CHILE.VENTA DE VEHÍCULOS DIESEL	129
GRÁFICO 3.14.CHILE.VENTA DE VEHÍCULOS GASOLINA	129
GRÁFICO 3.15. VENTA DE AUTOS Y MINIVANS PRIVADOS POR TIPO DE COMBUSTIBLE.	129
GRÁFICO 3.16. VENTA DE AUTOS 4X4.	130
GRÁFICO 3.17. VENTA DE VEHÍCULOS COMERCIALES	130
GRÁFICO 3.18. EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE GASOLINA Y DIESEL EN EL TIEMPO.	131
GRÁFICO 3.19. TASAS DE CRECIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR PRIVADO EN LA RM Y TASA DE CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE GASOLINA Y DIESEL EN LA RM.....	132
GRÁFICO 3.20. CONSUMO DE GASOLINA Y DIESEL EN LA RM.....	132
GRÁFICO 3.21. PARTICIPACIÓN DEL CONSUMO DE LA RM EN EL CONSUMO NACIONAL.	133
GRÁFICO 3.22. EMISIONES DE CO2 PROVENIENTES DE LA GASOLINA Y CONSUMO DE GASOLINA EN LA RM.....	135
GRÁFICO 3.23. EMISIONES DE CO2 PROVENIENTES DEL DIESEL Y CONSUMO DE DIESEL EN LA RM	136
GRÁFICO 3.24. INTENSIDAD CARBÓNICA DEL PIB EN LA RM	137
GRÁFICO 3.25. ESQUEMA DE LA RELACIÓN ENTRE EMISIONES DE CO2 Y NOX.....	139
GRÁFICO 3.26. CONCENTRACIÓN TRIMESTRAL DE MATERIAL PARTICULADO MP 2.5.....	141
GRÁFICO 3.27. CONCENTRACIÓN ANUAL PROMEDIO DE PM 2.5.	141
GRÁFICO 3.28. CONCENTRACIÓN ANUAL DE MATERIAL PARTICULADO MP10	142
GRÁFICO 3.29. CONCENTRACIÓN TRIMESTRAL PROMEDIO DE PM10	142
GRÁFICO 3.30. CONCENTRACIÓN PROMEDIO ANUAL DE O3.....	143

GRÁFICO 3.31. PORCENTAJE DE DÍAS DEL AÑO POR SOBRE LA NORMA HORARIA DE OZONO	144
GRÁFICO 3.32. MONÓXIDO DE CARBONO	144
GRÁFICO 3.33. CONCENTRACIÓN TRIMESTRAL PROMEDIO CO	145
GRÁFICO 3.34. MÁXIMAS CONCENTRACIONES ANUALES DE PROMEDIOS MÓVILES DE 8 HRS DE MONÓXIDO DE CARBONO	145
GRÁFICO 3.35. PROMEDIO DE CONCENTRACIÓN DE NO2	146
GRÁFICO 3.36. CONCENTRACIONES PROMEDIO ANUAL DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO2)	146
GRÁFICO 3.37. RELACIÓN ENTRE EMISIONES DE CO2 Y NOX EN SANTIAGO SEGÚN EDAD DEL PARQUE VEHICULAR.....	147
GRÁFICO 3.38. COMPOSICIÓN DEL MATERIAL PARTICULADO.....	148
GRÁFICO 3.39. AVANCES DEL PLAN DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN PARA LA REGIÓN METROPOLITANA (CONCENTRACIONES ANUALES DE MP 2,5).....	149
GRÁFICO 4.1. VARIACIÓN DEL VALOR DE LA PRIMERA INSCRIPCIÓN Y EMISIÓN DE PLACAS, 1990-2009.	170
GRÁFICO 4.2. COMPOSICIÓN DEL FCM EN 2009.....	171
GRÁFICO 4.3. CALOR DEL PERMISO DE CIRCULACIÓN Y EVOLUCIÓN DE PARQUE AUTOMOTRIZ NACIONAL (EJE IZQUIERDO), PESOS CONSTANTES.....	172
GRÁFICO 4.4. EOLUCIÓN INGRESO MUNICIPAL ENTRE 1990 Y 2008.....	173
GRÁFICO 4.5. EVOLUCIÓN DE COSTO DEL SOAP	174
GRÁFICO 4.6. COSTO DE LICENCIAS DE CONDUCIR EN LAS COMUNAS DE VITACURA Y PUENTE ALTO.....	175
GRÁFICO 4.7. EVOLUCIÓN DEL CARGO POR VENTA DE VEHÍCULOS USADOS Y LA DECLARACIÓN CONSENSUAL.....	175
GRÁFICO 4.8. SUBSIDIO DEL SIPCO ENTRE MARZO Y JULIO DE 2011	180
GRÁFICO 4.9. INGRESOS TRIBUTARIOS PROVENIENTES DE LOS IMPUESTOS A LOS COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN PESOS Y COMO PORCENTAJE DEL PIB.....	181
GRÁFICO 4.10. GASTO EN COMBUSTIBLES SEGÚN QUINTILES DE INGRESO EN PAÍSES DE ALC.....	183
GRÁFICO 4.11. VARIACIÓN DE LA CANTIDAD DE VEHÍCULOS TOTALES EN TRES COMUNAS DE LA RM ENTRE 1990 Y 2010	195
GRÁFICO 4.12. TARIFAS HORARIAS EN LA COSTANERA NORTE	198

GRÁFICO 4.13. VALORES PROMEDIO DE LAS TARIFAS DE LAS AUTOPISTAS DE CUOTA EN EL 2012.	200
GRÁFICO 4.14. PRECIOS E INCREMENTO DE VALOR DE LOS ESTACIONAMIENTOS EN CHILE, 1990-2009 A PRECIOS CONSTANTES DEL 2008.....	202
GRÁFICO 4.15. PRECIO IMPLÍCITO DE LA TONELADA DE CARBONO EN EL SISTEMA BONUS-MALUS FRANCÉS.....	207
GRÁFICO 4.16. PRECIO IMPLÍCITO POR TONELADA EXCEDIDA RESPECTO DE LA FRANQUICIA Y PREMIO IMPLÍCITO POR AHORROS CON RELACIÓN A LA FRANQUICIA EN EL BONULS-MALUS FRANCÉS.....	208
GRÁFICO 4.17. CURVA DE EMISIONES DEL TRANSPORTE PÚBLICO DE SANTIAGO POR NORMA DE EMISIÓN	219
GRÁFICO 5.1. DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO TOTAL POR DECIL DE HOGARES OCT.-DIC 2011	233
GRÁFICO 5.2. EVOLUCIÓN DEL COCIENTE DE INGRESOS DEL PRIMER DECIL CON RESPECTO AL DÉCIMO DECIL	234
GRÁFICO 5.3. GASTO POR TIPO DE TRANSPORTE REGIÓN METROPOLITANA	235
GRÁFICO 5.4. GASTO POR HOGAR, POR TIPO DE TRANSPORTE EN GRAN SANTIAGO.....	235
GRÁFICO 5.5. GRAN SANTIAGO, GASTO EN TRANSPORTE COMO PORCENTAJE DEL INGRESO	236
GRÁFICO 5.6. GRAN SANTIAGO, GASTO EN TRANSPORTE COMO PORCENTAJE DEL INGRESO (BIS).....	237
GRÁFICO 5.7. CONSUMO DE LOS HOGARES DE GASOLINA EN SANTIAGO POR HOGAR... 238	
GRÁFICO 5.8. GASTO DE LOS HOGARES DE GASOLINA EN SANTIAGO Y CHILE POR HOGAR	238
GRÁFICO 5.9. GASTO MENSUAL PROMEDIO DE LOS HOGARES EN GASOLINA EN PESOS DE 2007.....	239
GRÁFICO 5.10. EXPANSIÓN DEL CASCO URBANO EN LA RM CON RELACIÓN A SU POBLACIÓN.....	248
GRÁFICO 5.11. ESQUEMA RELACIONAL ENTRE VARIABLES.....	249
GRÁFICO 5.12. TRAYECTORIAS TENDENCIAL DE EMISIONES, META Y REDUCCIÓN EN EL ESCENARIO 5.	264
GRÁFICO 5.13. CONSUMO DE GASOLINA EN LA RM SIN Y CON POLÍTICA DE REDUCCIÓN DE 20% DE EMISIONES AL 2030.....	266

GRÁFICO 5.14. CONSUMO DE DIESEL EN LA RM SIN Y CON POLÍTICA DE REDUCCIÓN DE 20% DE EMISIONES AL 2030.....	266
GRÁFICO 5.15. PRECIOS DE LA GASOLINA Y EL DIESEL EN LA RM SIN Y CON POLÍTICA DE REDUCCIÓN DE 20% DE EMISIONES AL 2030.	270
GRÁFICO 5.16. TRIBUTACIÓN SOBRE GASOLINA Y DIESEL EN LA OCDE (2010).	271
GRÁFICO 5.17. PRECIOS AL CONSUMIDOR EN DÓLARES (PRIMER TRIMESTRE 2013).	272
GRÁFICO 5.18. RECAUDACIÓN ADICIONAL BRUTA EG Y MJ CON POLÍTICA (BILLONES DE PESOS CONSTANTES DE 2008).	275
GRÁFICO 5.19. LA RECAUDACIÓN ADICIONAL EG Y MJ COMO PROPORCIÓN DEL PIB DE LA REGIÓN METROPOLITANA.....	275
GRÁFICO 5.20. RECAUDACIÓN NETA ANUAL (EG Y MJ) EN DÓLARES (2008) Y PROMEDIO 2012-2030 CON RESPECTO AL PIB DE LA RM.	279
GRÁFICO 5.21. SALDO MONETARIO DE LAS POLÍTICAS: RECAUDACIÓN NETA MENOS EL COSTO DE LAS EXTERNALIDADES NEGATIVAS EVITADAS.....	282
GRÁFICO 5.22. ESPACIO VIAL CONSUMIDO POR PERSONA POR TIPO DE VEHÍCULO.	283
GRÁFICO 5.23. EG. REDUCCIÓN DEL PARQUE VEHICULAR EN LA RM CON POLÍTICA DE REDUCCIÓN DE 20% DE EMISIONES AL 2030.....	284
GRÁFICO 5.24. TASA DE MOTORIZACIÓN Y AUTOS POR KM2.....	284
GRÁFICO 5.25. MODELO DE CURVA GOMPERZ PARA MOTORIZACIÓN Y DE ELASTICIDAD CON RELACIÓN AL INGRESO.....	285
GRÁFICO 5.26. TASA DE MOTORIZACIÓN BAU, EG Y MJ CON RELACIÓN AL INGRESO ESPERADO 2012-2030.....	286
GRÁFICO 5.27. ESPACIO VIAL OCUPADO POR EL PARQUE VEHICULAR PRIVADO.....	286
GRÁFICO 5.28. LOGARTIMO NATURAL DEL PIB DE LA RM (LPIBCAP).....	296
GRÁFICO 5.29. LOG DEL PRECIO RELATIVO DE LA GASOLINA (LPRG).....	297
GRÁFICO 5.30. LOG DEL PRECIO RELATIVO DEL DIESEL (LPRD).....	297
GRÁFICO 5.31. LOGARITMO DE LA EFICIENCIA VEHICULAR EN CIUDAD (LEFCD).....	298
GRÁFICO 5.32. LOGARITMO NATURAL DE LA DENSIDAD POBLACIONAL (LDENPOB).....	298
GRÁFICO 5.33. AJUSTE DEL MODELO DE CORRECCIÓN DE ERRORES DEL CONSUMO DE GASOLINA.....	302
GRÁFICO 5.34. PRUEBA DE NORMALIDAD DEL MODELO DE CORRECCIÓN DE ERRORES.....	303

INDICE DE TABLAS

TABLA 1.1. TIPOLOGÍA DE LOS BIENES POR RIVALIDAD Y EXCLUSIÓN	23
TABLA 1.2.-SUBSIDIOS A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES.	52
TABLA 1.3. PORCENTAJE DE POBLACIÓN URBANA POR PAÍSES DE SUDAMÉRICA.	64
TABLA 1.4. TASA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN URBANA EN PAÍSES DE SUDAMÉRICA.	64
TABLA 1.5. TASA DE URBANIZACIÓN EN PAÍSES DE SUDAMÉRICA.	65
TABLA 1.6. MOTORIZACIÓN EN CIUDADES DE CHILE Y PARTICIÓN MODAL.	65
TABLA 2.1. ELASTICIDADES PRECIO E INGRESO DEL CONSUMO DE GASOLINA EN PAÍSES OCDE Y EN PAÍSES NO-OCDE.....	82
TABLA 3.1 PARTICIÓN MODAL EN SANTIAGO ENTRE 1991 Y 2001.	134
TABLA 3.2. VARIACIÓN PORCENTUAL EN LAS EMISIONES DEL TRANSANTIAGO CON RELACIÓN AL SISTEMA ANTIGUO, 2010.	152
TABLA 4.1. AMÉRICA LATINA (PAÍSES SELECCIONADOS): SUBSIDIOS A LOS COMBUSTIBLES CÓSILES Y GASTO PÚBLICO EN SALUD, 2008-2010	184
TABLA 4.2. PARTICIÓN MODAL DEL TRANSPORTE EN LA RM 1991-2030	187
TABLA 4.3. TIEMPOS DE VIAJE: RESULTADOS MÁS IMPORTANTES DE LA ENCUESTA 2008	191
TABLA 4.4. VALORES PROMEDIO DE LA TARIFA DE LAS CUATRO VÍAS CONCESIONADAS Y TARIFICADAS DE LA RM.....	199
TABLA 4.5. VALORES PROMEDIO TARIFA CUOTA EN VÍAS RÁPIDAS URBANAS DE LA RM	200
TABLA 4.6. COSTOS DE ESTACIONAMIENTO 2012, SANTIAGO DE CHILE.....	203
TABLA 4.7. BONUS-MALUS FRANCÉS: DESCUENTOS Y RECARGOS EN EL VALOR DE LOS AUTOS SEGÚN EMISIONES EN GRAMOS DE CO2 POR KILÓMETRO.	206
TABLA 5.1. RESUMEN DE ELASTICIDADES DE LA MODELACIÓN	258
TABLA 5.2. ESCENARIOS: CAMBIOS EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN DEL TRANSPORTE PRIVADO EN % ANUAL.....	262
TABLA 5.3. EMISIONES AL 2030 RESULTANTES DE LOS ESCENARIOS DE POLÍTICA ECONÓMICA (BAU Y ESCENARIOS EN MEGATONELADAS. CRECIMIENTO ANUAL Y DECRECIMIENTO ANUAL EN PORCENTAJE).....	263
TABLA 5.43. CONSUMO DE GASOLINA Y DIESEL CON Y SIN POLÍTICAS (EG Y MJ).	265
TABLA 5.5. REDUCCIÓN ESPERADA EN LOS CONSUMOS DE GASOLINA Y DIESEL (M ³). ..	267

TABLA 5.6. VALOR UNITARIO DE LAS EXTERNALIDADES POR CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES Y POR KILÓMETROS RECORRIDOS.....	268
TABLA 5.7. EXTERNALIDADES EVITADAS POR EFECTO DE LA REFORMA FISCAL	269
TABLA 5.7. PRECIOS DE GASOLINA Y DIESEL CON Y SIN POLÍTICA EN DÓLARES	270
TABLA 5.9. RECAUDACIÓN ADICIONAL BRUTA 2012-2030	274
TABLA 5.10. GASTO DE QUINTILES I A III EN TRANSPORTE PRIVADO Y DIESEL EN EL TRANSPORTE PÚBLICO.....	277
TABLA 5.11. RECAUDACIÓN NETA	278
TABLA 5.12. SALDO MONETARIO DE LAS POLÍTICAS: RECAUDACIÓN NETA MENOS EL COSTO DE LAS EXTERNALIDADES NEGATIVAS EVITADAS	281
TABLA 5.13. POTENCIAL DE AUMENTO EN LA OFERTA DE ESPACIO EN LA FLOTA DE BUSES PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO	289

ÍNDICE DE ESQUEMAS

ESQUEMA 1.1. EFICIENCIA SOCIAL VS EFICIENCIA PRIVADA.....	34
ESQUEMA 1.2. BIENES PÚBLICOS.....	45
ESQUEMA 5.1 LAS METODOLOGÍAS DE MODELACIÓN	246

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1. LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO Y SUS COMUNAS.....	114
FIGURA 3.2. CRECIMIENTO URBANO DE LA REGIÓN METROPOLITANA ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 2003.....	123
FIGURA 3.3. CRECIMIENTO URBANO DE LA REGIÓN METROPOLITANA ENTRE 1992 Y 2002	123
FIGURA 3.4. DISTRIBUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA RM	153
FIGURA 4.1. TRANSANTIAGO.....	193
FIGURA 4.2. LOCALIZACIÓN DE ESTACIONAMIENTO PÚBLICOS EN LA RM	204
FIGURA 4.3. ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN AUTOS	206
FIGURA 4.4. ETIQUETA ENERGÉTICA Y AMBIENTAL PARA AUTOS NUEVOS.	218

CAPÍTULO I

EL MARCO DE REFERENCIA: LOS BIENES DE USO COMÚN, LOS BIENES PÚBLICOS Y LAS EXTERNALIDADES EN LA RAÍZ DE LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN Y CONGESTIÓN

1 El marco de referencia: los recursos de uso común, los bienes públicos y las externalidades en la raíz de los problemas de contaminación y congestión

1.1 Introducción

¿Cómo han llegado a tener las ciudades, medio enteramente construido, tan imperfecta calidad de vida? ¿Qué justifica la intervención del gobierno en las ciudades mediante políticas públicas, cuál es el bien público que se tutela, y cómo da cuenta la teoría económica de las insuficiencias de los mecanismos de mercado para lograr resultados eficientes en las urbes? En las urbes son evidentes algunos problemas crecientes que deterioran la calidad de vida, como la congestión y la contaminación provocada por el patrón de movilidad dominante: el uso y abuso del automóvil como medio de transporte. Menos evidentes, pero igualmente graves son las contribuciones de las ciudades al calentamiento global. Por ello, en este capítulo se ubica en la teoría económica la problemática de los bienes de uso común, de los bienes públicos y de las externalidades aplicados al objeto de estudio. Adicionalmente se hace una reflexión sobre la calidad de los bienes públicos y la cohesión social, conceptos con estrecha relación con el desarrollo sostenible, que están en la raíz de los citados problemas urbanos y cuya relación con la convicción democrática es relevante. Este marco permite ubicar y comprender la naturaleza económica de la atmósfera en sus distinciones local y global, y del espacio vial como bienes de uso común¹ que a su vez sustentan bienes públicos claves para la cohesión social y la convivencia inclusiva y democrática.

1.2 Evolución conceptual: de bienes comunes a recursos de de uso común

¹ “El Drama de los Comunes”, de Dietz, Dolsac, Ostrom y Stern, citado en la Revista Trimestral Fractal, Número 57, abril-junio de 2010, en <http://mxfractal.org/index.html>, consultada el 12 de septiembre de 2013. Esta versión es un extracto de la Introducción al libro *The Drama of the Commons*, National Reserch Council, New York, 2002. Dietz, Dolsac, Ostrom y Stern ubican la atmósfera entre los bienes de uso común, junto a los océanos y los bosques: El recurso puede ser un ecosistema oceánico del cual se obtiene la pesca, la atmósfera terrestre en la cual se liberan los gases invernadero o un bosque del cual se obtiene madera. La sobreexplotación de los recursos crea problemas, destruyendo a menudo su sustentabilidad. La población de peces puede caer, el cambio climático puede ocurrir o el bosque puede dejar de reproducir suficientes árboles para reemplazar aquellos cortados. La siguiente información en el texto está tomada de la introducción de dicho texto.

La naturaleza de los bienes de uso común y su manejo han sido de interés permanente en la reflexión sobre las formas de gobernar, sobre las relaciones con la propiedad y con la población, que ahora cobra nueva fuerza por su relación con el cambio estructural hacia el desarrollo sostenible. Y ha sido común la confusión entre los conceptos de bienes públicos, comunes o colectivos. La economía los describe, como veremos, como aquellos de los que no es posible excluir al consumidor pero que tampoco se agotan por el consumo. La antropología y la filosofía, por el contrario, se enfocan en las reglas de propiedad sobre él, individual o colectiva, y en las reglas que norman el acceso al consumo. El uso de términos tan próximos no ha facilitado la distinción, pues lo público remite a lo común y ambos, al libre acceso. Actualmente el término bienes comunes ha sido mejorado por una formulación que distingue propiedad de uso: bienes de uso común, donde hay casos de reglas de acceso y casos de libre acceso o ausencia de reglas de acceso. Y bienes públicos económicos tiene un sentido también preciso que lo distingue de los bienes públicos en el sentido de la propiedad y de las reglas de acceso.

Ya en Aristóteles y su texto *Política* se encuentra un abordaje al respecto, donde afirma que “lo que es común a los muchos, tiene aplicado el menor cuidado. Todos piensan principalmente en el suyo y difícilmente en el interés común”². Estas preocupaciones encontraron una gran difusión en la disciplina económica con base en el texto del biólogo Garret Hardin (1968) que argumenta la inevitabilidad en la degradación de un recurso derivado de su condición de bien de uso común de libre acceso, a pesar de la conciencia y voluntad individual por evitar la degradación.

Históricamente los bienes de uso común han tenido en realidad complejas reglas de acceso y uso. Por ello, a mediados de los 80 Hardin fue muy criticado. La referencia a trabajos anteriores como los de Marcel (1819), Lloyd (1833), Maine (1871) en el estudio de la Marca alemana y el Mir ruso,³ revalorizaron los esquemas colectivos de gestión, donde la condición de bien de uso

² Citado así por Dietz, Dolsac, Ostrom y Stern en *The Drama of the Commons*, pág. 8: Aristóteles (Cap. 3) dice en “Política” que “El sistema propuesto (por Platón en su República) ofrece todavía otro inconveniente, que es el poco interés que se tiene por la propiedad común, porque cada uno piensa en sus intereses privados y se cuida poco de los públicos, sino es en cuanto le toca personalmente, pues en todos los demás descansa de buen grado en los cuidados que otros se toman por ellos, sucediendo lo que en una casa servida por muchos criados, que unos por otros resulta mal hecho el servicio. Libro segundo, Capítulo 1, página 22.

³ “El Drama de los Comunes”, de Dietz, Dolsac, Ostrom y Stern, citado en la Revista Trimestral Fractal, <http://mxfractal.org/index.html>, consultada el 12 de septiembre de 2013. Esta versión es un extracto de la Introducción al libro *The Drama of the Commons*, National Reserch Council, New York, 2002.

común no implica libre acceso. Por el contrario, conlleva un sistema regulatorio y valorativo de alta complejidad⁴. Malinowsky (1926), en sus trabajos antropológicos señaló la importancia y complejidad en el manejo de los bienes de uso común en las organizaciones rurales, y como cita Scott Gordon (1954), el manejo coordinado de las pesquerías en los bancos de coral en las Islas Trobriand⁵. Scott Gordon incluso adelanta la hipótesis de la supervivencia de aquellas comunidades que lograron regular el manejo de los recursos de uso común⁶.

La tragedia descrita por Hardin pasó a ser vista como un caso particular, observable sólo bajo ciertas circunstancias⁷ y las nuevas experiencias de regulación, como la nacionalización de recursos naturales también mostró muchas limitaciones.

Ostrom reforzaría la idea, como lo hiciera antes S. Gordon y otros, que no sólo la propiedad privada o pública, como sugirió Hardin, sino múltiples arreglos en el marco de la propiedad comunitaria, pueden mitigar las consecuencias del libre acceso a un recurso. Ostrom y otros, a partir de la conferencia de Annápolis de 1985, acumularon evidencia sobre formas de limitar el libre acceso, e incluso identificaron las condiciones bajo las que arreglos comunitarios funcionan mejor que los arreglos con base en la propiedad privada (por ejemplo cuando hay un bajo valor del beneficio, gran área para la coordinación, altos costos para la creación de la propiedad privada, distribución espacial de los beneficios incierta).⁸

Incluso se reconocían algunas ventajas en el desempeño económico de bienes comunes adecuadamente administrados, como la difusión del riesgo en situaciones de baja rentabilidad y la coordinación de actores mostró ser viable bajo esquemas de regulación comunitaria, como mostró Ellinor Ostrom en su trayectoria de investigación que desembocó en el Premio Nóbel de Economía en 1999. La experiencia en el manejo de los bienes comunes en los países en

⁴ Un caso sugerente para ser investigado es la condición del espacio público como bien de uso común y el libre acceso, deseable en el caso de los usos transitorios, y en una condición poco clara tratándose de usos permanentes. El comercio callejero no itinerante gradualmente se apropia del espacio público sustrayéndolo del libre acceso para otros, bajo la modalidad impuesta por los comerciantes, o bien negociada con las autoridades locales.

⁵ B. Malinowski, *Coral Gardens and Their Magic*, Vol. I, Capítulos XI and XII. Citado en Gordon, pág.134.

⁶ Scott Gordon. P. 135.

⁷ Ostrom, *et al.*, pág. 16.

⁸ Ostrom, *et al.*, op. cit., pág. 11.

desarrollo es, cuando exitoso, producto de un entorno de coordinación iterativa para su administración y autorregulación.

Tomó un par de décadas tras el artículo de Hardin y trabajos posteriores a la conferencia de Annapolis el poder distinguir mejor los conceptos bien común y bien de uso común, pues el término inglés common o commons, el genérico para los bienes de uso común, es el mismo para designar la naturaleza del bien así como su administración. El concepto bienes comunes (common property) evolucionó en los 90 hacia bienes de uso común (common pool), para distinguir el régimen de propiedad del régimen de administración, y para distinguir la organización humana para el uso del bien, de la naturaleza del bien mismo⁹.

Los bienes de uso común pueden estar bajo libre acceso o bajo acceso regulado. El bien de uso común es un recurso natural o producido, al alcance de más de una persona y sujeto a degradación por sobreuso¹⁰. “Los bienes de uso común son aquellos para los cuales la exclusión es costosa y el uso de una persona reduce la disponibilidad para otras. La diversidad de derechos de propiedad que se pueden usar para regular el uso de los bienes de uso común es amplia, incluyendo las categorías amplias de propiedad gubernamental, propiedad privada y propiedad en común. Cuando no hay reglas de acceso y uso, sean emanadas de la propiedad colectiva, estatal o privada, el bien de uso común está bajo un régimen de libre acceso” y este libre acceso es lo que conduce a la degradación.¹¹ (ver anexo 1).

1.3 Diferencias entre bienes públicos y los recursos de uso común.

La discusión sobre los bienes de uso común y los bienes públicos tiene varias vertientes. Por una parte está la naturaleza de los bienes en función de su propiedad; que puede ser común, incluyendo la propiedad de comunidades específicas o del estado, o la propiedad privada. De ahí deriva una primera complicación. Los bienes de uso común pueden ser en efecto del dominio público o no. Pero del tipo de propiedad no se derivan automáticamente las reglas de acceso.

⁹ Dietz, *et al.*, op. cit., pág. 15.

¹⁰ Dietz, *et al.*, op. cit., pág. 18

¹¹ Idem y Azqueta, D., M. Alviar, L. Domínguez y R. O’Ryan (2007) “*Introducción a la economía Ambiental*”. McGraw-Hill, pág 46.

Tanto los bienes del dominio público como los bienes comunales pueden estar sujetos a reglas de acceso y de administración que regulen su acceso y usufructo. Y por ende no todo bien de uso común califica como un bien público en el sentido económico, como se distingue en seguida.

Una segunda vertiente es la de los bienes públicos¹² y su tipología: puros o impuros, en función de sus propiedades de exclusión y rivalidad. Un bien público es en términos económicos, aquél de cuyo goce no puede ser excluido un individuo una vez que se proporciona. “Si se ofrece a una persona, se ofrece a todas las demás. Esta es la llamada *propiedad de no exclusión*. En segundo lugar, si una persona consume el bien público en cuestión no impide por ello, que otra también lo consuma. Esta es la llamada *propiedad de la no rivalidad en el consumo*.” Se reconoce en Samuelson (1954), el acuñar el concepto y se reconoce en los bienes de uso común la característica de no exclusión y de no rivalidad en su consumo¹³. El bien público que tenga las dos propiedades será un bien público puro.¹⁴ De acuerdo con Azqueta (2007), la congestión transforma los bienes públicos puros en impuros e introduce una externalidad negativa en los consumidores del mismo.

Tabla 1.1 Tipología de los bienes por rivalidad

Propiedades del bien	Exclusión	No exclusión
Rivalidad	Bienes privados	Recursos de uso común de libre acceso
No rivalidad	Bienes públicos con congestión y bienes de club	Bienes públicos puros

Fuente: Elaboración propia con base en Azqueta, *et al.* (2007).

¹² “Los bienes públicos son aquellos cuyos beneficios se extienden de manera indivisible a toda la comunidad, independientemente de que los individuos deseen o no comprarlos”. Samuelson, P y W. Nordhaus (1992) “*Economía*”. McGraw-Hill Interamericana de México, pág. 893. Acá la noción de comunidad introduce otras complicación, la de la escala de cobertura del bien público, sobre todo si se hace la distinción, efectivamente entre comunidad y nación.

¹³ Martens, J. y R. Hain (2008) “Global Public Goods. WEED Working Paper”. World Summit Papers of the Heinrich Boell Foundation No. 20, pág. 12.

¹⁴ Azqueta, *et al.* op. cit.

Los bienes públicos pueden estar relacionados o no con bienes de uso común y pueden estar sujetos o no a la tutela del Estado¹⁵, pero un bien público puede ser proporcionado por distintas combinaciones de productores y de regímenes de propiedad. Un ejemplo de un bien público puede ser la salud pública, y su base material ser plenamente privada, y lo mismo el transporte público y la televisión abierta, cuya base material puede ser privada.

De entre los bienes públicos se pueden distinguir los bienes públicos globales, normalmente tutelados por organismos internacionales, como la paz internacional, la capa de ozono, el clima global o la certidumbre en el comercio. Y los bienes públicos locales, como la seguridad, el espacio público o la calidad del aire.¹⁶

La provisión de un bien público y su calificación como tal, con sus características definitorias, no responde a un criterio fijo y pareciera depender más bien de coaliciones políticas y consensos cambiantes¹⁷. De ahí la vigorosa discusión sobre la inclusión de problemas ambientales globales en el marco de los bienes públicos, su codificación en tratados internacionales y leyes y programas nacionales, y su discusión compleja económica, que se encuentra en los márgenes del cambio en el paradigma del progreso. No es menos vigoroso el debate sobre dimensiones éticas y sociales del deterioro los elementos de la biosfera.¹⁸

¹⁵ La producción de conocimiento de libre acceso y por tanto un bien público puro, como el generado por las universidades privadas, no tiene tutela estatal, por ejemplo.

¹⁶ La distinción entre bienes públicos globales y locales en Azqueta. op. cit. pág. 47.

¹⁷ Hain y Martens, op. cit. pág. 11.

¹⁸ Con relación a las fuerzas en lucha, ilustra la tensión la preparación de la documentación, convenciones resultantes y principios contenidos en la Cumbre de la Tierra, o Cumbre de Medio Ambiente y Desarrollo de 1992, y sus sucesoras, la Cumbre de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo en 2002 y la Cumbre Río+20 en 2012, donde se asumió la tutela de la seguridad climática, de la diversidad biológica, de la producción de los suelos como bienes públicos globales. Previamente, en 1989 se había asumido la protección de la capa de ozono como un bien público global. También evidencian las tensiones sociales en torno a las dimensiones éticas y económicas de los bienes públicos ambientales el rechazo al avance de las convenciones y sus protocolos mediante el negacionismo del cambio climático de grupos políticos conservadores que defienden el status quo (ver por ejemplo el Global Warming Policy Institute del Reino Unido), mientras que por otro lado está el intenso trabajo de convencimiento de numerosas organizaciones sociales internacionales en cada una de las convenciones, como el World Wildlife Fund, la Heinrich Boll Foundation, la Fundación Hewlett, el World Resources Institute, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, The Nature Conservancy, Conservación Internacional y tantas otras. Está la tensión ética de la responsabilidad para con los bienes públicos globales frente al cortoplacismo político económico. La tensión económica evidenciada por la rivalidad EUA-China en materia de condicionamiento mutuo en la reducción de emisiones por imperativos de competitividad de corto plazo. La tensión académica-económica-ética evidenciada en discusiones como la de Stern-Nordhaus respecto a la tasa de descuento de las generaciones futuras en el cálculo de los impactos económicos del cambio climático (no descuento en Stern y descuento significativo en Nordhaus). Las tensiones sociales frente al avance de la explotación minera en zonas de alta biodiversidad y de alta

En el caso que nos ocupa también hay tensiones. Por ejemplo el imperativo ético-económico del cumplimiento de las normas de salud, contra el interés económico de afectar al mínimo posible la actividad de las metrópolis que recorre los planes de descontaminación. O bien la tensión ética y social del interés individual en mantener el libre acceso al espacio vial, contra el imperativo moral de mitigar los daños a la salud que eso provoca. Otro foco es la tensión económica entre el derecho al desarrollo con su irrestricta emisión de gases de efecto invernadero, y la responsabilidad de compartir la carga en la mitigación global.

La discusión sobre qué bienes públicos se ofrecen es específica de momentos históricos. Su provisión por el sector público también es una decisión social, más o menos compartida según el caso (como también son más o menos compartidos los consumos del bien público, variable en cada caso, y variable también el reparto de los beneficios).¹⁹ Desde este ángulo, el conocimiento del deterioro de un recurso natural, es decir, la capacidad de carga de un bien de uso común, y la cuantificación y distribución de externalidades se vuelven elementos críticos para la movilización de voluntades e instituciones para la tutela y provisión del bien público.²⁰

Por tanto la oferta de bienes públicos como los que se tratan en la investigación lleva aparejada la necesidad de una intervención pública directa o bien supervisada públicamente para su provisión. Esta intervención está estrechamente ligada a la identificación de externalidades positivas y negativas, así como a las políticas y medidas para su internalización, pues de la acumulación de externalidades negativas resulta el deterioro del bien público. La magnitud de las externalidades ambientales de la contaminación del aire por ejemplo han puesto de manifiesto la

marginalidad (ver taller Gobernanza de los Recursos Naturales, CEPAL mayo de 2012, para los conflictos de Famatina, Argentina (2006-2012), Ngöbe Buglé, en Panamá (2010-201) y Conga-Yanachocha, Perú (2011-2012).

¹⁹ *Ibidem*, pág. 13.

²⁰ Existe tensión también entre los enfoques seguidos para la tutela de bienes públicos globales. Un estilo de “primera generación” fue asegurar la protección y el acceso público al bien de uso común (FAO, CIMMYT, Centro Internacional de la Papa y otros bancos genéticos) y otro, de “segunda generación” y más a tono con un clima privatizador, que apunta a la protección del bien global mediante la asignación de derechos de propiedad, como los derechos de emisión de gases de efecto invernadero por el Protocolo de Kioto de la Convención Marco de Cambio Climático, y los derechos de acceso y reparto justo y equitativo de los beneficios del uso de la biodiversidad en el Convenio de Diversidad Biológica. También existen tensiones entre los instrumentos para la administración de distintos bienes públicos globales, por ejemplo la tensión entre la preeminencia de la Organización Mundial del Comercio y la Convención Marco de Cambio Climático, aquella preocupada por no distinguir métodos y procesos de producción como protección del comercio global y ésta otra, preocupada por distinguir procesos de producción y consumo intensos en emisiones de gases de efecto invernadero.

necesidad de tutelar el bien público “calidad del aire” y la “salud pública” estableciendo reglas de acceso. Las externalidades de la congestión vehicular hacen necesaria una política para lograr el bien público “descongestión” y en la etapa actual, auxiliarlo con la mejora del transporte público. Dado que los salarios no incluyen las externalidades (por definición), los remedios a estos males generalizados pasan, en el constructo social, a la esfera de lo público.

1.3.1 La seguridad climática: un bien público global”

El calentamiento global se produce por el abuso del bien de uso común de cuasi libre acceso atmósfera global en su función de sumidero de los gases de efecto invernadero²¹. Económicamente se concibió hasta el desarrollo de las convenciones de Viena y Marco de Cambio Climático, como un bien público puro. Hoy sabemos que también se degrada por congestión y el libre acceso está en proceso de regulación.

El bien público derivado que se tutela es la seguridad climática, materia central tanto de la Convención Marco de Cambio Climático como del Protocolo de Kioto. Tras más de una década de debates en sus Conferencias de las Partes y en el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, su órgano científico asesor, el nivel de seguridad climático fue acordado formalmente en el proceso intergubernamental recién en 2010 en la 15ª Conferencia de las Partes celebrada en Copenhague y después reconocido en los correspondientes planes nacionales.

La magnitud de los impactos económicos, sociales y sobre la biodiversidad del calentamiento global es uno de los grandes desafíos de este siglo (IPCC, 2007). En este contexto, para evitar cambios peligrosos en el sistema climático se deberán realizar grandes esfuerzos en materia de reducción de las emisiones.

²¹ Es altamente probable que el factor limitante para la continuación del actual modelo de desarrollo basado en combustibles fósiles no sea la escasez de energía fósil ni su alto precio, sino la creciente dificultad de emitir a la atmósfera gases de efecto invernadero por su efecto sobre la estabilidad del sistema climático. En otras palabras, no será el límite la escasez de insumos, sino el espacio para sus desechos.

Actualmente las emisiones globales incluyendo las del cambio de uso de suelo, son de alrededor de 47 gigatoneladas (GT) de CO₂e²² al año, Con una población mundial de aproximadamente, 7,000 millones de personas resulta una media de 6.7 toneladas *per cápita*. El consenso científico (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2007) indica que para evitar un aumento peligroso de la temperatura que comprometa la capacidad de adaptación éste no debería ser superior a 2°C²³. Ello supone que las emisiones en el 2050 deberían estabilizarse en torno a 20 GT al año.

Con una población esperada de 9,000 millones de personas a mediados del siglo 21 esto implicaría una emisión media cercana a las 2.2 toneladas *per cápita*, y cerrar la brecha en las emisiones para pasar de las 7 toneladas actuales (aprox.) a 2 toneladas *per cápita* en aproximadamente 40 años (véase gráfica 1.1)²⁴.

Ese tránsito implica una revolución tecnológica global y cambios en los patrones de producción y consumo de una velocidad y profundidad sin precedente según Stern²⁵, no observada en ninguna de las anteriores revoluciones industriales²⁶.

²² CO₂ equivalente es la expresión en unidades de medición de forzamiento radiactivo o capacidad de retención de energía en la atmósfera que toma como unidad la del CO₂, a fin de hacer comparables todas las emisiones de gases de efecto invernadero, como el metano y otros.

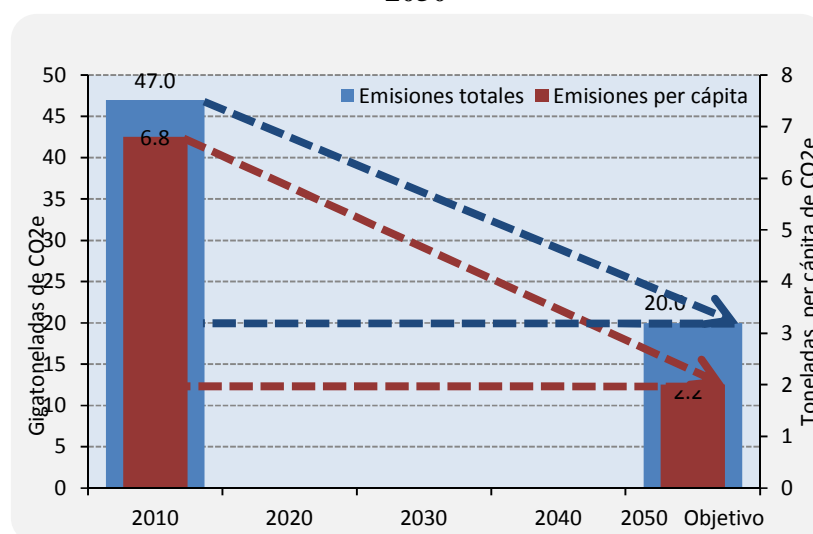
²³ Consenso alcanzado en la Conferencia de las Partes 15 de la Convención Marco de Cambio Climático, Copenhague, 2010.

²⁴ El tránsito se puede producir si se adopta una visión de convergencia e igualdad en las emisiones per cápita o dicho de otro modo, de igualdad en el acceso a la función de sumidero de la atmósfera para los gases de efecto invernadero. Pero también es posible imaginar que en ausencia de un acuerdo podría imponerse mediante la fuerza de los principales emisores para preservar su propio espacio ambiental para el desarrollo.

²⁵ Esta cuenta fue presentada por Nicholas Stern en la COP 17 (2010) en un evento paralelo organizado por el gobierno de México, como argumento para abogar a favor de una revolución tecnológica conducida mediante una alianza público privadas sin precedente tanto a nivel nacional como global. Posteriormente ha sido retomada por Luis Miguel Galindo y la División de Desarrollo Sostenible en varias presentaciones en CEPAL durante 2011 y 2012, incluida la sesión de Planeación Estratégica de 2011.

²⁶ La información presentada en estos párrafos también se consigna en una “Alerta Temprana” como documento interno de discusión en CEPAL, 2012, inédito.

Gráfico 1.1. Mundo: Emisiones totales y per cápita de CO₂e 2010 y meta de estabilización al 2050



Fuente: División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL, 2012, inédito.

La participación de América Latina en las emisiones globales es 12.2% (2005) relativamente menor respecto a otras regiones del mundo²⁷, pero su aporte es significativo en materia de emisiones por deforestación, con 4.4% del total²⁸. Las emisiones totales de América Latina, incluyendo el cambio de uso del suelo (CUS) fueron 9.9 toneladas *per cápita* en 2005, y las del mundo fueron 6.8 *per cápita* (World Resources Institute, CAIT)²⁹. De este modo, en el contexto de un espacio ambiental global que gradualmente se reduce y frente a crecientes evidencias del calentamiento global, la región también deberá contribuir, como ya comenzó a hacerlo³⁰, al esfuerzo global y disminuir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en las décadas por venir y en especial considerando la alta vulnerabilidad de América Latina y el Caribe a los efectos del cambio climático³¹. Las emisiones en América Latina muestran una fuerte asociación al crecimiento de la economía como en el resto de las economías modernas (CEPAL, 2009 y 2010).

²⁷ Véase CEPAL (2009) “Cambio Climático y Desarrollo en ALC: una reseña”. Santiago de Chile. Capítulo VI, página 109 y base de datos es CAIT del World Resources Institute.

²⁸ Ídem.

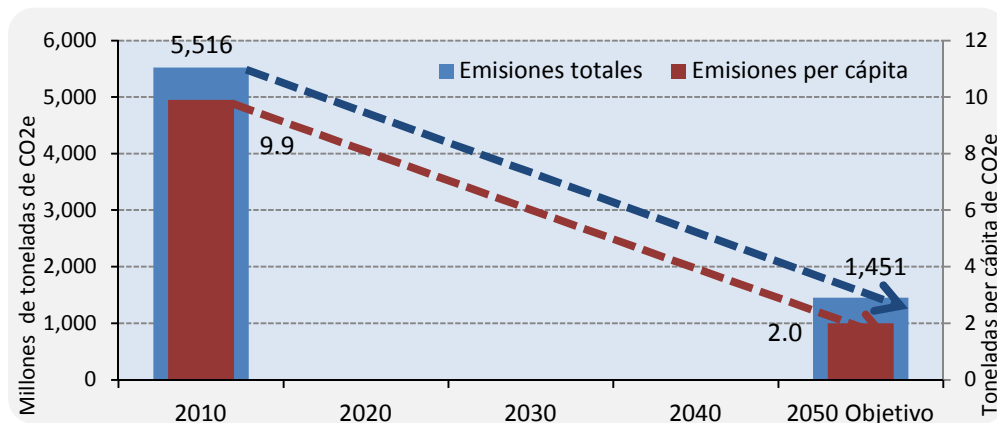
²⁹ Las emisiones por quema de combustibles fósiles y producción de cemento están por debajo del promedio mundial, pero por arriba cuando se toma en cuenta la deforestación y el cambio de uso del suelo.

³⁰ Para el 2012, 4 países latinoamericanos habían asumido compromisos cuantitativos de manera voluntaria, México, Costa Rica, Brasil y Chile.

³¹ Véase: **La Economía del Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Síntesis 2009 y 2010**, CEPAL, Santiago de Chile.

Un sencillo escenario prospectivo al año 2020 muestra que las emisiones de CO_{2e} *per cápita* provenientes tan sólo del consumo de energía en América Latina crecerían a una tasa de 1.7% promedio anual, con un escenario de crecimiento del PIB *per cápita* de 2% promedio anual. La menor tasa de crecimiento de las emisiones con relación al producto se explica por la modesta tasa histórica de desacoplamiento del consumo de energía para la generación del PIB de 0.1% anual y la reducida descarbonización de la matriz energética de 0.2% anual. Es pues evidente que frente al ritmo esperable de crecimiento económico y el bajo nivel de innovación tecnológica y desacoplamiento en emisiones que está experimentando la región no se lograrían disminuir las emisiones de GEI al nivel requerido por la ciencia y la seguridad climática. Por el contrario, el panorama muestra una tendencia a empeorar.³² Estos resultados son preocupantes si América Latina debe reducir en el futuro sus emisiones de CO_{2e} de los 9.9 toneladas actuales a las 2 toneladas *per cápita*, nivel compatible con el objetivo global necesario (véase gráfica 1.2) y también porque los cambios que se produzcan en el resto del mundo en materia de tecnología y patrones de producción y consumo cambiarán profundamente las condiciones de competencia y de inserción en la economía global.

Gráfico 1.2. América Latina: Emisiones totales y per cápita de CO_{2e} 2005 y meta de estabilización



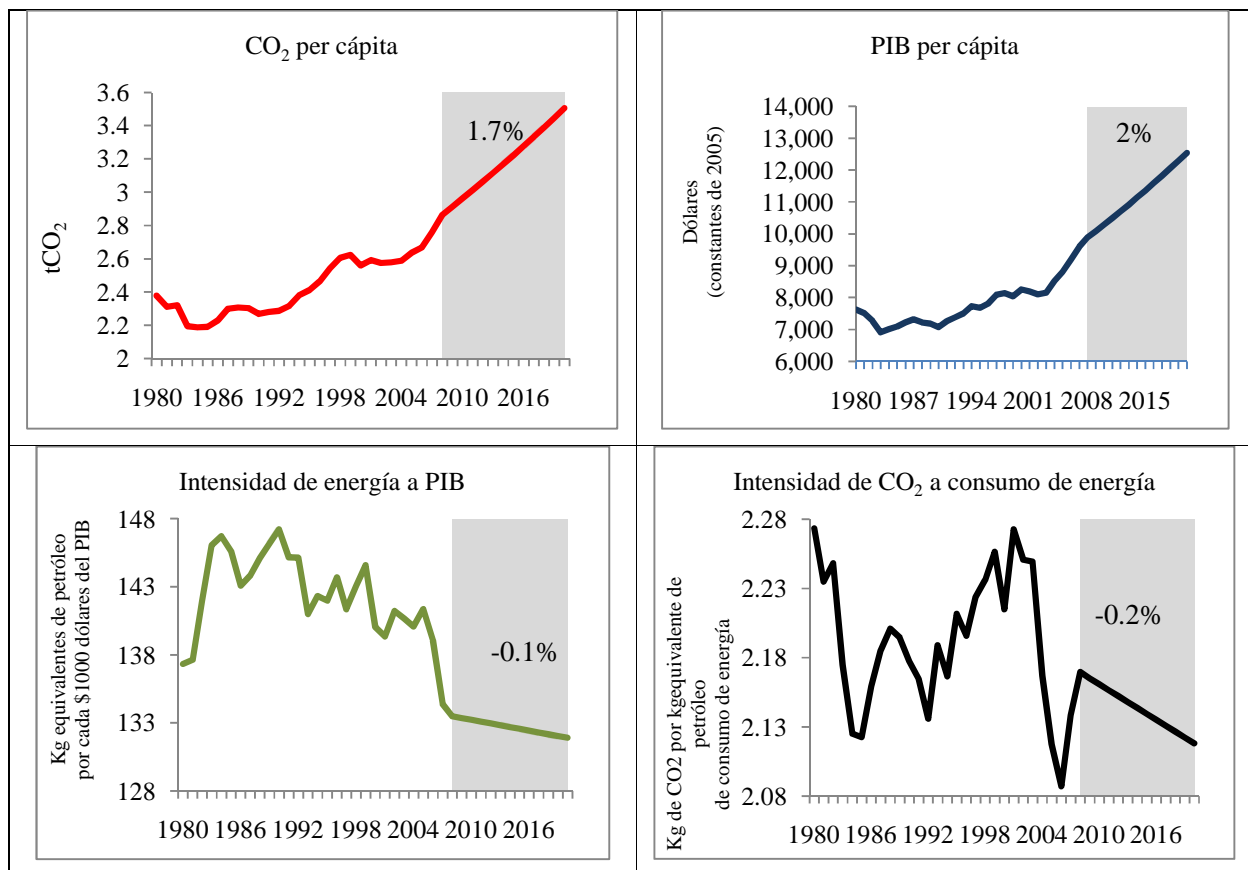
Fuente: División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL

El paso de América Latina de 9.9 a 2 toneladas de emisiones de CO_{2e} *per cápita* en el 2050 (y de 5.5 a 1.5 gigatoneladas por año) es muy poco probable en el escenario inercial actual. Por el

³² Ver la nueva generación de escenarios climáticos del 5º Reporte de Evaluación del IPCC, 2013, donde el escenario más pesimista supera en emisiones al peor escenario del 4º Reporte de Evaluación.

contrario, incluso en un escenario de crecimiento modesto las emisiones seguirán creciendo acopladamente a la dinámica del ingreso en un marco de mejoras tecnológicas marginales. Una proyección de las emisiones basada en la ecuación Kaya muestra la insuficiencia del ritmo del cambio tecnológico observado para lograr el cambio necesario en la trayectoria de las emisiones. Como se muestra en el gráfico 1.3, en un escenario de 2% del crecimiento del PIB para la próxima década, modesto, las emisiones crecerían en 1.7%, considerando la razón observada de cambio de consumo de energía por unidad de producto (-0.1% que refleja el cambio tecnológico y estructural) y de emisiones por unidad de energía consumida (-0.2%, que refleja la composición de las matrices energéticas). El actual patrón profundiza la brecha de emisiones con relación a las necesarias para la seguridad climática.

Gráfico 1.3. Escenario inercial de las emisiones energéticas de CO₂e per cápita en ALC



Nota: ALC: América Latina y el Caribe (21 países); PIB per cápita, intensidad energética del PIB e intensidad de CO₂e de las matrices energéticas, 1980-2020.

Fuente: Elaborado por la División de Desarrollo Sostenible para Cambio Estructural con Igualdad, CEPAL, 2012. Santiago.

En este contexto, reducir esta brecha de emisiones en la región requiere de una revolución en la generación y absorción de tecnología y modificaciones substanciales en los patrones de producción, distribución y consumo, incluidos los urbanos. Ello acompañado de transformaciones importantes en la estructura actual de precios relativos, las regulaciones, la institucionalidad y políticas públicas sectoriales coherentes. Es además fundamental que América Latina considere también alternativas que conduzcan a reducir las emisiones asociadas a la deforestación y degradación de bosques.

Las transformaciones mencionadas deben ir de la mano con inversiones bajo un nuevo paradigma en el sector agrícola, para el manejo de los recursos hídricos, la infraestructura, las ciudades, zonas costeras, transporte, biodiversidad, salud, etc., que permitan adaptarse a las nuevas condiciones climáticas, lo que al mismo tiempo permitirá reducir la vulnerabilidad de la región ante los efectos del cambio climático.

Las medidas de adaptación además de ayudar a reducir los impactos del cambio climático, tienen también importantes cobeneficios sociales, debido a que los sectores con menor capacidad de adaptación son quienes soportan en mayor magnitud las consecuencias del cambio climático y porque un paradigma más bajo en carbón puede ser también más incluyente y equitativo³³.

1.3.2 Bienes públicos: la calidad del aire y la fluidez en el tráfico urbano. Recursos de uso común: la atmósfera y el espacio vial

De conformidad con la evolución conceptual expuesta en torno a los bienes de uso común y de los bienes públicos, la presente investigación ubica la atmósfera local y global como bienes de

³³Las emisiones de América Latina y el Caribe están reportadas en CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2010), La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Síntesis (LC/G.2474), Santiago de Chile y en CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2009), La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Síntesis (LC/G.2425), Santiago de Chile. Las emisiones globales están reportadas en IPCC (2007) Climate Change 2007 - Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC, 1st ed., Cambridge University Press. La base de datos de referencia normalmente usada para el monitoreo de flujos nacionales está en WRI (Instituto de los Recursos Mundiales) (2010), "Climate Analysis Indicators Tool (CAIT).Version 7.0" [en línea] <http://cait.wri.org>.

uso común de libre acceso en América Latina y el Caribe³⁴. Desde el punto de vista económico son bienes públicos impuros pues sufren por congestión y por tanto se deterioran. Serían rivales, pero no excluyentes.

La calidad del aire también se entiende como un bien público puro, tutelado por el Plan de Descontaminación de Santiago para la atmósfera en la Región Metropolitana. Otro bien público materia de esta investigación es la seguridad climática, tutelada desde lo que corresponde a la jurisdicción de Chile por el Programa de Acción Climática, derivado del compromiso gubernamental expresado en la suscripción de la Convención Marco de Cambio Climático y del Protocolo de Kioto. El tercer elemento objeto de atención es el espacio vial, un bien de uso común de libre acceso (salvo en las autopistas urbanas de cuota) y el bien público que se tutela es la fluidez en el tráfico, mediante el gasto público directo y la concesión de obra pública.

La administración de los bienes públicos mencionados es inseparable de la administración de sus respectivas bases materiales. En cada caso lograr el bien público marca el objetivo y la intensidad de la intervención necesaria, y por tanto, de las reglas de acceso al bien de uso común. En los tres casos el bien de uso común se deteriora por el libre acceso, sin embargo el bien público que se produce, cuando se logra, es no excluyente y no rival. La calidad del aire se degrada, pero una vez lograda, no se puede excluir a nadie y todos se benefician o son impactados negativamente por ella. Lo mismo ocurre con la seguridad climática y con la fluidez del tráfico. El uso excesivo, saturación o congestión degradan el bien público y la capacidad de carga del bien de uso común de libre acceso. Y por ello la importancia de identificar y dimensionar las externalidades.

El análisis del uso de los bienes de uso común como sumideros es un campo menos estudiado que el de su uso extractivo. De acuerdo con este enfoque entre los problemas contemporáneos cuyo análisis es necesario profundizar es el del uso de los bienes de uso común como sumideros, tratándose de la atmósfera global, de las cuencas hidrográficas o de las cuencas atmosféricas y el

³⁴ En la Unión Europea el Mercado de Comercio de Emisiones (Emissions Trading System o ETS por sus siglas) ya impone reglas de acceso a la función de sumidero de emisiones de bióxido de carbono equivalente, que establece un sistema de limitación y comercio (cap and trade) para sectores clave en la economía como la actividad industrial y la aviación.

océano. Algunos asuntos que ameritan mayor exploración³⁵ son de carácter internacional, como la contaminación de cuerpos de agua, el transporte de contaminantes a largas distancias, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, el agotamiento de los recursos marinos, el uso del espacio exterior y de los casquetes polares y los diversos niveles necesarios de intervención para lograr efectividad. Ello implica el estudio de las instituciones para la administración de los bienes de uso común. La atmósfera global, la atmósfera local y el espacio vial serán estudiados como bienes de uso común y bienes públicos en el marco de la actividad de una región metropolitana, la de Santiago de Chile. La investigación se enfoca en el uso de la atmósfera como sumidero de gases de efecto invernadero provenientes del transporte privado motorizado.

El objetivo central del trabajo será la evaluación del potencial de aplicar instrumentos económicos para mantener la calidad de los bienes de uso común atmósfera y espacio vial mediante al internalización de externalidades negativas derivadas de una mejor administración del bien de uso común.

1.4 Los males públicos: Las externalidades negativas

Los bienes públicos y las externalidades son cuestiones indisolubles. Los bienes públicos por ser no excluyentes y no rivales, una vez producidos generan el incentivo a evadir el costo de contribuir a su provisión³⁶ y por tanto una externalidad positiva para el evasor y negativa para el resto si se produce congestión o degradación. Desde el punto de vista de la intervención pública en la administración de los bienes de uso común (atmósfera o espacio vial) a partir de los cuales se produce otro bien público derivado (calidad del aire, seguridad climática o descongestión) implica la internalización, así sea parcial, de externalidades negativas por el uso rival o excluyente del bien de uso común.

Existe pues una tensión permanente entre la capacidad de las instituciones e instrumentos para la internalización de externalidades negativas, y la sostenibilidad y la universalidad de estas intervenciones y los aportes a su financiamiento.

³⁵ Azqueta. op. cit., Capítulo 1.

³⁶ La solución subóptima pero racional desde el punto de vista individual del free rider: El dilema del prisionero.

Las externalidades positivas y negativas, son daños o beneficios que quienes no las demandan reciben sin compensación por la vía de los precios³⁷. Son efectos que se transmiten socialmente sin pasar por los mercados y muestran las limitaciones de éstos para reflejar adecuadamente los costos sociales en los costos privados. Estas insuficiencias del mercado en ocasiones hacen necesaria y legítima la intervención del sector público en la provisión de los bienes públicos.

Pigou en *La Economía del Bienestar* (1920) plantea la necesidad de la intervención pública para internalizar mediante la aplicación de tasas o impuestos que modifiquen los incentivos para el particular y lo lleven a disminuir la producción y con ello la magnitud de la externalidad en un nivel tal que se igualen los costos y beneficios sociales. La economía del bienestar es el fundamento de los desarrollos de la economía ambiental. En las reflexiones de Dasgupta y Heal (1974) sobre la degradación de los recursos finitos de uso común, se hace referencia a la necesidad de contar con una intervención que compense la falla de mercado implícita en la externalidad.

Esquema 1.1 Eficiencia social vs eficiencia privada

$$Q = f(\text{costo marginal privado} = \text{beneficio marginal privado})$$

$$\text{Externalidad} = \text{costo marginal social} - \text{costo marginal privado}$$

$$\text{Producción socialmente eficiente} = F((\text{cmgs}/\text{cmgp}) \rightarrow 1)$$

$$\text{Precio de equilibrio para costo marginal social} \approx \text{precio de equilibrio para costo marginal privado}$$

Las externalidades negativas implican una pérdida de bienestar por daño (o un beneficio tratándose de externalidades positivas) impuesto sin retribución, cuya internalización o compensación requieren de medidas de política (impuestos, normas, derechos de emisión, pagos compensatorios, etc.).

³⁷ “Existe una externalidad o un efecto-difusión cuando la producción o el consumo imponen costos o beneficios a otros que no son pagados por los que los imponen o los reciben. Más concretamente, una externalidad es un efecto que produce la conducta de un agente económico en el bienestar de otro y no se refleja en las transacciones monetarias o de mercado.”...”no sólo hay bienes públicos; también hay “males públicos”, que son bienes públicos que imponen costos uniformes a todo un grupo. Los males públicos o externalidades van unidos en su mayor parte a los procesos de producción y son subproductos inintencionados de las actividades de las empresas”...”las externalidades no son sino los efectos secundarios involuntarios y nocivos de las actividades productivas. Samuelson y Nordhaus, op. cit. pág. 893 y 894.

El estudio de las externalidades tuvo un segundo hito conceptual en la publicación del texto de Ronald Coase.³⁸ Este plantea la posibilidad de lograr un resultado económicamente eficiente en la internalización por medio de una negociación puramente privada, sin prejuzgar quién deba asumir el costo de internalizar.

Para lograr ese resultado eficiente se deben cumplir algunas condiciones: mínimos o nulos costos de transacción, pocos actores y claridad en los perjuicios. El enfoque coasiano implica que una clara asignación de derechos de propiedad, como después haría también Hardin, facilita la internalización de las externalidades.

La coordinación entre particulares fue considerada suficiente para internalizar una externalidad, por lo menos conceptualmente. En la realidad existen costos de transacción negociación, los derechos de propiedad que respaldan la negociación pueden no ser claros³⁹ y la distribución de los costos y beneficios no es una cuestión libre de valoración ética. Este último punto fue objeto de definición en la Declaración de Rio donde se incluyó el principio que “Quien Contamina Paga”, fijando así un consenso internacional en torno a la dirección de las responsabilidades.

La internalización mediante impuestos de inspiración pigouviana o mediante la negociación entre partes de inspiración coasiana busca acercar el costo marginal privado de la actividad económica al costo marginal social. De este modo se reduce la actividad hasta lograrse el nivel de contaminación “óptimo”, igual al beneficio social⁴⁰.

En el gráfico 1.4 el precio P sin internalización iguala costo marginal privado y beneficio marginal en Lm. La internalización de los costos desplaza la curva de costo marginal a la

³⁸ Coase, R.(1960) “The problem of social cost”, *Journal of Law and Economics*, 3(1), 1-44.

³⁹ Thus, if symmetric property rights are established to what was originally a common property fishing ground, each firm will introduce precisely x vessels, and each firm will catch a profit equal to $F(Nx)/(N-px)$, which in turn will emerge as the competitive rent per plot on the fishing ground. In other words, by assigning property rights on what was originally a common property resource (the fishing ground) the problem takes on a conventional form. But given that for many cases is too costly (if not impossible) to device and enforce private property rights on certain resources, the foregoing avenue is not really a universal way out of the problem. (Imagine the difficulties of enforcing each citizens` right to a clean air space directly over his private property), consequently one is encouraged to look elsewhere.The idea in each case is for the government to take charge of the common property resource and to introduce regulations aimed at the attainment of allocative efficiency. Dasgupta,y Heal, op. cit., pág., 66.

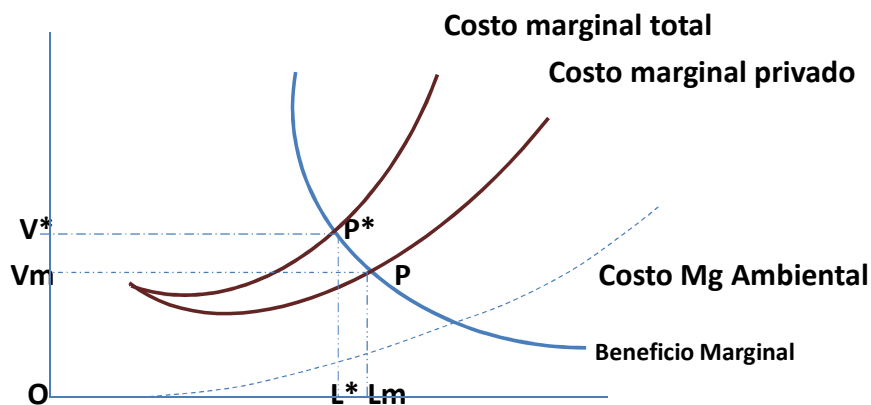
⁴⁰ Tomado de Azqueta, op. cit.

izquierda, aumentándolo y lográndose el equilibrio a un precio superior P^* y con una producción reducida L^* donde se igualan el costo marginal social y el beneficio marginal, y se produce la contaminación “óptima” desde el punto de vista de la eficiencia económica. La externalidad es, como se apuntó en el gráfico, la diferencia entre las áreas $P^*V^*OL^*$ y PV_mOL_m .

Gráfico 1.4. Efecto económico de la internalización de una externalidad

Beneficio Marginal

Costo Marginal



Fuente: Azqueta, *et al.* (2010).

1.4.1 Externalidades por contaminación atmosférica urbana

En la mayor parte de los asentamientos urbanos la atmósfera es un bien de uso común de libre acceso, pues no existen restricciones a las emisiones.⁴¹ Por tanto se usará en exceso como sumidero, a pesar de la preferencia individual por aire limpio, y de ahí la necesaria intervención de un ente coordinador, un gobierno, para llevar el uso del servicio ambiental a un nivel óptimo desde el punto de vista social mediante la reducción de la externalidad producida por la contaminación. La calidad del aire urbano sería el bien público, la atmósfera el bien de uso común y el uso de la atmósfera como sumidero de contaminantes, es la conducta a ser administrada.⁴²

⁴¹ En las ciudades que tienen planes de control de la contaminación las restricciones a algunas emisiones aplican temporalmente una vez que se han alcanzado niveles que se consideran críticos.

⁴² ...Several other examples would seem to fit the general texture of the arguments that we have developed from this specific context (fisheries)...On most occasions, the pollution of the atmosphere is also such an instance. The atmosphere's capacity to absorb pollution is, while large, clearly finite. But if individuals are not charged for

En la práctica en aquellas ciudades latinoamericanas que muestran los mayores límites en su capacidad de recibir contaminantes es donde el gobierno⁴³, ha lanzado planes de control⁴⁴ de la contaminación. En el caso de la Ciudad de México y de Santiago se reconoce una participación importante de las emisiones provenientes del transporte privado, (ver capítulo 3) y las medidas se limitan a exigir verificaciones de mantenimiento técnico de los motores y a limitaciones en los días que se pueden usar los vehículos privados, dependiendo de las concentraciones de contaminantes en la atmósfera.

La internalización de externalidades ambientales por emisiones del transporte privado, ha sido tratada de manera menos estricta en las políticas públicas⁴⁵ que las emisiones provenientes del transporte público y de la industria. Si bien hay algunas limitadas disposiciones de comando y control, no hay todavía instrumentos económicos para mitigar emisiones del transporte privado en estos planes. El trabajo investigará en su etapa final el uso de estos instrumentos y su grado esperado de efectividad.⁴⁶

disposing of pollutants into the atmosphere, they enjoy the benefit of a free service, namely the service that the atmosphere performs in absorbing pollutants. Our formal analysis has suggested that this benefit can in fact be largely a mixed blessing in that there is a tendency for the market equilibrium to sustain too much pollution in a sense that they can be precised. In those situations where the individuals can be regarded as roughly identically placed (such as a community of motorists emitting noxious fumes from their cars and at the same time preferring clear air to polluted air), our formal analysis of the commons problem will carry over directly. Dasgupta, y Heal, op. cit., pág. 73.

⁴³ Las constituciones nacionales asignan al nivel municipal, en el caso de los gobiernos no centrales, la administración de la calidad del aire, junto con el alumbrado público, la recolección de residuos y el ordenamiento territorial. Se trata de los niveles de gobierno en general más débiles y de menor duración en el cargo. En el caso de Santiago la administración urbana es confusa, pero la administración de la calidad del aire corresponde al gobierno nacional mediante la figura del intendente que preside las desconcentraciones regionales de los ministerios del gobierno, incluida la COREMA, versión regional de la antigua Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, reemplazada en el 2010 por el Ministerio del Medio Ambiente.

⁴⁴ Que se limita en general en los planes de control de la contaminación a la restricción a la circulación cuando las condiciones atmosféricas lo ameritan (Santiago, México y Bogotá), y la revisión mecánica periódica de los autos (que en realidad podría verse como un subsidio a las armadoras) para el control de emisiones. Sin embargo no suelen formar parte de estas políticas los instrumentos económicos.

⁴⁵ Los cambios se resumen en medidas conductuales como revisiones técnicas, prohibición de circulación en episodios críticos de contaminación o incentivos a la mejora técnica (devoluciones tributarias y etiquetados).

⁴⁶ Un criterio implícito en la política ambiental en la materia es que el conocimiento científico sobre las contribuciones al deterioro de la calidad del aire y las medidas de política para su protección sean coherentes y reflejen esa responsabilidad. El caso del transporte privado parece no responder al criterio. Esto tendría que ser demostrado mediante el estudio de un inventario y estimar entonces la contribución de la flota privada a la mitigación de emisiones bajo las medidas que le aplican.

1.4.2 Congestión vial y otras externalidades del transporte

El espacio público en las ciudades es todo aquello que no es propiedad privada. Pero espacio público y bien de uso común tiene distinciones importantes. En primer lugar los espacios públicos en las ciudades obedecen a clasificaciones caprichosas que usualmente dependen de la organización administrativa del gobierno local y una división del trabajo de facto. Tomemos el caso de parques, plazas y camellones (bandejones). Hay una poco clara línea divisoria entre considerar estos espacios públicos como espacios verdes o bien como espacios viales. Plazas y jardines se agrupan bajo una misma clasificación administrativa. Pero en ocasiones, los camellones arbolados son sumados a la clasificación de áreas verdes, sobre todo si se trata de cumplir con metas de área verde per cápita.

El espacio público dedicado al tránsito es también peculiar. El transecto o plano de corte de una calle incluye banquetas, espacio de rodamiento para vehículos a motor y camellones⁴⁷. Sin embargo la asignación de funciones lo hace aparecer segmentado funcional y administrativamente. Las banquetas son responsabilidad delegacional o comunal, el término vialidad se asume privativo de los vehículos a motor (excluyente de transporte a tracción humana o animal) y corresponde normarlos a las secretarías encargadas de los vehículos, o bien caen bajo la jurisdicción de las direcciones de obras del nivel que corresponda, según el tipo de organización-central o federal, etc.

Esa división funcional hace que los usuarios queden diferenciados según el rol que estén cumpliendo: paseantes, conductores o conducidos, o caminantes. Pero los roles pueden ser intercambiables, según la necesidad del individuo y sus posibilidades materiales. Pero en el agregado, el espacio público en sus distintas modalidades, motorizado y no motorizado, vial o para otros usos, es de libre acceso⁴⁸. El espacio vial, como la atmósfera urbana, son bienes de uso común de libre acceso. Y como tal están sujetos al mismo abuso⁴⁹ descrito en La Tragedia de los

⁴⁷ Y ciclistas, cuando las hay.

⁴⁸ En el caso Santiago se excluyen de la condición de libre acceso las autopistas urbanas tarifadas.

⁴⁹ Fenómenos como el ambulante o las terminales semiclandestinas del transporte público atestiguan esto.

Comunes de Hardin (Science 1968)⁵⁰, y comentado al inicio de este capítulo. Por ello, analíticamente se puede asimilar al caso de la atmósfera.

La congestión es una externalidad que se produce al añadir un vehículo más al espacio vial y reducir la velocidad de circulación para el conjunto de los usuarios que ven disminuir su bienestar sin compensación alguna.

En la disciplina de ingeniería del transporte⁵¹ se reconocen las externalidades sólo en cuatro ámbitos: contaminación atmosférica, congestión vial, accidentes y ruido. De ninguna de ellas se libran los propios causantes del problema. De éstas, sólo la congestión afecta casi exclusivamente a los involucrados en el acto del transporte. Los otros efectos externos perjudican el nivel de utilidad de personas no involucradas en el acto de transportarse. Un cambio disciplinar permite observar externalidades negativas adicionales.

Desde el urbanismo se aprecia que el transporte también deteriora los espacios urbanos donde se establecen nodos de transporte o estaciones de cambio modal. Algunos ejemplos son las áreas de estacionamiento informal, las de retorno o de lanzamiento⁵² de vehículos, el abandono de inmuebles en zonas de alto tránsito o inmuebles cuyo costo de mantenimiento aumenta por hollín o por vibraciones, las vibraciones mismas, etc. Estos efectos son particularmente notables en los centros de las ciudades. El valor inmobiliario puede o no expresar estas externalidades⁵³ y ser captado en esa medida por la valoración hedónica.

⁵⁰ Citado en Thomaz Dietz, Nives Dolsak, Elinor Ostrom y Paul C. Stern (2001) *The Drama of the Commons*. National Research Council, 2001. Washington

⁵¹ De Reus, M. G., J. Campos y G. Nombela (2003) *"Economía del transporte"*. Antoni Bosch (ed.), Barcelona.

⁵² Paraderos informales en la calle que utiliza el transporte público con fin e inicio de circuito.

⁵³ El valor del suelo puede mantenerse debido al cambio de un uso a otro: a usos comerciales, como medio de producción, con valores por encima del valor habitacional, como bien de consumo. No baja el valor monetario pues el aspecto funcionalidad se mantiene, pero se elimina la habitabilidad. Los niveles de ingreso que podrían adquirir suelo como bien de consumo (vivienda) no encuentran las condiciones de habitabilidad necesaria y se desplazan hacia las zonas donde se puede producir la habitabilidad deseada. Los enclaves de vivienda que permanecen en el centro urbano suelen permanecer debido a que están dispuestos, por su nivel de ingreso, a asumir las externalidades negativas. Usualmente cambios sucesivos en los usos del suelo aumentan las externalidades negativas, en un círculo vicioso, y aún como medio de producción pierden valor. Esto se pronuncia al envejecer los dueños de los predios reconvertidos y sobre todo en las zonas centrales, el uso productivo tiende a alojar pequeños negocios de baja capitalización, hasta que pasado un nivel de depreciación, se puede revertir el ciclo.

En el contexto del presente trabajo, la mitigación del consumo excesivo de espacio público en su expresión como congestión vehicular, es un instrumento más que puede ponerse al servicio de la protección del bien público calidad del aire y de la seguridad climática (ver desarrollo de este concepto en anexo 4).

1.4.3 La insuficiencia del mercado en la provisión de los bienes públicos calidad del aire, seguridad climática y descongestión vial

En la teoría económica (Samuelson, 1994) las externalidades se explican como el sobreconsumo de un bien por efecto de la producción, debido a la ausencia de incentivos para su internalización y es parte de la lógica económica el resolver el problema de optimización al fijar nivel de contaminación óptimo tomando en cuenta el equilibrio entre costos sociales y beneficios sociales de un determinado nivel de producción.

Los mercados de autos y de combustibles fósiles no tienen señales de precios que permitan alcanzar el nivel óptimo de contaminación y por tanto se produce el sobreconsumo de ambos que generan niveles de contaminación y congestión excesivos, cuyos costos sociales marginales son superiores a los beneficios sociales marginales.

Alcanzar niveles óptimos requiere de señales de mercado o normatividad. Desafortunadamente la normatividad actual es, de partida, demasiado laxa, como se muestra en el capítulo 3 y para varios contaminantes se superan ampliamente las normas de salud. Un mecanismo de mercado para el comercio de emisiones contaminantes locales no ha logrado ser significativo en la Región Metropolitana de Chile.

Y para la congestión sólo existen reglas para modificar la tarificación en las vías urbanas de paga como se muestra en el capítulo 4, pero no se cuenta con señales fuera de estas vías. Por tanto, para combatir estas dos externalidades es necesaria la introducción de otros mecanismos, sean normativos o de mercado.

El calentamiento global de la atmósfera global documentado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático en sus reportes de evaluación⁵⁴ es resultado, como señala Stern en su reporte (2007), de la mayor externalidad conocida, por su uso irrestricto como sumidero de las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del patrón de producción y consumo de energía.

El bien de uso común, como se discute antes, es la función de sumidero de la atmósfera global, y el bien público a tutelar es la seguridad climática y un calentamiento y cambio climático compatible con la adaptación de los sistemas económicos y de los seres humanos.

Con relación al bien de uso común, el acceso se ha tratado de limitar y regular mediante la Convención Marco de Cambio Climático y el Protocolo de Kioto donde se tienen acordados compromisos de reducción de emisiones y los instrumentos derivados de ellos como los contenidos mercados voluntarios, el Mecanismo de Desarrollo Limpio y el Sistema Europeo de Comercio de Emisiones (Emissions Trading System).

Hasta ahora han tenido muy limitado éxito para frenar el uso de la función de sumidero de la atmósfera global y pocos países han cumplido el objetivo de la convención, de limitar sus emisiones como un porcentaje menor a sus emisiones en 1990 (8% para los países europeos y en torno al 5 por ciento para el resto de los países del Anexo 1 de la CMCCNU). Incluso en el caso de cumplimiento, algunos de esos pocos, simplemente han desplazado el lugar donde se producen las emisiones mediante importaciones intensas en carbono (consumo de carbono)⁵⁵.

El uso de impuestos para internalizar la externalidad sólo se ha aplicado limitadamente en algunos países del norte europeo, exitosamente⁵⁶. En América Latina y el Caribe no se han aplicado impuestos a los gases de efecto invernadero.

⁵⁴ Especialmente el 4 Reporte de Evaluación del IPCC, publicado en 2008, donde se corrobora el calentamiento global y su atribución a las actividades humanas.

⁵⁵ Ver Primer Seminario de la Huella de Carbono, 2010, con relación al consumo de carbono del Reino Unido, que a pesar de disminuir sus emisiones en la producción las ha aumentado en el consumo por arriba de los límites acordados para ese país en la Convención. Véase también Cambio Climático y Desarrollo en ALC: Una reseña, Capítulo 3. (2009).

⁵⁶ Ver ponencia de la GIZ en la Sesión Ambiental del Seminario de Política Fiscal 2010. CEPAL, Santiago.

Como se vio antes, la seguridad climática reclama, con base en el 4º Reporte de Evaluación (SRES) del IPCC y la COP 15 de la CMCCNU un nivel de emisiones de alrededor de 2 toneladas de CO2 equivalente per cápita para 2050. En ALC la población urbana es de alrededor del 80% del total⁵⁷ y para 2050 será superior al 90%. Las ciudades son importantes fuentes emisoras. Sin embargo la dominancia del enfoque sectorial en la CMCCNU, reflejo de la organización de los gobiernos nacionales ha dificultado el avance a nivel territorial.

Sólo recientemente (COP 15, 2009) las ciudades han logrado algún protagonismo en la CMCCNU como agentes de cambio, con claridad respecto a las sinergias entre mitigación y mejoras en la calidad de vida local⁵⁸. En términos generales, no obstante, el papel de las ciudades, las consecuencias de las decisiones locales de movilidad, de los códigos de edificación, de los patrones de ocupación del espacio, no han asumido la responsabilidad que les cabe como fuentes de emisión⁵⁹.

Tampoco es corriente analizar el vínculo entre las decisiones locales urbanas y el efecto negativo sobre la economía nacional al aumentar la vulnerabilidad del sector externo por efecto del patrón de movilidad y de ocupación del espacio y la construcción local, altamente dependiente de las importaciones.

Esta investigación apunta a visibilizar la contribución a estas externalidades de una de esas fuentes críticas, el transporte privado y se analizarán sus implicaciones en términos de equidad, responsabilidad y capacidad para mitigar sus externalidades.

⁵⁷ Ver presentación de José Luis Samaniego en el Banco Interamericano de Desarrollo, 2012, con base en datos de CELADE, disponible en www.cepal.org.

⁵⁸ Ver carta constitutiva de C40 y de ICLEI respecto del papel de las ciudades en la contribución a la mitigación del cambio climático.

⁵⁹ Al margen de cómo se queman los combustibles fósiles y cómo se consume la electricidad por cada fuente individual o móvil, las ciudades son, a una escala apropiada, fuentes fijas, como lo son las industrias. Ver José Luis Samaniego, Tesis de Maestría, Capítulo 5; “El Súper Mecanismo de Desarrollo Limpio” aplicable a territorios (ciudades) y sectores. México DF. Universidad de las Américas, 2002.

1.5 La importancia de la calidad de los bienes públicos urbanos en la cohesión social, otro bien público pilar de la legitimidad democrática

Unido a las consideraciones valorativas ya mencionadas en la producción de un bien público, se acompañan consideraciones relacionadas con la gobernabilidad y la legitimidad democrática. Si las externalidades degradan la calidad del aire, generan pérdidas por congestión y deterioran la calidad de vida urbana, podemos afirmar que los bienes públicos urbanos como los que son objeto de la investigación van asociados a la percepción de equidad en el acceso a los beneficios del progreso y generan cohesión social.

La insuficiencia de algunos bienes públicos, el deterioro de los existentes y de los recursos de uso común que los sustentan son motivos de preocupación⁶⁰. América Latina (ALC), experimentó un gradual retorno a la democracia, pero mantiene altos niveles de desigualdad⁶¹ y por tanto tiene dificultades para incluir a sus ciudadanos en el desarrollo económico. Incluso en el prolongado período de buen desempeño económico general, interrumpido por la crisis del 2008⁶².

La degradación en bienes de uso común⁶³ y en los bienes públicos erosiona el atractivo de los regímenes democráticos (Caputo, 2004) pues reducen el bienestar que se obtiene de su consumo⁶⁴. A estas pérdidas se suman en la percepción pública, la degradación de los servicios públicos (a veces efectivamente prestados por el sector público, o regulados por éste) que en conjunto se reflejan en un desempeño gubernamental débil. La calidad del aire, el transporte

⁶⁰ Véase Caputo (2004).

⁶¹ Véase La Hora de la Igualdad, CEPAL 2010, Capítulo 5.

⁶² En la década 2001-2010 la región en su conjunto apenas logró una reducción del índice de Gini de dos décimas. Balance Económico de la CEPAL (2012).

⁶³ Playas, aguas superficiales, biodiversidad, espacios públicos, calidad del aire, como ejemplos

⁶⁴ “Las ciudades son la única forma de cuadrar el círculo entre las exigencias de igualdad de la humanidad y un nivel decente de vida en un planeta sostenible. El sustituto de un consumo privado o individual más y más intensificado no puede ser otro que el lujo público que ofrece la ciudad.” Entrevista a Mike Davis, * en Occupied London, 20 de marzo de 2007. ...”Es el caso de Victoria Garriga y Toño Foraster (de AV62), que, tras ganar sendos concursos para levantar el Museo Nacional de Kabul (Afganistán) y para reconstruir el barrio de Adhimiya en Bagdad, no se cansan de reivindicar la necesidad de “cuidar la marca España”: “Es necesario cuidar lo que en España se ha descuidado: la cohesión social, el paisaje, la sostenibilidad, la arquitectura como hecho cultural por encima de bien comercial”, insisten”.... El país 20 de octubre de 2012.

público, la seguridad climática, la educación pública, el espacio público, la congestión, la insuficiencia en cantidad y calidad de los sistemas de salud pasan al centro de la visibilidad, junto con el empleo (bien privado) y la seguridad ciudadana (bien público en proceso de privatización).

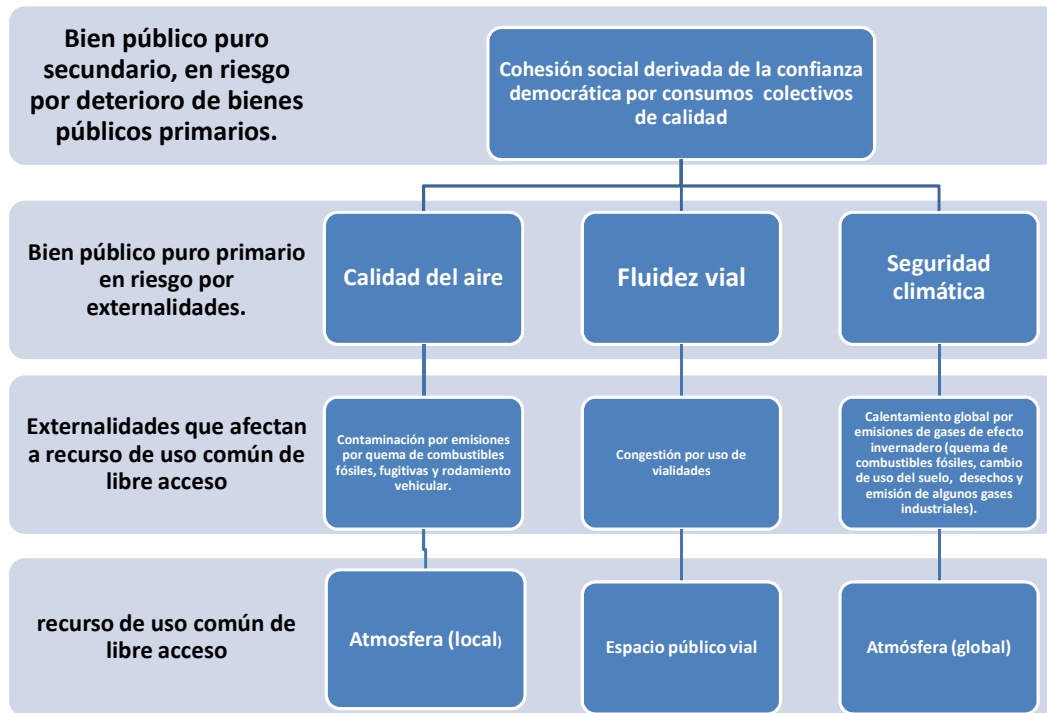
Estos procesos pueden minar la confianza en la democracia y el estado de derecho para proteger el bienestar de los ciudadanos y generar resistencia a compartir los esfuerzos colectivos a través de la política fiscal. El aumento en el ingreso nacional, una medida del bienestar, genera expectativas de mejora en el bienestar individual en todos los sectores sociales, mediante el aumento del consumo de bienes privados y también en los de uso común. Esto es comprensible desde varios enfoques teóricos y no sólo el económico. Por ejemplo desde el punto de vista de la justicia es legítima la creación de oportunidades frente a las diferencias de partida, para el posterior desarrollo personal (Rawls, 1971). El ejercicio de la libertad de seguir trayectorias de vida conforme a valores individuales requiere de la creación de condiciones habilitadoras y los bienes y servicios públicos cumplen este papel nivelador. Desde la Economía, la degradación ambiental implica pérdidas de bienestar cuya mitigación puede aumentar el bienestar social como ya vimos arriba.

El problema en estudio en la presente investigación, tanto en la Región Metropolitana en Chile (Santiago) como en Ciudad de México, es regresivo desde el punto de vista económico social. Las externalidades ambientales del consumo privado de los autos (contaminación, ruido, accidentalidad y congestión) provienen en su mayor parte de los sectores de mayores ingresos, que es una parte minoritaria de la población⁶⁵. Por el otro lado, las externalidades son sufridas por el conjunto de la población, donde numéricamente dominan los primeros deciles, estos sectores de bajos ingresos, aún cuando no consuman transporte privado y no generen congestión, y sus emisiones per cápita sean menores que las de los usuarios de autos, ven su bienestar mermado por efecto del patrón de consumo de los deciles más elevados. En un símil de la función redistributiva que tienen las finanzas públicas, los bienes públicos urbanos son un complemento del consumo privado y su deterioro reduce o anula esa función. Estos

⁶⁵ 28% de los viajes diarios se hacen en vehículos privados. El 72 por ciento restante es transporte público, 29%, o bien no motorizado, 43%. Fuente: SECTRA, datos para 2010.

desequilibrios con su dimensión ética, en el marco de sociedades democráticas, representan un reto creciente a su legitimidad.

Esquema 1.2. Bienes públicos



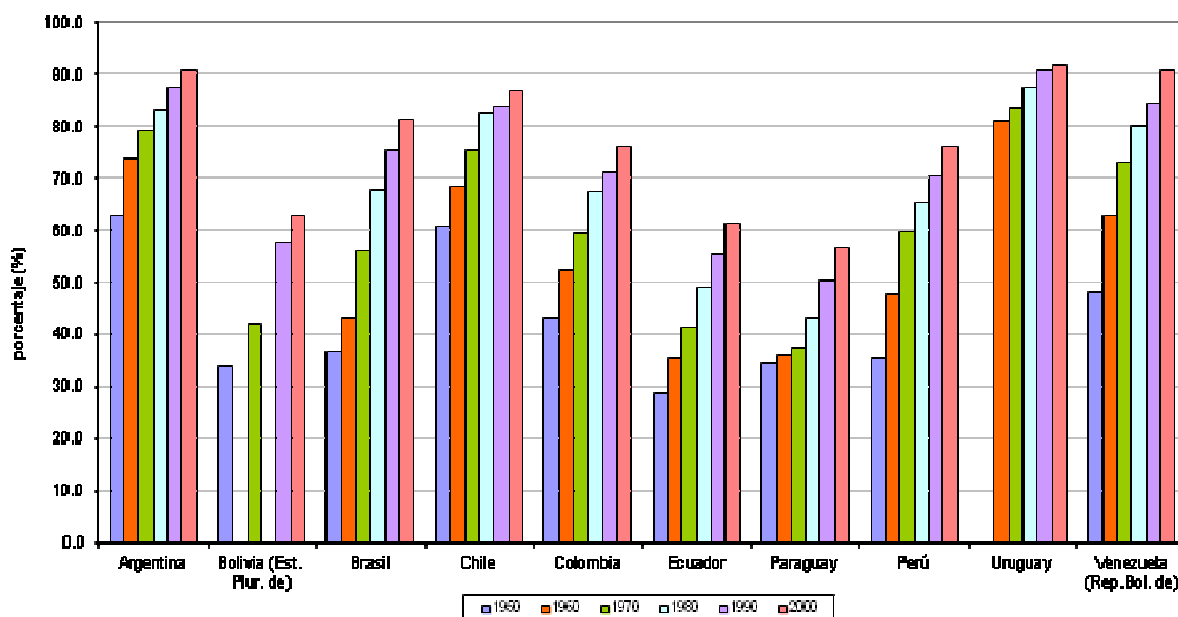
Fuente: Elaboración propia.

1.5.1 Urbanización y sostenibilidad: el papel de la gobernanza urbana

La mayor sostenibilidad del desarrollo urbano es una aspiración de política pública que parece difícil de alcanzar en materia de transporte, tiempos de traslado y calidad del aire. América Latina y el Caribe es ya la región más urbanizada del mundo⁶⁶ y como región está en un proceso de acelerada urbanización con tasas de crecimiento de la población en ciudades que con frecuencia han superado el 4% anual, salvo en aquellos países que ya tenían altos niveles de urbanización, como Argentina y Uruguay.

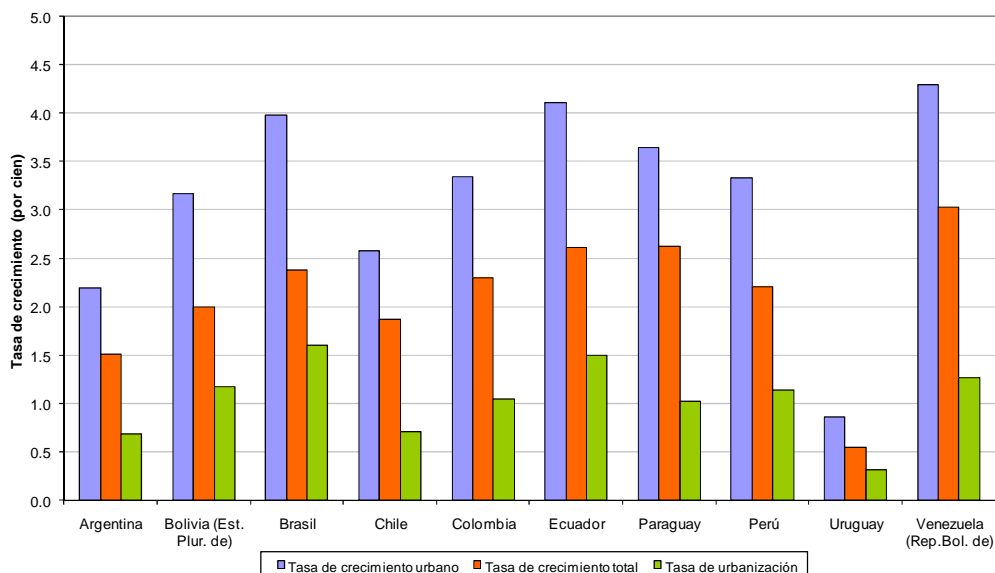
⁶⁶ United Nations (2010) “Millennium Development Goals. Achieving the Millennium Development Goals with Equality in Latin America and the Caribbean: Progress and Challenges”. (LC/G.2460) Santiago de Chile. P. 16.

Gráfico 1.5. América del Sur: porcentaje de población urbana según países. 1950-2000



Fuente: DEPUALC, 2009. CELADE-División de Población de la CEPAL.

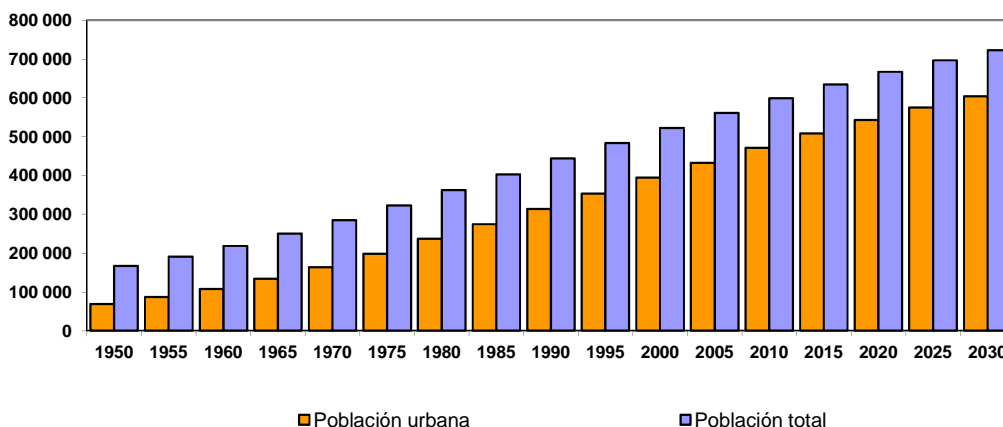
Gráfico 1.6. América del sur: tasa de crecimiento urbana y total y tasa de urbanización 1950-2000



Fuente: DEPUALC, 2009. CELADE-División de Población de la CEPAL.

Actualmente el 75% de la población de ALC vive en ciudades y se espera que para el 2020 suba al 80.4% de la población esperada, unos 526 millones de personas en urbes⁶⁷.

Gráfico1.7. América Latina y el Caribe: población urbana 1950-2030 (Quinquenal) (En miles de personas)



Fuente: Elaborado por CEPAL con estadísticas obtenidas de Base de Estadísticas e Indicadores Sociales de América Latina y el Caribe (BADEINSO), en línea: <http://websie.eclac.cl/sisgen/cosultatitegrada.asp>; sobre la base de información oficial de Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), división de población CEPAL. Consulta a julio 2009.⁶⁸

Chile ha pasado de una población urbana del 61% en 1950 a una de 87% en el año 2000 con una tasa de crecimiento promedio de 2.6% para ese intervalo⁶⁹. Este nivel de urbanización sólo es superado por Uruguay, Argentina y Venezuela, y seguido de cerca por Brasil, Perú y México. La tasa de urbanización chilena (crecimiento de la población urbana-crecimiento de la población total) fue de 0.7 en el mismo periodo.

De acuerdo con la evaluación sobre desarrollo urbano regional contenida en la publicación de Naciones Unidas sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio⁷⁰ la calidad ambiental en las ciudades tiene aún importantes tareas pendientes como la reducción de tugurios y el saneamiento

⁶⁷ United Nations (2010), Op Cit. pág. 272.

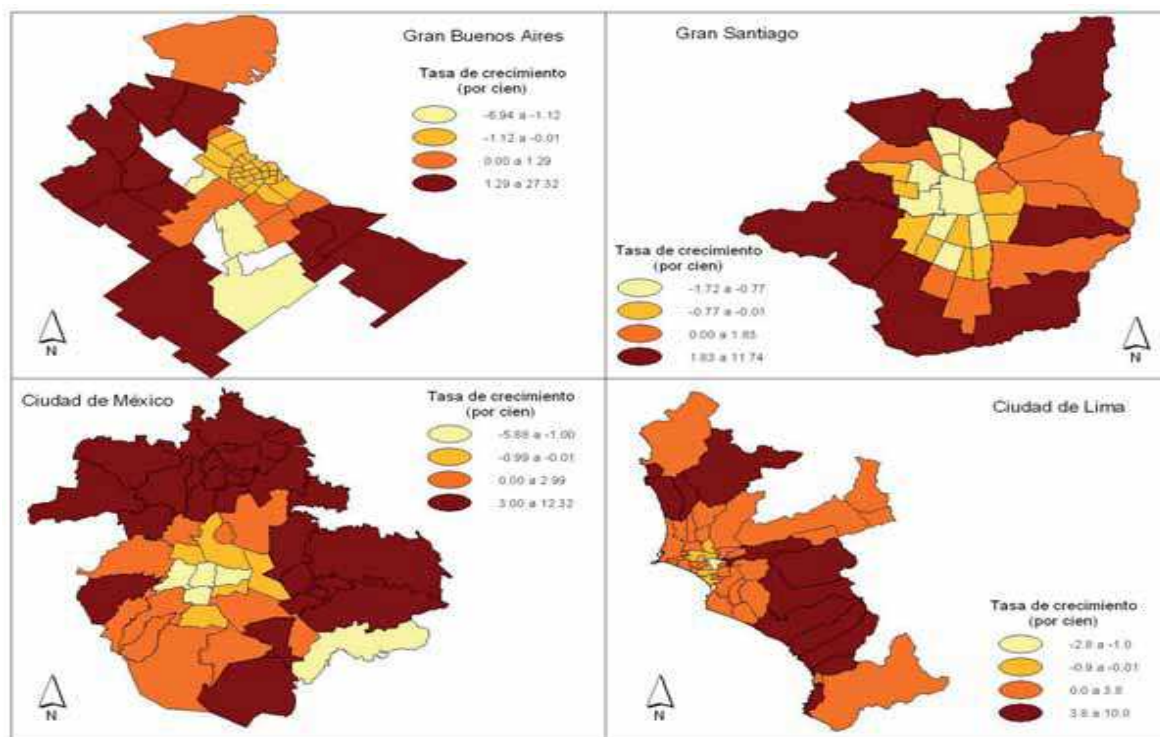
⁶⁸ Idem. P.273.

⁶⁹ La tasa de crecimiento, conforme se concentra la población en las urbes, ha pasado de un 4% anual en la década del 50, a una tasa de 1.6% en la década del 90. Urbanización en Perspectiva, del Observatorio Demográfico de América Latina y el Caribe, Número 8, de octubre del 2009. CEPAL, Santiago de Chile. Página 54 y siguientes.

⁷⁰ Millennium Op Cit. Cap 6, C, 3, p. 265 y siguientes.

básico. Pero los temas que se examinan en este trabajo no son aún parte de los mínimos de bienestar acordados por la comunidad internacional. Las ciudades están expuestas a crecientes niveles de contaminación y siguen patrones de crecimiento desfavorables a esta tendencia⁷¹. La lógica económica que alimenta el crecimiento basado en la valorización de suelo urbano implica poder seguir generando externalidades de todo tipo para su éxito. El siguiente gráfico muestra el crecimiento urbano intercensal de la RM, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Lima y del Gran Buenos Aires, donde queda en evidencia la falta de atractivo de sus zonas centrales, expresada en tasas de expulsión poblacional y el desborde hacia sus zonas periféricas, combinación de la dinámica de precios del suelo y la poca habitabilidad en las zonas centrales⁷².

Gráfico 1.8. América Latina (países seleccionados): Tasa de crecimiento intercensal de los aglomerados metropolitanos. 1990-2000



Fuente: Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población de la CEPAL, base de datos de Distribución Espacial de la Población y Urbanización en América Latina y el Caribe (DEPUALC), 2009 [en línea] www.eclac.cl/celade/depualc/. Urbanización en Perspectiva, 2009, op. cit., pág. 26.

⁷¹ De baja densidad, extendidas horizontalmente, crecientemente dependientes de la movilidad privada. Lima por ejemplo ha superado los 150 kilómetros de extensión sobre el frente costero y más adelante se puede ver el mapa de crecimiento de Santiago. La región actualmente cuenta con varias megaciudades, como se puede constatar en el Observatorio Demográfico, Urbanización en Perspectiva, Octubre 2009, CELADE-CEPAL, Santiago de Chile.

⁷² Ver Urbanización en Perspectiva, Octubre de 2009, CELADE-CEPAL, Santiago de Chile, págs 26 y 27.

La gestión ambiental para la sostenibilidad urbana debiera contemplar como parte importante de su diseño, la internalización de externalidades como las mencionadas arriba. Pero esto implica modificar la rentabilidad privada del mercado automotriz e inmobiliario, que tanto en el nivel nacional como en el nivel local cuentan con influyentes simpatizantes. Las externalidades urbanas generan pérdidas de bienestar difusas, mientras que los beneficios de la expansión urbana están concentrados. El efecto de largo plazo de los patrones de acumulación y consumo urbano no es parte de las preocupaciones centrales de la gestión económica nacional, aunque, como veremos más adelante en otro capítulo, tiene importantes consecuencias en la restricción externa, en el corto plazo, y sobre la sostenibilidad del patrón de movilidad (derivado del patrón de consumo importado) en el largo plazo. A pesar de que la mayor parte del PIB está creado en los centros urbanos, las regiones metropolitanas tienen administraciones desarticuladas que no permiten darles un direccionamiento estratégico que minimice sus deseconomías. El diseño institucional para la gestión de las ciudades como unidades productivas se lleva a cabo de manera sectorial y relativamente desvinculada de criterios y objetivos territoriales.

El reto de hacer visibles las externalidades, incluido el costo del combate al cambio climático, debiera ocupar un lugar central en el diseño de una política urbana más sustentable. A pesar de ello, la gestión urbana no aparece como relevante en la gestión nacional y esto se refleja, en la ausencia de institucionalidad para este efecto. Salvo algunas excepciones, la institucionalidad a cargo de la temática urbana no tiene las capacidades para orientar efectivamente el desarrollo urbano y dentro de las instituciones de gobierno la ciudad desaparece como sujeto, para ser abordada sólo en sus partes, a partir de temas sectoriales como la calidad del aire, la calidad del agua, la obra pública la gestión del tráfico,⁷³ etc. Si las externalidades no se pueden evitar por medio del diseño urbano y su funcionalidad, la política económica puede jugar un papel relevante en la internalización mediante la creación de los incentivos apropiados.

Para la gestión pública nacional los problemas urbanos son vistos como responsabilidad de los gobiernos locales y las iniciativas que involucran al gobierno federal o nacional han tenido su

⁷³ Incluso en términos territoriales la ciudad como tal es difícilmente identificable. En el caso de Santiago es una colección de comunas, dónde sólo la correspondiente al centro histórico se llama Santiago. No hay un gobierno metropolitano.

origen más bien en episodios ambientales críticos como el aumento a niveles peligrosos de la calidad del aire⁷⁴ o en algunas obras de infraestructura pactadas con el gobierno nacional como parte de la política de coordinación (como algunos sistemas de transporte masivo: Transantiago y Transmilenio para el transporte y en México en torno a la provisión de infraestructura para el suministro de agua potable).

1.5.2 Políticas regresivas Transporte privado bien de consumo.

Varios países en ALC otorgan subsidios al consumo de combustibles fósiles por diversas razones⁷⁵. Entre ellas, para mitigar las variaciones del índice de precios y así contribuir a la estabilidad de los macroprecios (tipo de cambio y tasa de interés), a los equilibrios en las finanzas públicas y del sector externo. Desde el punto de vista de las fuerzas sociales, los subsidios al consumo de los fósiles tienen aceptación universal porque parecieran beneficiar por igual a la población, sea vía el consumo directo, transporte público y privado, o por su gravitación en los precios finales.

Pero vale la pena distinguir su papel. La concentración del ingreso también concentra la tenencia de autos y de viajes en auto en los estratos de ingreso superiores. Solo el 28 % de los viajes diarios se hacen en auto en la Región Metropolitana⁷⁶. El resto de la población se transporta en medios masivos o por medios no motorizados y el aumento del precio de los fósiles tiene un impacto mucho menor per cápita, proporcional al consumo en estos medios. Por tanto, el

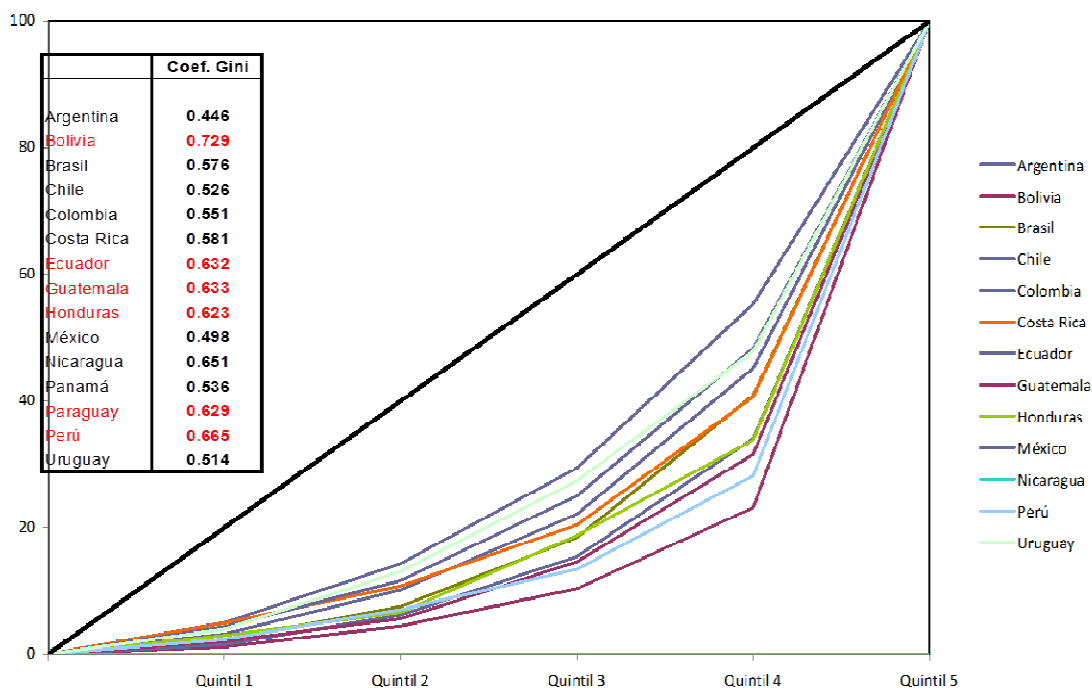
⁷⁴La creación del Proaire para la ZMVM y posteriormente para otras zonas metropolitanas como Monterrey, Tijuana, Cd. Juárez, etc. En el caso de Chile, se trata de un gobierno centralizado, pero el detonante de los planes de descontaminación son igualmente, episodios críticos. Incluso en este nivel limitado se perciben signos de agotamiento de los planes de control de la contaminación del aire para continuar reduciendo la contaminación atmosférica (2006 La Gestión Ambiental en México). Similar estancamiento muestra el caso de Santiago de Chile, donde la contaminación rivaliza en gravedad con la de la Zona Metropolitana del Valle de México y donde las ganancias en calidad del aire se han estancado desde hace varios años por el regreso al uso en la industria de combustibles más contaminantes frente a la incertidumbre en el suministro del gas natural proveniente de la Argentina, por el rápido crecimiento del parque automotor y del número de viajes que se realizan en vehículos privados.

⁷⁵ Normalmente se argumentan las razones relacionadas con el índice de precios. Sin embargo los medios, por lo menos en Chile, son altamente vocales respecto al perjuicio social presuntamente universal del alza de los combustibles. En realidad se podría argumentar que se trata de la defensa del interés propio de una clase que concentra los autos, la movilidad privada y los medios de comunicación, y que se escuda en un argumento universal. Ver más adelante el gráfico sobre la distribución de los subsidios fósiles.

⁷⁶ Partición modal al 2010. Fuente SECTRA.

subsidio a gasolinas, un bien fundamentalmente de consumo⁷⁷, es fundamentalmente regresivo como se puede ver en el gráfico 1.9 que muestra la proporción del gasto dedicado a gasolina por nivel de ingreso de los hogares.

Gráfico 1.9. ALC, distribución del gasto en combustibles para automóviles de los hogares



Fuente: CEPAL 2009.

Además, el subsidio es significativo si se compara con otros renglones de gasto, como el de salud y también significativos en términos de la proporción del precio final de las gasolinas, como se muestra en la tabla 1.2 y el gráfico 1.10 (los datos de subsidios en Chile se presentan en el capítulo 4).

⁷⁷ Salvo por la parte que toca al transporte de carga en vehículos livianos, especialmente dentro de las ciudades.

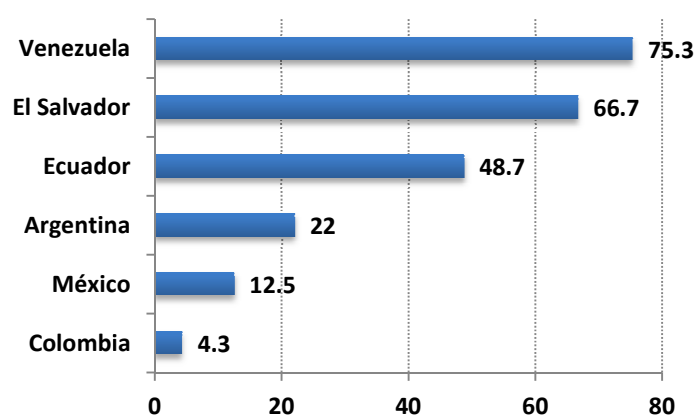
Tabla 1.2. Subsidios a los combustibles fósiles

	Subsidios a los combustibles fósiles (Miles de millones de dólares)			Subsidios a los combustibles fósiles (% del PIB)			Gasto público en salud (% del PIB)	
	2008	2009	2010	2008	2009	2010		
Argentina	18.1	5.9	6.5	5.50%	1.90%	1.80%	5.30%	2008
Colombia	1	0.3	0.5	0.40%	0.10%	0.20%	1.90%	2009
Ecuador	4.6	1.6	3.7	8.40%	3.10%	6.70%	1.30%	2006
El Salvador	0	0	1.2	0.00%	0.00%	5.60%	3.40%	2007
México	22.5	3.4	9.5	2.10%	0.40%	0.90%	2.80%	2008
Peru	0.6	0	0	0.50%	0.00%	0.00%	1.20%	2008
Venezuela	24.2	14.1	20	7.80%	4.30%	5.10%	1.80%	2006

Fuente: División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL sobre la base de montos de subsidios a los combustibles fósiles publicados en World Energy Outlook 2011, OECD IEA, <http://www.iea.org/subsidy/index.html>. Cifras oficiales de PIB publicadas por CEPAL y Gasto Público en Salud de la base de datos sobre Gasto Social de CEPAL.

Gráfico 1.10. Cambio de precios al consumidor por subsidios al consumo de combustibles fósiles, 2010

(subsidio como % del precio internacional competitivo)



Nota: La tasa de subsidio se refiere al porcentaje del precio internacional competitivo que los consumidores pagan. Por ejemplo, en Ecuador los consumidores pagan alrededor del 51.3% del precio internacional, siendo subsidiado el 48.7% restante. La participación del subsidio como porcentaje del precio internacional competitivo para 37 economías que presentan este tipo de subsidios es, en promedio ponderado, de 23% para 2010 (IEA, 2011), lo que implica que en promedio los consumidores cubren el 77% del precio internacional competitivo de referencia. El cuadro muestra los casos de Ecuador, El Salvador y la República Bolivariana de Venezuela, que tienen los mayores niveles de subsidio.

Fuente: División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos con datos de la International Energy Agency (2011), *World energy outlook 2011*. Paris, IEA, International Energy Agency: OECD.

El diesel, en cambio es fundamentalmente un medio de producción aplicado al transporte de mercancías y personas y todavía de manera incipiente, como medio de consumo en el parque vehicular de Chile. Estas distinciones ameritan tratamientos de política distintos en función de la tutela de los bienes públicos que se analizan. Y también muestran las distinciones necesarias en la generación de los consensos para modificar estas políticas.

Así como los subsidios no benefician a todos por igual y son regresivos, tampoco la ampliación del espacio vial representa un beneficio uniformemente distribuido para la reducción de la congestión. Es muy distinta la proporción en que lo ocupa el transporte público y el privado (partición modal: poca gente en auto ocupa un espacio vial mayor que el que ocupa la gente que viaja en el transporte masivo ver capítulo 5, gráfico 5.22 en la pág. 275). Se trata de una distribución regresiva del espacio vial donde los ingresos altos tienen un consumo espacial considerablemente mayor.

1.5.3 La Sostenibilidad del patrón de movilidad: la inercia del patrón de consumo no permite esperar grandes cambios y requiere de reforzar la capacidad de gestión

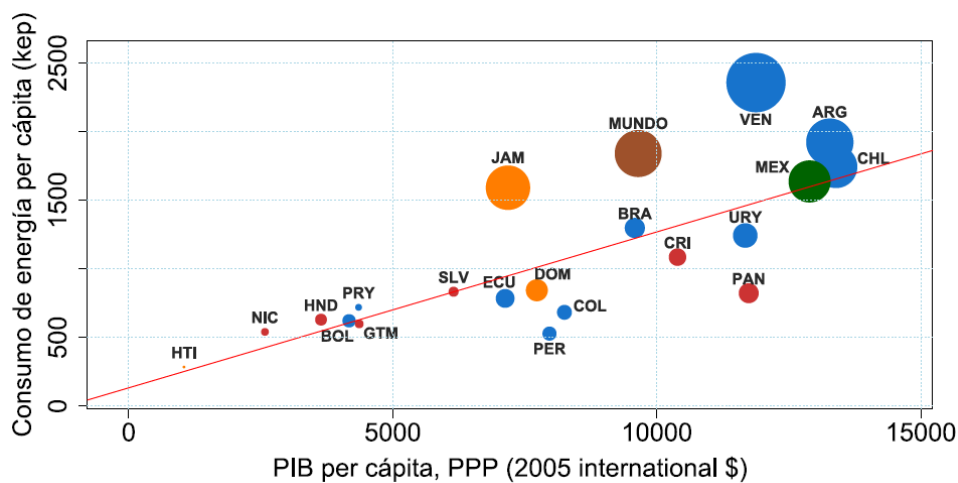
La Región Metropolitana de Santiago de Chile, con su creciente extensión, su tasa de motorización, sus demandas crecientes de inversión pública en infraestructura para la movilidad principalmente privada, el aumento en el consumo de energéticos fósiles, está definiendo un modelo de desarrollo que puede ser muy costoso mantener económica y energéticamente en el futuro y eventualmente puede ser insustentable tanto ambiental como económicamente. Incluso puede crear una importante desventaja competitiva en sus exportaciones cuando entran en vigor mayores restricciones a la huella de carbono⁷⁸. Y esto último debiera ser un área de atención para el gobierno nacional. Algunos investigadores han abordado la relación entre externalidades

⁷⁸ Por ejemplo, debido a la Ley Grenelle 2, en Francia que condujo a la aplicación del etiquetado de carbono en la producción de bienes de consumo final. Ver Seminario de Huella de Carbono en el Comercio Internacional. CEPAL, Santiago, 2010 y 2011. Disponible en www.cepal.org.

positivas y negativas entre lo urbano y lo nacional y en el caso de México se ha documentado una relación positiva entre crecimiento de la economía y el crecimiento urbano⁷⁹.

La sostenibilidad de los efectos positivos del crecimiento urbano sin embargo, no parece muy alentadora. Si bien el mayor ingreso puede llevar a preferencias por algunos consumos urbanos más limpios como el agua potable (y se verifica una relación positiva entre ingreso y calidad)⁸⁰, tratándose de quema de combustibles y emisiones de CO₂, no son evidentes los cambios hacia patrones de consumo de menor carga contaminante, que va acoplada al aumento de la actividad económica. La idea de una curva invertida de Kutznets para el consumo de energía y la calidad del aire (menor contaminación pasado un cierto nivel de ingreso) no parece ser la ruta que se está recorriendo en los países de América Latina y el Caribe (ALC) donde se verifica una asociación positiva entre nivel de ingreso y consumo energético, y por tanto de emisiones, como se muestra en el gráfico 1.11.

Gráfico 1.11. PIB per cápita y consumo de energía per cápita en América Latina, 2008



Nota: El tamaño de las circunferencias es relativo a las emisiones per cápita de cada país. Los colores se refieren a la región, Azul: Sudamérica, Rojo: Centroamérica, Anaranjado: El Caribe.

Fuente: División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos a partir de datos del Banco Mundial (World Development Indicators) para su inclusión en el Documento Cambio Estructural con Igualdad, CEPAL, 2012.

⁷⁹“El crecimiento urbano ha sido positivo para el crecimiento macroeconómico del país en el caso de México y las externalidades negativas de la ciudad no han contrapesado del todo las positivas (Galindo, *et al.*, 2004).

⁸⁰ ...“some environmental problems, such as availability of safe water, seem to be automatically “remedied” with the aid of income while others, such as amounts of waste or emissions of carbon dioxide, increase with income”..... Sterner, *Growth and the Environment*. 2003.

La inercia del patrón podría estarse reforzando sinérgicamente por los siguientes factores:

- El aumento en la demanda de viajes en transporte privado como proporción del total,
- el aumento de la flota vehicular a un ritmo superior al de la formación de hogares e incluso al del crecimiento de la población,
- la macrocefalia urbana,
- la inversión pública en vialidades vis-a-vis la que se realiza en la mejora del transporte público.

En el capítulo 5 se muestra la evolución y pronóstico de las emisiones de la Región Metropolitana.

Dentro de la administración pública, los niveles encargados de la gestión urbana y local son los más débiles por institucionalidad, por capacidad y con el menor tiempo en el cargo. De ahí la necesidad de fortalecer el instrumental para la gestión de la sostenibilidad ambiental de los gobiernos locales. Los instrumentos económicos pueden jugar un papel importante en corregir fallas de gobierno y de mercado mediante señales adecuadas de precios para el sector privado, normas, decisiones o políticas de gobierno.

Un interrogante importante es si Chile está tomando decisiones en materia urbana que serán difíciles de sostener en el futuro al depender de un recurso finito, el cobre, para mantener un modelo de movilidad dependiente de las importaciones.

En este contexto, se ha elegido trabajar el caso de Santiago de Chile por su preocupante, nivel de contaminación atmosférica, por el rápido crecimiento de sus emisiones de CO_{2e}, y la contribución del transporte privado, porque pareciera que el aumento del bienestar económico será duradero y porque en la estructura económica del país el patrón de movilidad lo hace vulnerable en el sector externo en el largo plazo.

Para la investigación hay aspectos habilitadores. Por un lado, hay información relevante en las estadísticas, incluso a nivel de zona metropolitana, y por otro, hace más evidente la relación entre patrones de consumo urbano, su dimensión macroeconómica y con bienes públicos locales y

globales. Santiago se presta para mostrar con claridad el vínculo entre decisiones locales, la economía nacional y la gobernanza global, niveles de gobierno cuya relación no siempre es lo estrecha que debiera ser para evitar pérdidas de bienestar por decisiones locales de corta mirada.

La investigación tratará de mostrar la vulnerabilidad del sector externo por el patrón de movilidad, analizar la trayectoria inercial de la Región Metropolitana, la efectividad de las políticas aplicables al transporte privado y el potencial de mejora del transporte público como bien sustituto.

1.6 Conclusiones

Los recursos de uso común de libre acceso y los bienes públicos comparten características, pero hay bienes públicos que surgen de la adecuada gestión de los recursos de uso común tales como la atmósfera (local y global) y del espacio vial. La atmósfera y su función de sumidero para los contaminantes, cualquiera sea su clasificación, locales o globales, se comporta como un recurso de uso común de libre acceso. El espacio vial también. Vista esta condición, se produce un sobreuso de ambos generándose externalidades por problemas de saturación, tanto por contaminantes en el caso de la atmósfera, como por vehículos, generándose congestión en el espacio vial.

Las externalidades por contaminación y congestión tienen un impacto sobre los bienes públicos (calidad del aire, salud pública, seguridad climática y fluidez vial), sobre los consumos colectivos de la población local que ve degradada su calidad de vida, sus oportunidades y en esa medida erosiona la capacidad del sistema democrático de responder a las aspiraciones de la población, especialmente de una clase media emergente, pero no solamente, en materia de calidad del espacio urbano, donde se concentra la mayor parte de la población de ALC y de Chile y escenario físico de la condición ciudadana.

La situación inercial de asociación entre crecimiento poblacional, del ingreso, de expansión territorial de las urbes y de los viajes privados se ve agravada por la orientación del gasto, que subsidia o facilita el sobreconsumo de combustibles fósiles mediante políticas económicas regresivas.

Las decisiones micro a favor del patrón de movilidad privada en Chile a la larga gravitan también sobre su sostenibilidad económica. La institucionalidad para la gestión de estos bienes públicos y recursos de uso común de libre acceso debe ser reforzada para la adecuada internalización de externalidades, y la política económica puede jugar un papel importante en este proceso.

1.7 Anexo 1.-La microeconomía del agotamiento de los recursos de libre acceso: el caso de las pesquerías

En el análisis económico de los bienes de uso común, en el siglo XX hubo no-economistas estudiosos⁸¹ de la pesca que notaron que el capital de un recurso disminuye en la medida en que se explota, es decir que no se pueden explotar sólo los “intereses” o rendimientos cosechables del recurso natural. Otros observaron que la máxima captura física no era la captura óptima para la duración de una pesquería.

Una formulación de mediados del siglo XX⁸² notaba que el problema del libre acceso al banco de peces elimina la renta económica del recurso, observando que la captura sólo tiene sentido en la medida en que la venta adicional compensa el esfuerzo pesquero adicional. Puesto en términos económicos, **donde costo marginal e ingreso marginal se igualan.**

La formalización económica del problema del agotamiento de los recursos naturales de libre acceso, ejemplificado en la pesca también⁸³, corrió a cargo de Scott Gordon⁸⁴ (1954), mostrando que el efecto del libre acceso a las pesquerías conduce a la sobrepesca como un resultado normal de las reglas de explotación bajo libre acceso. Éste explica económicamente la captura óptima, entendida como **aquella que maximiza la diferencia entre el rendimiento marginal por unidad capturada y el costo marginal del esfuerzo pesquero.**

Sin embargo el libre acceso lleva a los pescadores en competencia a rebasar ese punto y aumentar el esfuerzo pesquero hasta donde el **costo promedio iguala a la productividad**

⁸¹ Baranoff, que acuña el término bioeconomía o bionomía, fusionando así biología y economía. Tiene entre sus escritos más destacados “Sobre la Cuestión de las bases biológicas de la pesca” y “Sobre la cuestión de la dinámica de la industria pesquera” (“On the Question of the Biological Basis of Fisheries” de 1918, y “On the Question of the Dynamics of the Fishing Industry” de 1925, traducidos por W. E. Ricker, empleado en la Oficina de Investigación Pesquera de Canadá (Nanaimo, Columbia Británica) publicado como mimeo.

⁸² A. G. Huntsman, “Research on Use and Increase of Fish Stocks,” Proceedings of the United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources [Lake Success, 1949].

⁸³ Aunque su texto incluye ejemplos de la industria petrolera y pasturas medievales también, citando en este caso a P. Vinogradoff, *The Growth of the Manor* [London, 1905], Chapter IV; E. Lipson, *The Economic History of England* [London, 1949], I, 72.

⁸⁴ Gordon, H. Scott. 1954. The Economic Theory of a Common-Property Resource: The Fishery, *Journal of Political Economy* 62: 124–142.

promedio, más allá del punto de rendimientos marginales nulos. Desde el punto de vista de la sostenibilidad económica y biológica del recurso, el esfuerzo pesquero o extracción del recurso se debería ubicar en un nivel inferior a la máxima extracción posible.

Para Gordon el problema a tratar no fue la sostenibilidad de las pesquerías, teoría emergente en esa época, sino el óptimo extraíble. Aquél que maximiza la diferencia entre costos e ingreso, la renta económica. En sus ejemplos los costos se asumen como una función lineal del esfuerzo pesquero y no influyen el costo de los factores ni hay efectos inducidos a partir de la pesca.

Gordon diferencia la protección de la renta de la protección del recurso y muestra como los esfuerzos para la protección física de las pesquerías mediante cuotas y vedas puede mantener el stock pesquero, pero mientras se mantenga el libre acceso se mantiene la competencia entre agentes, que en su carrera incrementan los costos de extracción y vuelven a disipar la renta económica.

De ahí que sea indispensable para lograr simultáneamente mantener el recurso natural y la renta económica es necesario regular el acceso a las pesquerías, sea mediante acuerdos entre los pescadores mismos o mediante otros mecanismos de coordinación⁸⁵.

La condición de equilibrio bajo libre acceso es

$L=E$ o su equivalente en costos, $L=C$

Donde:

L es la captura (landings) y $L=cEP$, función del esfuerzo pesquero E , el coeficiente de productividad del esfuerzo pesquero, c , y la población o abundancia del recurso natural, P .

⁸⁵ El argumento de Gordon es en esencia que un factor de producción de libre acceso y por tanto gratuito, no tiene valor para el productor si no se extrae al máximo nivel., pues será del productor que le siga, sin tener certeza de que lo beneficie a él. En sus palabras: “*A factor of production that is valued at nothing in the business calculations of its users will yield nothing in income. Common-property natural resources are free goods for the individual and scarce goods for society. Under unregulated private exploitation, they can yield no rent; that can be accomplished only by methods which make them private property or public (government) property, in either case subject to a unified directing power.*” Gordon, op. cit. p. 135.

El costo, $C = gE$, es función lineal del esfuerzo pesquero E y el parámetro g (unitario en el argumento de Gordon) que transforma esfuerzo en costo.

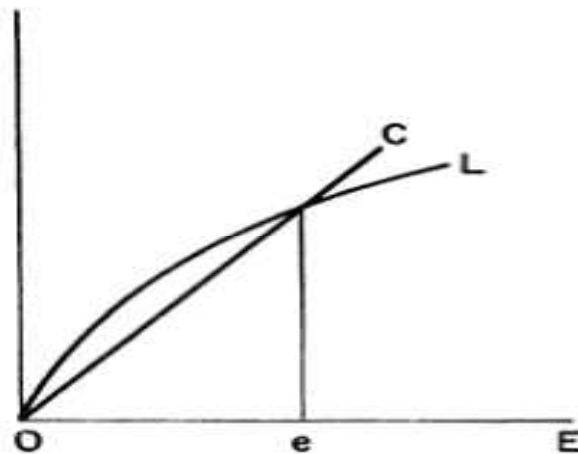
La relación entre población y captura está expresada como una relación negativa

$$P = a - bL$$

Donde a es la población de peces (el recurso natural) en estado natural, sin depredación humana, L es la extracción o explotación del recurso y b es el parámetro que refleja el impacto de la extracción sobre la población o potencial de agotamiento. Dado que se trata de una función lineal, un valor mayor de b indica una mayor pendiente y un agotamiento mayor del recurso derivado de su explotación.

La curva de captura, debido a su efecto sobre la población, no es lineal, pues genera rendimientos decrecientes, mientras que el esfuerzo pesquero y los costos si lo son. El punto de cruce entre ingreso marginal (L) y costos de captura (C), definen la magnitud del esfuerzo pesquero, como se ilustra en el siguiente gráfico (gráfico 1.1).

Gráfico 1.12. Determinantes económicos del esfuerzo pesquero.



Nota: Elaboración propia.

En condiciones de acceso regulado la condición de equilibrio pasa a ser

$$R=L-E \text{ maximizada}$$

donde R es la renta económica de la pesca derivada de la diferencia entre ingreso por captura (landings) y el costo derivado del esfuerzo pesquero E. El óptimo económico estará dado cuando

$$\frac{dR}{dE} = 0$$

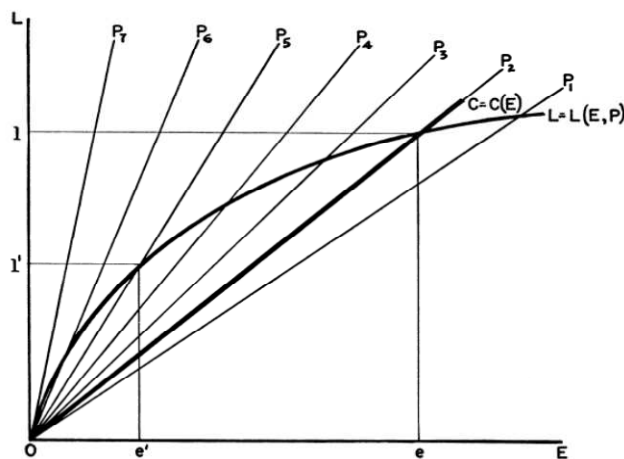
y la ecuación para la determinación del esfuerzo pesquero óptimo derivada por Gordon es

$$E = \frac{\sqrt{ca} - 1}{cb}$$

Donde si bien la relación del coeficiente de productividad del esfuerzo pesquero no tiene un sentido claro (puede ser un número mayor o menor a la unidad), mayor población, a, se traduce en mayor esfuerzo pesquero y mayor potencial de agotamiento por captura, b, se traduce en menor esfuerzo pesquero.

En este caso el gráfico 2.2 muestra la diferencia entre el esfuerzo pesquero bajo libre acceso, e, y el esfuerzo pesquero bajo acceso regulado, e'. El primero se produce en el punto donde se la renta económica pasa a ser 0, mientras que el segundo se ubica donde la tangente a la curva de captura L se hace paralela a la curva de costo marginal C, en el ejemplo en el esfuerzo pesquero ilustrado por la línea poblacional P5. Bajo acceso regulado se logra mantener la renta económica así como la supervivencia del recurso natural.

Gráfico 1.13. Pesca bajo libre acceso o bajo regulación



Nota: Elaboración propia.

Schaefer (1957) por su parte modelizó el comportamiento del stock pesquero y sus condiciones de recuperación, aplicado al esfuerzo extractivo en una pesquería tipo, de libre acceso.

Posteriormente Hardin (1968), sobre la base de Gordon, difundió la misma idea mediante la metáfora del sobrepastoreo usando el término tragedia como sinónimo de destino, como lo hacían los antiguos griegos en sus obras teatrales.

Un par de décadas más tarde, Dasgupta y Heal (1974) también analizaron las pesquerías como representativas de los bienes de uso común, para mostrar la insuficiencia del mercado para protegerlos del agotamiento y la necesidad de la intervención pública para su administración y para la coordinación de las unidades económicas. Y apoyándose en estas reflexiones hicieron extensivo el razonamiento para el tratamiento de otros recursos de uso común, como Gordon, señalando específicamente el servicio ambiental que presta la atmósfera local como sumidero de contaminantes, finito, aunque renovable. El modelo pesquero se ha usado ampliamente para mostrar que en la racional búsqueda del bien individual se deprime la rentabilidad de los participantes en la explotación del bien de uso común y bajo libre acceso, y se amenaza la existencia misma del bien.

De ahí los economistas de los recursos naturales⁸⁶ apoyaron enfáticamente la necesidad del manejo de estos bienes con base en relaciones centralizadas para regular el acceso. Se pensaba en propietarios-administradores, y la administración gubernamental respondía al perfil sugerido. Sin embargo muchas de las experiencias de recursos anteriormente comunes posteriormente nacionalizados, no fueron exitosas en modificar la condición de libre acceso y los incentivos anteriores, en parte debido a la debilidad para ejecutar la administración, al desmantelamiento de los anteriores mecanismos comunitarios de administración de acceso y al mantenimiento de hecho de su condición de libre acceso (pero presumiblemente acendrado por la amenaza de sanción por parte del administrador).

El enfoque desarrollado para los bienes de uso común de libre acceso aplica tanto para la extracción de recursos, que son los casos normalmente tratados, como para la deposición de

⁸⁶ Se refiere a los trabajos de Crutchfield (1964); Demsetz (1967); Johnson, (1972).

residuos contaminantes, donde el recurso es usado como sumidero, provocando , según el caso, contaminación, sobreexplotación, congestión o incluso la destrucción del recurso. Vale la pena hacer notar, que a pesar de no ser un tema central de análisis en este trabajo, la lógica de los bienes comunes **de libre acceso** aplica al transporte público desregulado urbano tipo microbús, donde el pasajero se asemeja al recurso pesquero, mientras que los microbuses se asemejan al esfuerzo pesquero. Esto permitiría trazar analogías entre la sobreoferta en el transporte público desregulado privado y la sobrecapitalización de las flotas pesqueras.

No sólo el acceso al espacio vial o a la atmósfera, sino al pasaje mismo tiene la lógica del bien de uso común de libre acceso y en éste último caso se puede explicar la llamada “guerra del centavo” o “guerra por el pasaje” donde los choferes de microbuses compiten entre sí por el acceso al recurso “común”, el pasajero, en el límite de la legalidad vial. Por ello también se puede explicar la impermeabilidad del problema a los llamados a la conciencia cívica, al esfuerzo educativo y otras medidas de mitigación. En tanto no haya una regulación del sistema de transporte público donde se administre el reparto del pasaje, el problema persistirá.

1.8 Anexo 2 Estadísticas de Población y Motorización en Sudamérica y ciudades de Chile.

Tabla 1.3. Porcentaje de población urbana por países de Sudamérica

AMÉRICA DEL SUR: PORCENTAJE DE POBLACIÓN URBANA, POR PAÍSES						
SOUTH AMERICA: PERCENTAGE OF URBAN POPULATION, BY COUNTRIES						
1950-2000						
	Porcentaje urbano (por cien) / <i>Urban percentage (per cent)</i>					
	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Sudamérica / South America						
Argentina	62.5	73.8	79.0	83.0	87.2	90.5
Bolivia (Est. Plur. de)	33.9	...	41.7	...	57.5	62.4
Brasil	36.5	43.0	55.9	67.6	75.3	81.2
Chile	60.7	68.2	75.1	82.2	83.5	86.6
Colombia	42.7	52.1	59.1	67.2	71.0	76.0
Ecuador	28.5	35.3	41.4	49.0	55.1	61.1
Paraguay	34.6	35.8	37.1	42.8	50.3	56.7
Perú	35.3	47.4	59.5	65.2	70.1	75.9
Uruguay	...	81.0	83.3	87.3	90.8	91.8
Venezuela (Rep.Bol. de)	47.9	62.5	73.1	80.0	84.4	90.5

Fuente: Base de datos DEPUALC, 2009. CELADE-División de población de la CEPAL. www.cepal.org/celade/depualc

Source: DEPUALC 2009 data base, CELADE/ECLAC.

^a El valor que presenta la tasa en 1960-1970 corresponde a la tasa de crecimiento 1950-1976, pues en la década de 1960 Bolivia no realizó censo, asimismo el valor de la tasa en el decenio 1980-1990, corresponde a la tasa de crecimiento del período 1976-19

^h El valor que presenta la tasa en 1950-1960, corresponde a la tasa de crecimiento de 1940-1961, asimismo en 1950-2000, la cifra corresponde a la tasa de crecimiento de 1940-2007.

Tabla 1.4. Tasa de crecimiento de la población urbana en países de Sudamérica.

AMÉRICA DEL SUR: TASA DE CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DE LA POBLACIÓN URBANA						
SOUTH AMERICA: ANNUAL AVERAGE GROWTH RATE OF THE URBAN POPULATION						
1950-2000						
	Tasa de crecimiento anual (por cien) / <i>Annual growth rate (per cent)</i>					
	1950-1960	1960-1970	1970-1980	1980-1990	1990-2000	1950-2000
Sudamérica / South America						
Argentina	3.0	2.2	2.3	1.9	1.4	2.2
Bolivia (Est. Plur. de)	...	2.4	...	4.3	3.6	3.2
Brasil	5.0	5.1	4.3	2.9	2.4	4.0
Chile	3.9	3.0	2.8	1.8	1.6	2.6
Colombia	4.4	4.3	2.7	1.9	2.4	3.3
Ecuador	4.7	4.5	4.6	3.7	3.0	4.1
Paraguay	2.9	3.1	3.8	4.7	3.4	3.6
Perú	3.6	4.9	3.5	2.8	2.1	3.3
Uruguay	...	0.9	1.0	1.0	0.4	0.9
Venezuela (Rep.Bol. de)	6.5	4.8	3.9	3.0	3.0	4.3

Fuente: Base de datos DEPUALC, 2009. CELADE-División de población de la CEPAL. www.cepal.org/celade/depualc

Source: DEPUALC 2009 data base, CELADE/ECLAC.

^a El valor que presenta la tasa en 1960-1970 corresponde a la tasa de crecimiento 1950-1976, pues en la década de 1960 Bolivia no realizó censo, asimismo el valor de la tasa en el decenio 1980-1990, corresponde a la tasa de crecimiento del período 1976-19

^h El valor que presenta la tasa en 1950-1960, corresponde a la tasa de crecimiento de 1940-1961, asimismo en 1950-2000, la cifra corresponde a la tasa de crecimiento de 1940-2007.

Tabla 1.5. Tasa de Urbanización en Países de Sudamérica.

AMERICA DEL SUR: TASA DE URBANIZACION			
SOUTH AMERICA: URBANIZATION RATE			
1950-2000			
	Tasa de crecimiento anual (por cien) / Annual growth rates (per cent)		Tasa de urbanización
	Tasa de crecimiento urbano	Tasa de crecimiento total	
Sudamérica / South America			
Argentina	2.2	1.5	0.7
Bolivia (Est. Plur. de)	3.2	2.0	1.2
Brasil	4.0	2.4	1.6
Chile	2.6	1.9	0.7
Colombia	3.3	2.3	1.0
Ecuador	4.1	2.6	1.5
Paraguay	3.6	2.6	1.0
Perú	3.3	2.2	1.1
Uruguay	0.9	0.5	0.3
Venezuela (Rep.Bol. de)	4.3	3.0	1.3

Fuente: Base de datos DEPUALC, 2009. CELADE-División de población de la CEPAL. www.cep.org/celade/depualc
b Corresponde al período 1940-2007
c Corresponde al período 1963-2004
Tasa de urbanización = (Tasa de crecimiento urbano - tasa de crecimiento total)

Tabla 1.6. Motorización en ciudades de Chile y partición modal.

Tasa de motorización año 2010		Participación de modos (viajes diarios 2010)							
Ciudad	Vehículos c/1000 háb.	Viajes Transporte público		Viajes Transporte privado		Viajes no motorizados		Total	
		Ciudad	%		%		%		
Quellón	79	Arica	135,721	28	225,991	47	119,979	25	481,691
San Antonio	92	Iquique	182,213	30	218,320	36	206,313	34	606,846
Ovalle	124	Antofagasta	262,365	36	293,615	40	182,520	25	738,500
Curicó	127	Copiapó	121,262	29	166,591	40	131,501	31	419,354
Temuco	137	Coquimbo	296,287	35	258,754	30	299,745	35	854,786
Talca	138	Gran Valparaíso	713,282	51	382,593	28	290,773	21	1,386,648
Pto. Montt	143	San Antonio	65,583	35	32,389	18	86,880	47	184,852
Ancud	145	Gran Santiago	5,104,420	29	5,000,374	28	7,447,082	42	17,551,876
Angol	146	Rancagua	207,419	28	283,909	38	253,108	34	744,436
Castro	147	Curicó	113,797	31	69,858	19	183,838	50	367,493
Los Ángeles	147	Talca	221,174	33	135,412	20	315,005	47	671,591
Valdivia	151	Linares	33,694	16	74,609	35	103,490	49	211,793
Los Andes	156	Chillán	147,687	26	109,554	20	301,978	54	559,219
Osorno	156	Gran Concepción	583,229	33	379,148	22	788,490	45	1,750,867
Gran Concepción	157	Los Ángeles	133,587	29	97,220	21	228,070	50	458,877
Coquimbo	159	Angol	16,422	12	33,800	25	82,696	62	132,918
Gran Valparaíso	161	Temuco	383,877	40	198,555	21	373,003	39	955,435
Antofagasta	162	Valdivia	180,648	38	107,676	23	183,840	39	472,164
Linares	165	Osorno	172,594	37	91,731	20	196,538	43	460,863
Chillán	166	Pto. Montt	181,597	32	161,222	29	219,687	39	562,506
Copiapó	167	Ancud	25,675	24	36,913	34	45,385	42	107,973
Rancagua	175	Gran Santiago	36,479	28	46,617	35	48,956	37	132,052
Gran Santiago	178	Quellón	7,813	17	27,139	57	12,302	26	47,254
Coyhaique	210	Punta Arenas	60,507	26	88,694	37	87,695	37	236,896
Arica	214								
Calama	229								
Iquique	257								
Punta Arenas	271								
Nacional	4559								

1.9 Bibliografía

- Azqueta, D., M. Alviar, L. Dominguez y R. O’Ryan (2007) “*Introducción a la Economía Ambiental*”. Mc Graw Hill, España.
- Caputo, D. (2004) “*La democracia en América Latina. Hacia una democracia de ciudadanas y ciudadanos*”. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2009) “*La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Síntesis 2009*”. (LC/G.2425), Santiago de Chile.
- CEPAL (2009) “*Cambio Climático y Desarrollo en ALC: Una reseña*”. Santiago de Chile.
- CEPAL (2010) “*La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Síntesis*” (LC/G.2474), Santiago de Chile, 2010.
- CEPAL (2010) “*La Hora de la Igualdad*”. Santiago de Chile.
- CEPAL (2012) “*Balance Económico*”. Santiago de Chile.
- Coase, R. (1960) “The Problem of Social Cost”, *Journal of Law and Economics*, 3(1), 1-44.
- Crutchfield, J. A. (1964) “The marine fisheries: The problem in international cooperation”, *American Economic Review*, 54(3);:207-218.
- De Reus, M. G., J. Campos y G. Nombela (2003) “*Economía del transporte*”. Antoni Bosch (ed.), Barcelona.
- Demsetz, H. (1967) “Toward a theory of property rights”, *American Economic Review*, 57(2), 347-359.

- Desgupta, P. y H. Geoffrey (1974) "The Optimal. Depletion of. Exhaustible Resources", *The Review of Economic Studies*, 41, 3-28.
- Dietz, T., N. Dolsak, E. Ostrom y P. C. Stern (2002) "*The Drama of the Commons*". National Research Council, 2001. Washington.
- Galindo, L. M., R. Escalante y N. Assuad (2004) "El proceso de urbanización y el crecimiento económico en México", *Estudios Demográficos y Urbanos*, 19(2), 289-312.
- Gordon, H. S. (1954) "The Economic Theory of a Common-Property Resource: The Fishery", *Journal of Political Economy*, 62(2), 124-142.
- Hardin, G. (1968) "The Tragedy of the Commons", *Science*, 162(3859), 1243-1248.
- Huntsman, G. A. (1949) "Research on Use and Increase of Fish Stocks", Proceedings of the United Nations Scientific Conference on the Conservation and Utilization of Resources [Lake Success, 1949]).
- IPCC (2007) *Climate Change 2007 - Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, 1st ed., Cambridge University Press.
- Johnson, O. E. G. (1972) "Economic analysis, the legal framework and land tenure systems", *Journal of Law and Economics*, 15(1), 259-276.
- Lipson, E. (1959) "*The Economic History of England*". Adam and Charles Black.
- Malinowski, B. (1926) "*Coral Gardens and Their Magic: A study of the methods of tilling the soil and agricultural rites in the Trobriand Islands*". Vol. 1: The description of Gardening New York: American Book Company.

Martens, J. y R. Hain (2008) “*Global Public Goods*”. *WEED Working Paper*. World Summit Papers of the Heinrich Boell Foundation No. 20.

Observatorio Demográfico (2009) “*Urbanización en Perspectiva*”. CELADE/CEPAL, Santiago de Chile.

Ostrom, E. (1990) “*Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action Ostrom*”. Cambridge University Press.

Rawls, J. (1971) “*A Theory of Justice*”. Oxford: Oxford University Press.

Samaniego, José Luis (2002) Capítulo 5 “Una propuesta para la evolución del tratado de climático para el involucramiento de los países en vías de desarrollo en la mitigación del cambio climático”. Tesis de Maestría: El Mecanismo de desarrollo limpio en el protocolo de Kioto: Los acuerdos del 2001, una propuesta para la evolución del MDL y su aplicación a un proyecto de reforestación en el suelo de conservación. México DF. Universidad de las Américas, 2001.

Samuelson, P. y W. Nordhaus (1999) “*Economía*”. MacGraw Hill.

Schaefer, M. B. (1957) “Some considerations of population dynamics and economics in relation to the management of marine fisheries”, *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 14(5), 669-681.

Scott, H. G. (1954) “The Economic Theory of a Common-Property Resource: The Fishery”, *Journal of Political Economy*, 62(2), 124-142.

Stern, N. (2007) “*The Economics of Climate Change*”. Cambridge University Press.

Stern, T. (2003) “*Growth and the Environment*”. Environment Policy Division Working Paper No. SIDA2684en.

United Nations (2010) “Millennium Development Goals. Achieving the Millennium Development Goals with Equality in Latin America and the Caribbean: Progress and Challenges”. (LC/G.2460) Santiago de Chile. P. 16.

Vinogradoff, P. (2005) “*The Growth of the Manor*”. The Lawbook Exchange, Ltd.

Presentaciones:

CEPAL. Primer Seminario de la Huella de Carbono, 2010.

CEPAL. Ponencia de GIZ. Sesión Ambiental del Seminario de Política Fiscal 2010.

CEPAL. Ponencia de José Luis Samaniego en el Banco Interamericano de Desarrollo, 2012, con base en datos de CELADE, disponible en www.cepal.org.

Davis, Mike. Entrevista en Occupied london, 20 de marzo de 2007. Periódico *El País*, 20 de octubre de 2012.

Bases de datos:

World Energy Outlook 2011, OECD IEA, <http://www.iea.org/subsidy/index.html>

Secretaría de Planificación de Transporte (Sectra, 2014). www.sectra.gob.cl.

WRI (Instituto de los Recursos Mundiales) (2010), “Climate Analysis Indicators Tool (CAIT). Version 7.0” [en línea] <http://cait.wri.org>.

CAPÍTULO II

EL ONEROSO LEGADO DEL PATRÓN DE MOVILIDAD PARA EL SECTOR EXTERNO DE CHILE: USO INSOSTENIBLE DE RECURSOS NATURALES

2 El oneroso legado del patrón de movilidad para el sector externo de Chile: uso insostenible de recursos naturales

.....“Para Tokio, la dependencia del exterior se ha convertido en un grave problema, algo que los sucesivos Gobiernos intentan atajar. Para ello, el Gobierno japonés ha anunciado programas de ahorro, eficiencia, renovables y autoconsumo. El ministro japonés de Medio Ambiente, Hiroyuki Nagahama, anunció en la Cumbre del Clima de Doha que su país quería que “cada ciudadano japonés se convierta en un agente en el ahorro al producir y vender su propia energía”.

*El presidente de la Fundación Renovables, Javier García Brea, compara la preocupación en Japón con el aparente desinterés en España por la factura energética del exterior: “Es un suicidio olvidar la factura de la importación de gas y petróleo, que equivale a los ingresos por turismo”...*⁸⁷

2.1 Introducción

El desarrollo sostenible puede tener un enfoque fuerte o débil. El primero implica la preservación del patrimonio natural para las generaciones futuras, el otro la sustitución de patrimonio natural extinguido por otros capitales que permitan hacer del desarrollo un proceso durable. Chile es un país bien dotado en materia de recursos naturales, renovables y no renovables. Y en éste último rubro, el país es una potencia productora de cobre, que representa el 60% del metal producido en el mundo⁸⁸.

Desde la perspectiva del desarrollo sostenible débil, Chile debiera estar convirtiendo su patrimonio natural, incluido el cobre, en formas de capital capaces de sustituir los recursos no renovables para las generaciones futuras. Esta perspectiva llevaría a moderar, o de plano evitar el uso de los recursos del cobre para financiar un consumo más o menos durable en parque vehicular y el consumo corriente de combustibles fósiles. Estos consumos sostienen a su vez un

⁸⁷Diario *El País*, 3 de febrero de 2013. España.

⁸⁸ Alicia Bárcena. Gobernanza de los Recursos Naturales con base en información producida por la División de Recursos Naturales e Infraestructura. Taller gobernanza de los recursos naturales, CEPAL, Santiago, abril, 2012.

proceso de acumulación de corto plazo insostenible desde el punto de vista económico, social y ambiental. A fin de examinar esta cuestión y el rol de las decisiones locales en esta dinámica, examinaremos la balanza comercial de Chile en los rubros pertinentes a esta reflexión.

La pregunta que encabeza el capítulo apunta a poner en perspectiva la dinámica de la movilidad terrestre en Chile en la balanza comercial. Esta perspectiva implica evaluar el peso del patrón de movilidad importado sobre las exportaciones del país⁸⁹. La movilidad privada es un subconjunto del transporte terrestre, cuyo patrón es resultado de decisiones puntuales, miopes y no estratégicas que terminan por definir parcialmente el desarrollo estratégico del país.

El patrón de consumo exige ciertas cosas, que salvo los alimentos y algunas fibras, en su mayor parte son importadas. Deben ser financiadas, pues, con las exportaciones, entre las cuales las de bienes primarios son las más significativas. Como se dijo en el capítulo anterior, en la conformación de este patrón los municipios juegan un papel importante en la medida en que son responsables de los patrones de ocupación y cambio en los usos del suelo y en buena parte de la infraestructura. Contribuyen pues, con sus decisiones, a la presión sobre el sector externo.

En la etapa actual la economía de Chile se desempeña con una baja restricción externa gracias al creciente valor del cobre a pesar de un patrón de consumo importado creciente. Un cambio en los precios del metal que disipe la renta, un proceso devaluatorio y el agotamiento mismo del recurso podrían hacer que el patrón de movilidad se tornase muy difícil de sostener.

A la cuestión de insostenibilidad del uso del cobre y al problema monetario siempre presente de la restricción externa al desarrollo, se suman otras dimensiones problemáticas. La del calentamiento global, medido en la huella de carbono de la producción y exportación del cobre y la de los insumos del transporte automotriz de Chile. Ambos imponen una carga de gases de efecto invernadero sobre la atmósfera que dificulta lograr los niveles de seguridad climática requeridos y la meta en torno a las dos toneladas per cápita mencionadas en el capítulo anterior.

⁸⁹ El análisis compara el comercio exterior de bienes, que es un subconjunto de la restricción externa y sus fuentes de financiamiento.

¿Cuánto de las exportaciones de recursos naturales renovables y no renovables de Chile, está consumiendo el transporte automotriz⁹⁰? Trataremos de contestar esta cuestión.

2.2 Relaciones entre el patrón de consumo, el comercio exterior y el ingreso nacional

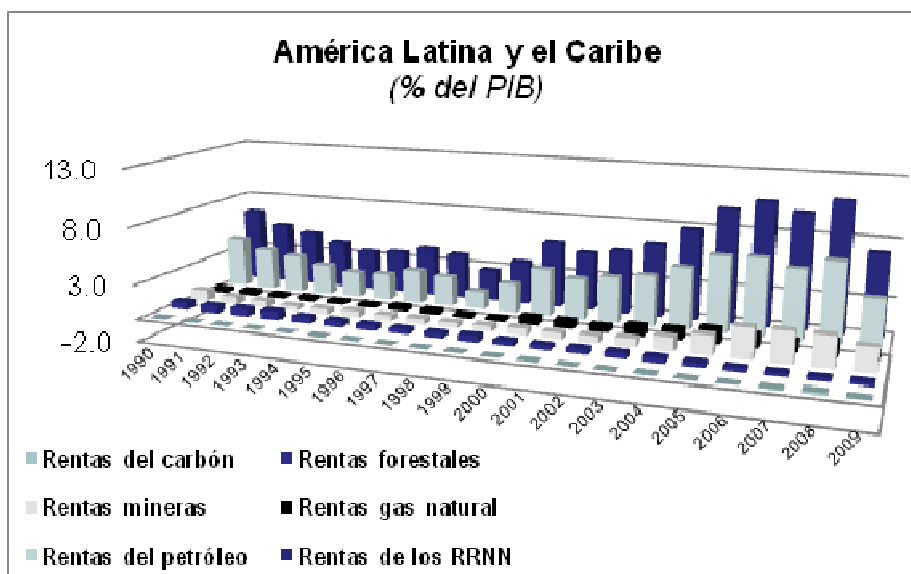
En esta sección se examina el comportamiento del ingreso y los cambios en la demanda de insumos para el transporte automotriz, que Chile importa pues son bienes que el país no produce. Esto con la finalidad de visibilizar el efecto del patrón de movilidad terrestre y que abarca a las ciudades, sobre el sector externo. Este patrón refuerza las decisiones de inversión en infraestructura, la dinámica de acumulación económica y de expansión urbana y las decisiones relativas al uso del suelo. Dicho de otro modo, la disponibilidad de vehículos para el transporte terrestre fortalece la política de inversión en infraestructura de transporte privado y a su vez la política seguida promueve el transporte privado en un círculo de autorreforzamientos. La elección de medios de transporte es relevante en la estructura de las cuentas externas de Chile y no debiera quedar fuera de la atención de los tomadores de decisiones en el ámbito económico nacional.

Tanto para Chile, como para otros países en la región, el desempeño económico en el sector externo ha mejorado debido fundamentalmente a los aumentos en los precios internacionales y las rentas de bienes del sector primario, fundamentalmente de exportación⁹¹ registrados en la última década.

⁹⁰ El transporte automotriz excluye al marítimo, férreo y aéreo en esta investigación. Corresponde al transporte terrestre, que comprende al de carga y pasajeros.

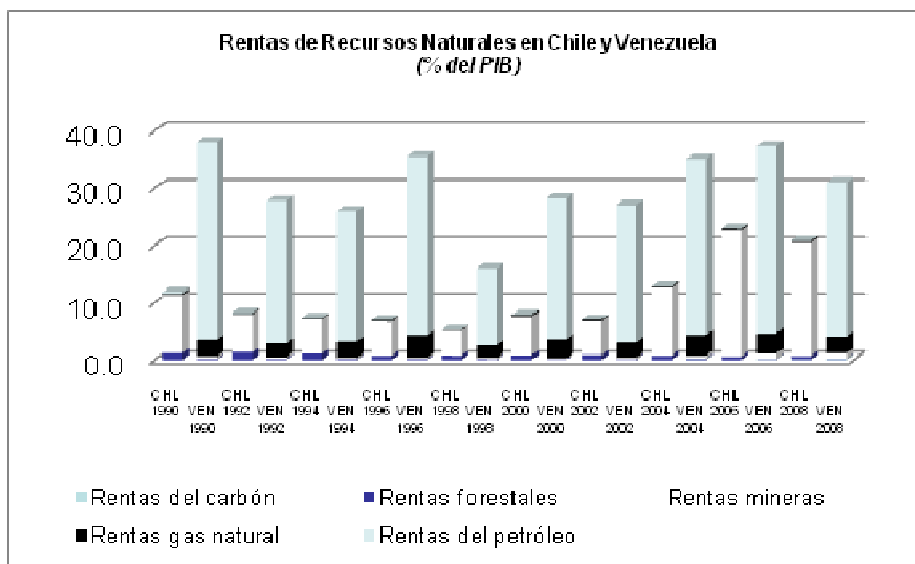
⁹¹ Uno de los problemas de América Latina y el Caribe (ALC) de los últimos 30 años ha sido la inestabilidad en la balanza comercial. ALC tiende a importar más de lo que exporta. Por ejemplo, entre 1970 y 2005, ALC acumuló un déficit en balanza comercial cercano a los 6.300 millones de USD, situación que contrasta con el desempeño de la balanza comercial de Chile.

Gráfico 2.1. Rentas de los Recursos Naturales



Fuente: División de Recursos Naturales e Infraestructura con base en estadísticas del Banco Mundial.

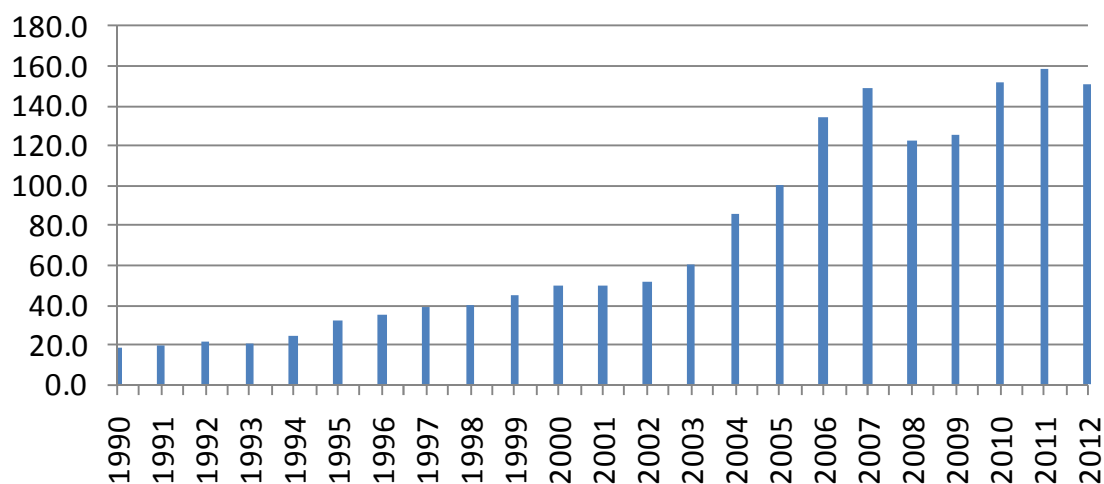
Gráfico 2.2. Rentas de recursos naturales en Chile y Venezuela



Fuente: División de Recursos Naturales e Infraestructura con base en estadísticas del Banco Mundial.

La revaluación del cobre y de otros productos primarios ha producido un importante flujo de recursos a los países exportadores, como se ve en el gráfico 2.2 y en el gráfico 2.23 (al final del capítulo).

Gráfico 2.3. Chile: Poder de compra de las exportaciones de bienes (índice)



Fuente: CEPALSTAT.

El comercio exterior de Chile pasa por una buena racha desde mediados de los años 90 en sus términos de intercambio. No sólo han aumentado sus exportaciones en volumen, sino en valor y con relación a los bienes que el país importa, como se aprecia en el gráfico 2.3. Este aumento en el poder de compra de las exportaciones, fuertemente definido por el aumento en el precio del cobre, es más acentuado en la segunda mitad de la década del 2000. El mineral de cobre y sus refinados son el principal producto de exportación. que es no renovable, y el resto se encuentra muy atrás en valor. Esta diferencia es clave, pues como se señaló en un inicio, la sostenibilidad débil implica la transformación de un capital en otro, en este caso un capital natural no renovable, en uno construido. Que no es el caso del parque vehicular privado. Sin embargo como veremos un poco más adelante, el capital natural financia crecientemente un patrón de consumo, más que la consolidación de nuevos capitales.

Esto ha contribuido a la elevación del ingreso nacional y de conformidad con la función 1) expuesta abajo, este aumento del ingreso nacional es una de las variables independientes de la demanda de importaciones. Otras variables relevantes en la función son la demanda interna de bienes de capital, intermedios y de consumo y el tipo de cambio, que modifica los precios de los bienes importados.

$$1) \quad M_{\text{tot}} = f(Y + I_{\text{publica}} + I_{\text{privada}} + C_{\text{privado}})^*(t_c),$$

donde:

M_{tot} son las importaciones totales

Y es el ingreso, que a su vez es función de las exportaciones netas.

I es la inversión.

C es el consumo.

T_c es el tipo de cambio

Todas estas relaciones son positivas (directas) con relación al ingreso, consumo y revaluación cambiaria. La relación con el tipo de cambio es inversa, pues a mayor tipo de cambio (más moneda local por unidad de divisa), menor será la demanda de importaciones.

Con relación al subconjunto de las importaciones para el parque automotor terrestre y su operación, la función es:

$$2) \quad Mv = f(E, Y, tc, ti), \text{ donde}$$

Mv son las importaciones necesarias para la movilidad terrestre (excluyendo los vehículos maquinaria u off-road vehicles, que no son parte del transporte, así como los combustibles para el transporte internacional o bunker fuels). A su vez,

$$\begin{aligned} MV = & \text{vehículos} + \text{partes y refacciones} + \text{neumáticos} + \text{lubricantes} \\ & + \alpha \text{ hidrocarburos crudos para su refinación} + \text{asfaltos} + \text{agasolina} \\ & + \alpha \text{ diesel} \end{aligned}$$

E son las exportaciones netas de bienes y servicios, que más adelante se distinguirán en exportaciones de cobre y sus derivados y otras exportaciones (ver gráficos 2.22 y 2.23).

Y es el ingreso o producto interno bruto.

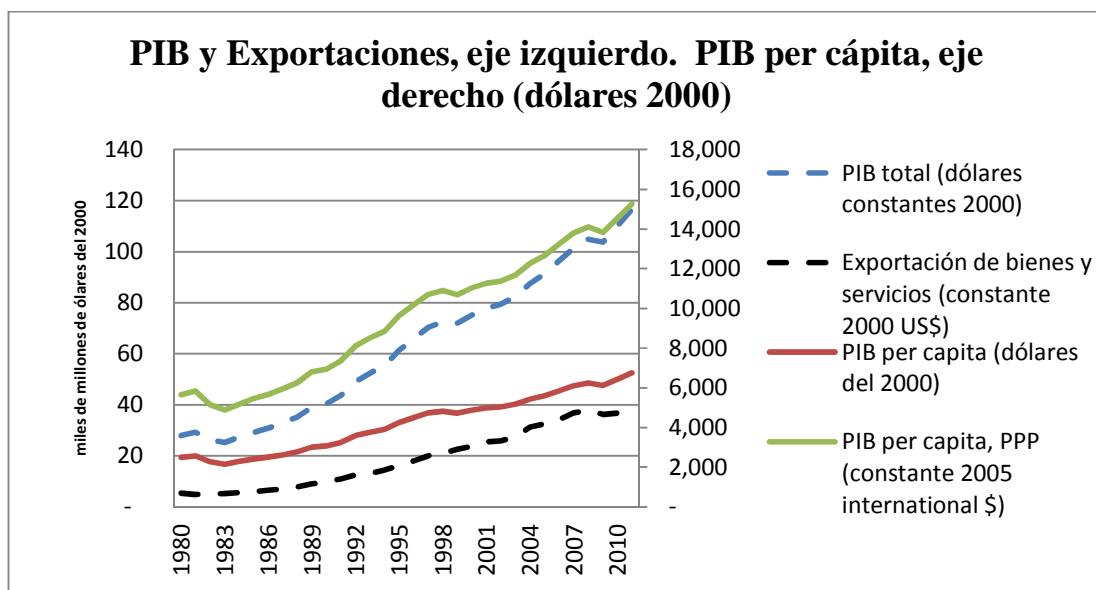
T_c es el tipo de cambio, que junto con las variaciones de precios y por tanto del flujo de ingreso de las exportaciones modifica la paridad del poder adquisitivo de la moneda.

T_i es la tasa de interés efectiva al público para la compra de vehículos.

α es el porcentaje del insumo específico para el transporte terrestre o automotor.

Dado que no es el objetivo de esta investigación indagar los determinantes de las importaciones, sino relevar el peso del transporte terrestre en la estructura del comercio exterior de Chile, este capítulo se centra en éste último punto.

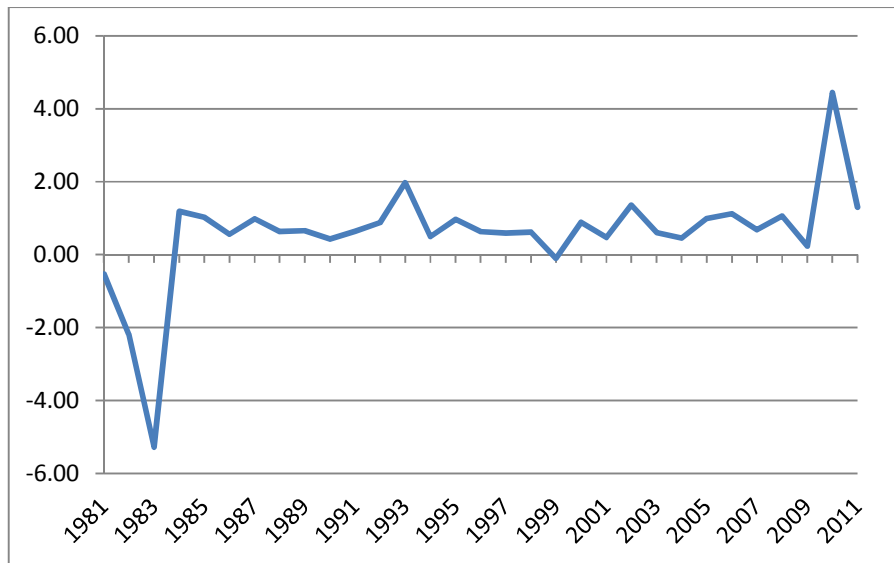
Gráfico 2.4. PIB y exportaciones



Fuente: elaboración propia con base en datos el Banco Mundial y CEPALSTAT.

Como se aprecia en el gráfico 2.4, el producto interno bruto y las exportaciones han crecido de manera importante entre 1980 y 2010. El PIB per cápita se triplicó en el periodo en paridad de poder adquisitivo, poco menos que se triplicó en dólares constantes, el PIB nacional creció 4 veces en valores constantes mientras las exportaciones crecieron más de un 600 por ciento. Este crecimiento fue superado por las importaciones, con un aumento de más de 8 veces en valores constantes. En el periodo, la elasticidad exportaciones del ingreso (respuesta unitaria del PIB al crecimiento unitario de la exportación) ha sido superior a la unidad, salvo el 2009 y 1999 en las décadas recientes, lo que evidencia su papel como motor del crecimiento. Este efecto dinamizador se ha acentuado en los últimos años.

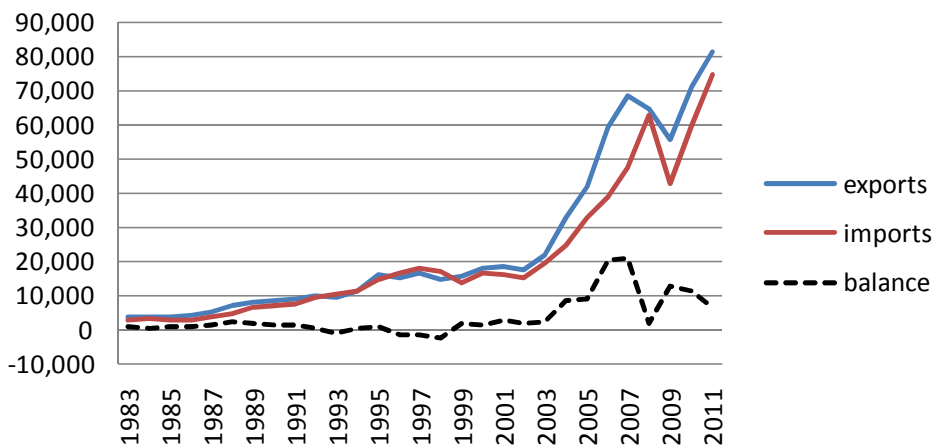
Gráfico 2.5. Elasticidad exportaciones del ingreso



Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial.

La última década ha visto una considerable elevación en el superávit en el sector externo, que contrasta fuertemente tanto en nivel como en tendencia respecto a la observada en los años 80s y 90s, como se aprecia en el gráfico 2.6.

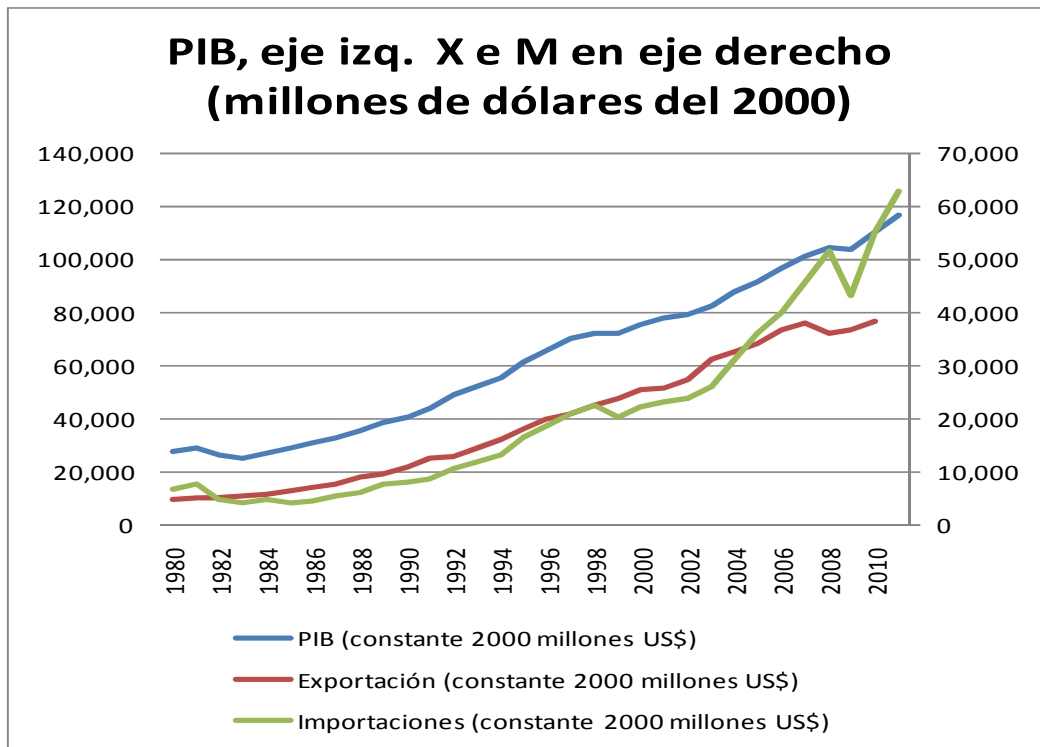
Gráfico 2.6. Saldo de la balanza comercial en millones de dólares.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de CEPALSTAT

Y si bien el saldo positivo de la balanza comercial es considerable, la tasa de crecimiento de las importaciones es también alto, casi duplicándose entre 2004 y 2011, como se puede apreciar en el gráfico 2.7 abajo.

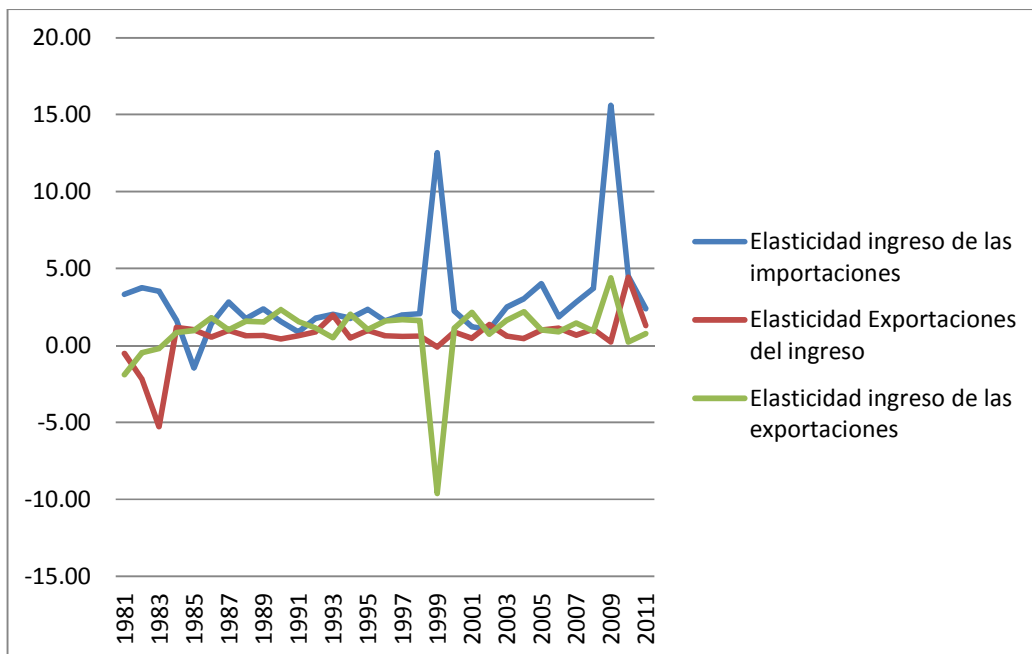
Gráfico 2.7. PIB, exportaciones e importaciones



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial

El despegue de las importaciones viene expresado como un crecimiento de la elasticidad ingreso de las importaciones, que desde el año 2002 se ha mantenido por arriba de la elasticidad ingreso de las exportaciones. De no ser por los fuertes aumentos en el precio del cobre, esta dinámica expresaría con fuerza la restricción externa y el costo en divisas de mantener el actual patrón de producción y consumo, incluido el modelo de movilidad y el consecuente ciclo de acumulación basado en la expansión urbana.

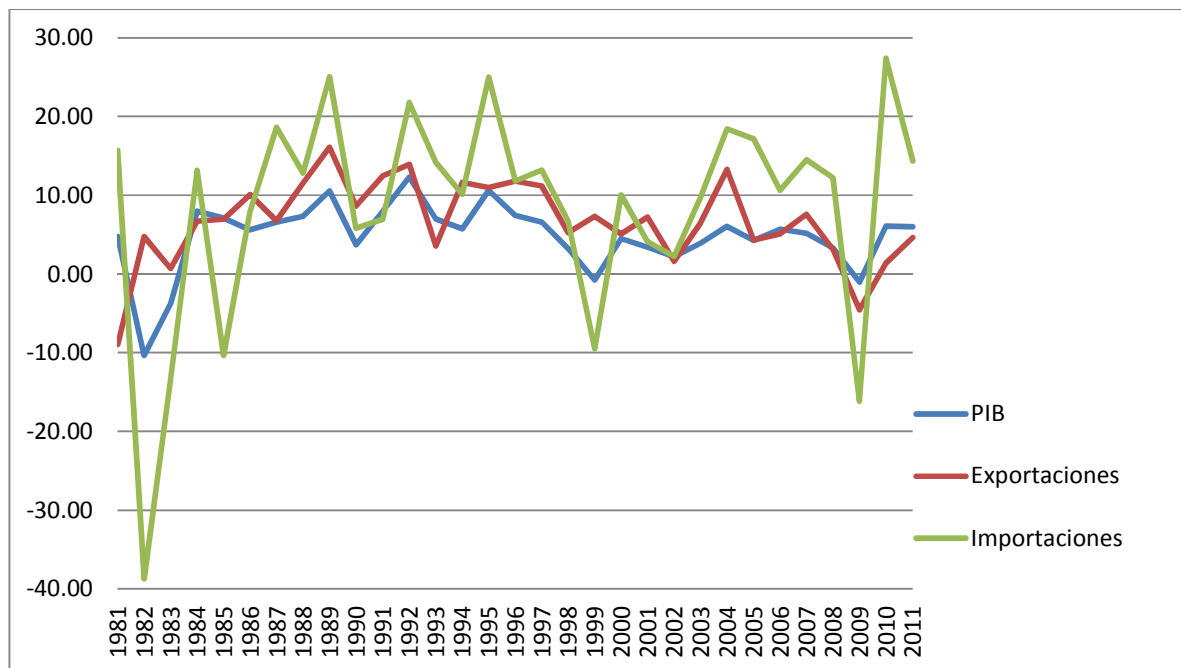
Gráfico 2.8. Elasticidades del comercio exterior



Fuente: Elaboración propia con base en datos del BM.

Las tasas de crecimiento de las exportaciones, gráfico 2.9, muestran una estrechísima correspondencia con las del PIB, salvo en el periodo de la crisis, cuando se recurrió a una política anticíclica de reactivación mediante el gasto de las reservas acumuladas en los años previos, permitiendo de este modo que se supliera la reducción en el dinamismo exportador mediante el desahorro interno. Este explica el pico importador de los años 2009 y 2010, primero de la nueva administración Piñera, cuando también se tuvo que hacer frente a los gastos originados por el terremoto de febrero de ese año.

Gráfico 2.9. Tasa de crecimiento de las exportaciones, importaciones y PIB



Fuente: Elaboración propia con base en estadísticas del BM.

2.3 El costo energético y en divisas del transporte automotriz de Chile

La literatura documenta la elasticidad ingreso positiva y normalmente muy superior a la unidad de la tenencia de automóviles en países de América Latina y el Caribe⁹², de 1.29 para Chile y una elasticidad precio de los combustibles en torno al -0.4. De conformidad con la observación de Galindo⁹³, un aumento en los precios de los combustibles no es capaz de compensar la propensión a la compra y uso de los automóviles, relación que se hace más marcada en ausencia de bienes sustitutos (transporte público de calidad) como lo muestra la diferencia desfavorable para ALC en las elasticidades de los combustibles entre países de No OCDE y la OCDE (ver tabla 2.1 y anexo 4).

⁹² Brasil muestra una elasticidad ingreso de la tenencia de automóviles de 1.87, Ecuador de 3.16, México de 2.58. Solo Argentina, con un buen sistema de transporte público que data del siglo XIX tiene una elasticidad negativa alta de -.68 (Dargay, Gately y Sommer, 2007).

⁹³ Debate en el Taller de Política Fiscal 2012. Luis Miguel Galindo, ponencia “La economía del cambio climático en América Latina”, 27 de enero de 2010, Santiago de Chile.

Tabla 2.1. Elasticidades precio e ingreso del consumo de gasolina en países OCDE y en países No-OCDE

		Elasticidad Ingreso		Elasticidad Precio	
		OCDE	No OCDE	OCDE	No OCDE
Consumo de gasolinas.	Modelo de efectos aleatorios	0.59	0.61	-0.46	-0.39
	Número de estudios	69	26	43	27

Fuente: CEPAL, División de Desarrollo Sostenible, Unidad de Cambio Climático. Inédito.

Una manera de fortalecer la sostenibilidad urbana es hacer visibles las consecuencias de patrones de consumo o preferencias locales proyectadas sobre al plano nacional y macroeconómico. En un país como Chile⁹⁴ que no produce autos ni petróleo el patrón de transporte automotriz depende de importaciones cuyas divisas son obtenidas con exportaciones de renovables y no renovables.

Las relaciones que aquí se exploran buscan evidenciar potenciales sinergias positivas entre la política macroeconómica, urbana y ambiental y ayudar a una mejor gobernanza nación-ciudad que contribuya a reducir la vulnerabilidad económica, social y ambiental que hoy se está construyendo.

2.3.1 El costo de las importaciones de los energéticos para el transporte automotriz

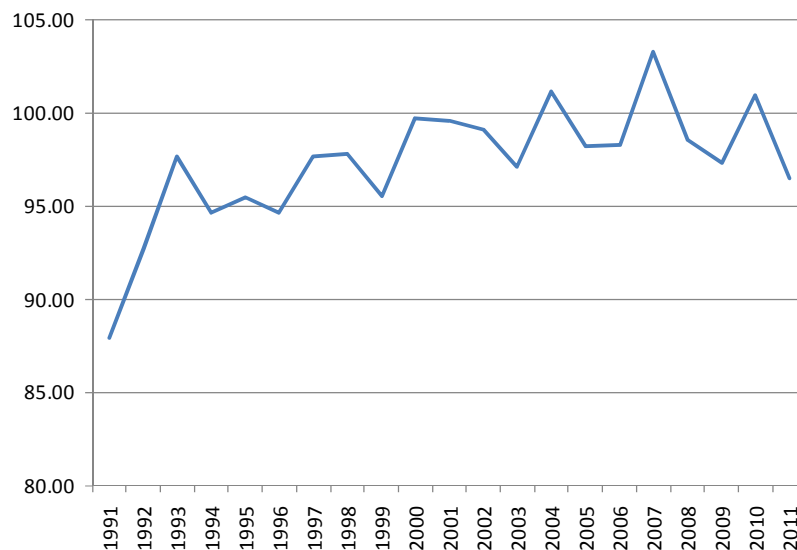
Los combustibles que mantienen en operación el total del transporte de Chile, gasolina, combustóleo, kerosén, diesel y otras variantes, son en parte refinados nacionalmente y crecientemente importados como productos finales. El petróleo para su refinación también es crecientemente importado del exterior. Determinar la proporción exacta del petróleo importado que se consume efectivamente en derivados para el transporte automotriz así como la parte de

⁹⁴ Otros países que reúnen la condición de ser no petroleros e importadores de vehículos son los centroamericanos y caribeños.

refinados importados para este sector requiere de procesar tanto los balances nacionales de energía como los datos de comercio exterior.

La mayor parte de las importaciones de energéticos se destinan a la producción de electricidad, a su quema en la industria o a la movilidad, y menos del 1% se destina a fines distintos del consumo energético. Chile era un muy modesto productor de hidrocarburos como se ve en el gráfico 2.9 (en 2011 importó el 97 por ciento del crudo consumido) y ha pasado a depender de las importaciones prácticamente en su totalidad.

Gráfico 2.10. Importaciones anuales de petróleo.



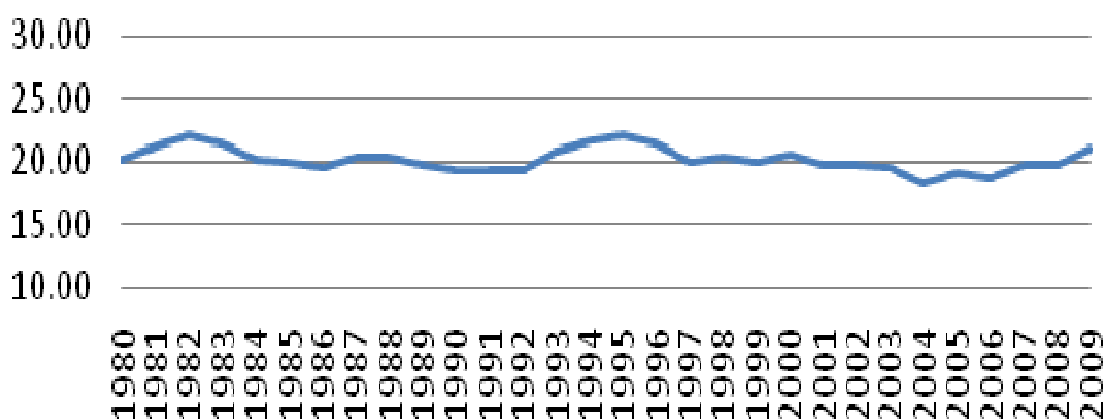
Fuente: Procesamiento de Balances Nacionales de Energía. Ministerio de Energía.

Nota: Los porcentajes superiores al 100 por ciento corresponden a recomposición de stocks.

De los derivados del petróleo consumidos en Chile, sólo la gasolina y el diesel corresponden al transporte automotriz (hay una parte reducida de gas natural y de electricidad para el metro, que no entran en la cuenta por ser de uso mínimo en el transporte automotriz metropolitano).

Según el Banco Mundial⁹⁵, 20 por ciento aproximadamente del consumo energético es para el transporte terrestre (gráfico 2.11). Empero la metodología de cálculo no se explicita y la cifra resulta elevada comparada con los resultados arrojados por el cálculo a partir de los datos del gobierno de Chile como se verá más adelante.

Gráfico 2.11. Consumo de energía para el transporte terrestre
(Porcentaje del total)



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial.

El Balance Nacional de Energía (BNE) distingue el consumo del transporte automotor o terrestre, como se le denomina en ellos, por tipo de combustible. La oferta secundaria se reporta distinguiendo entre importaciones y productos derivados de la refinación y, a su vez, la oferta primaria distingue el petróleo nacional del importado. Esto permite establecer la proporción de las importaciones primarias de petróleo que se convierten en productos para el transporte terrestre así como la proporción de la importación directa de refinados que se consume en el transporte terrestre.

⁹⁵ World Development Indicators Database, The World Bank. <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.

Esto también permite comparar el peso del consumo del transporte terrestre sobre el total de la energía consumida en el país y además, con los datos del comercio exterior, contabilizar el peso del consumo de energéticos para el transporte terrestre en divisas en las importaciones de Chile.

Esquemáticamente las operaciones realizadas sobre los Balances Energéticos para precisar los energéticos consumidos en el transporte terrestre se muestran a continuación.

- 1) Porcentaje de petróleo refinado para el transporte terrestre

$$\text{Prtt}=(\text{gdtt}/\text{dp})\cdot 100$$

Donde Prtt es el porcentaje del petróleo refinado para el transporte terrestre,

Gdtt es la suma de las teracalorías de diesel y gasolinas consumidas en el transporte terrestre,

Dp son los derivados totales de petróleo en teracalorías.

- 2) Porcentaje de importaciones de refinados, netas, destinadas al transporte terrestre

$$\text{Gdmtt}=(\text{gdtt}/\text{gdm})\cdot 100$$

Donde Gdmtt es el porcentaje de gasolina y diesel sumado importado consumido en el transporte terrestre,

Gdtt es la suma de las teracalorías de diesel y gasolinas consumidas en el transporte terrestre,

Gdm es la importación neta total de derivados, en teracalorías.

- 3) Porcentaje de petróleo importado refinado para combustibles para el transporte terrestre

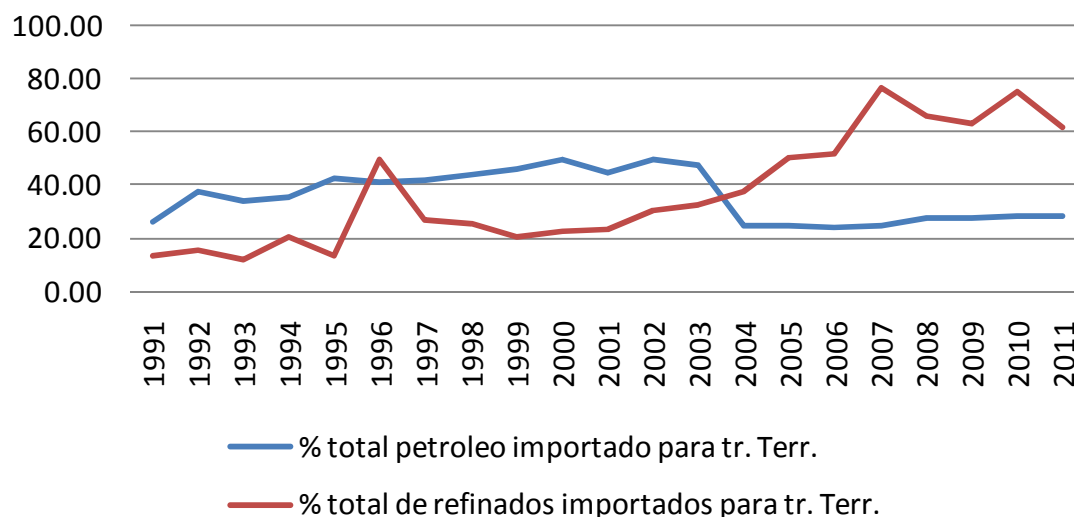
$$\text{pmrtt}=\text{Prtt}\cdot \text{apm}$$

donde **apm** es el porcentaje de petróleo importado en la oferta primaria energética de Chile.

La serie de datos de importaciones de Chile relevantes para la investigación sólo distinguen entre importaciones de petróleos y productos refinados⁹⁶ por lo que los porcentajes 2 y 3 son indispensables para precisar el costo de los insumos para el transporte terrestre. El procedimiento de cálculo se ilustra con los datos de 2011 en el anexo a este capítulo y los resultados del periodo 1991-2011 se muestra en el gráfico 2.12.

⁹⁶ Los montos importados de diesel y gasolina sólo están disponibles para los dos últimos meses de la fecha en que se consulta en los datos del Sistema de Aduanas de Chile. <http://www.aduana.cl>.

Gráfico 2.12. Combustibles importados para el transporte terrestre (gasolina y diesel)

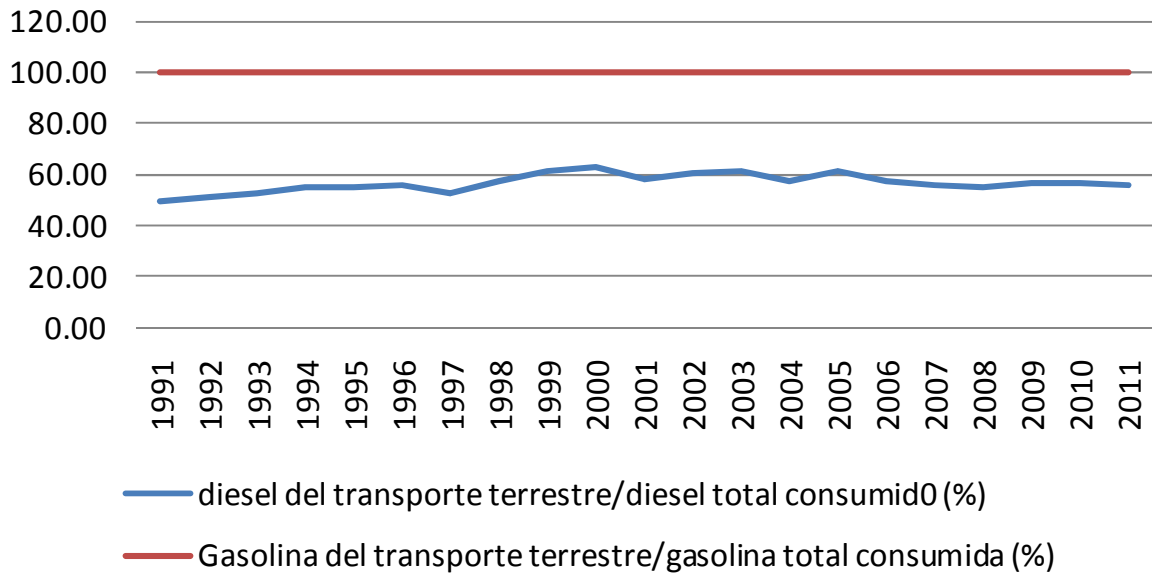


Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de los Balances de Energía.

La producción bruta y la importación de petróleo se mezclan para sus diversos usos, incluida la refinación. A los refinados les debe ser deducida, como se especifica en la ecuación del Balance, la exportación, la formación de stocks y el uso en el sector energético.⁹⁷ Parte minoritaria del diesel se consume en la minería, parte en la transformación, parte en medios de transporte distintos al terrestre. En contraste, el 99 por ciento de la gasolina consumida va al transporte terrestre.

⁹⁷ Consumo total de energético secundario=producción bruta + importación-exportación-pérdida de stock.

Gráfico 2.13. Consumo de gasolina y diesel en el transporte terrestre sobre el total de cada combustible disponible

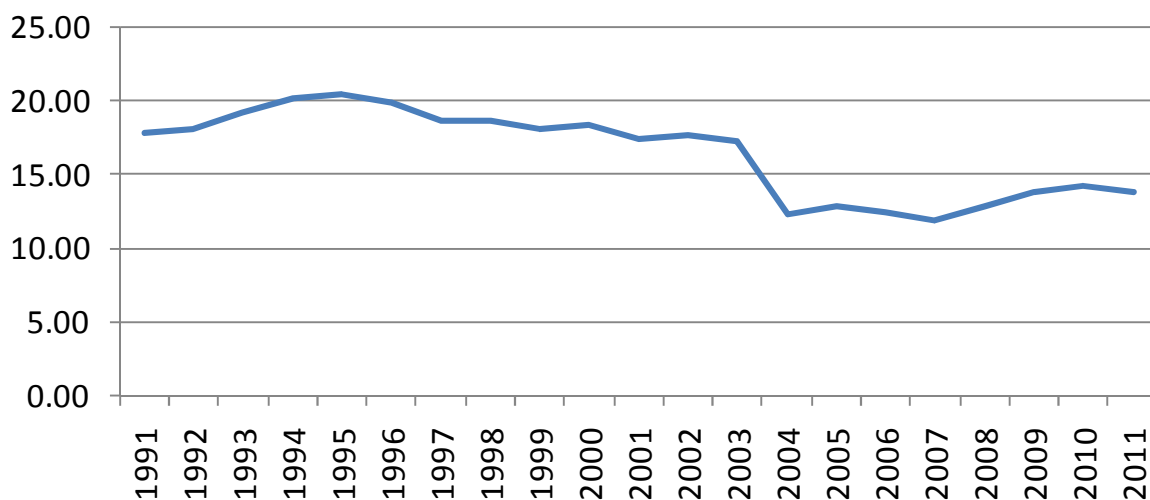


Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de los Balances de Energía.

Ahora estamos en condiciones de apreciar mejor el consumo de combustibles fósiles del transporte terrestre con relación al consumo energético total de Chile, que si bien fue cercano al 20 por ciento en los años 1994 y 1995, como sostiene el Banco Mundial⁹⁸, ha venido disminuyendo hasta situarse en la década pasada entre el 13 y el 14 por ciento, como se aprecia en el gráfico 2.14.

⁹⁸ <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.

Gráfico 2.14. Importaciones de petróleo y productos refinados usados en el transporte terrestre con relación al total del consumo energético de Chile



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de los Balances de Energía.

Nota: Gasolina y diesel del transporte terrestre de la energía total consumida (%).

Esto no implica una disminución en los consumos absolutos. A pesar de la disminución de su participación relativa en el consumo de energía secundaria, las tercalorías consumidas por el transporte terrestre han crecido de manera importante, pasando desde 27,862 en 1991 a 68,606 en 2011, un aumento de 2.5 veces y superior al crecimiento general de la economía medida por el PIB⁹⁹, que en ese periodo creció en 2.07 veces, lo que muestra una creciente intensidad energética de la economía en lo que toca a estos combustibles. Una tendencia contraria a la sostenibilidad del desarrollo.

Es notable también el cambio seguido en la política de combustibles. Esta pasó de favorecer la refinación nacional del petróleo crudo importado, complementado por importaciones, a una de mayores importaciones de productos finales. Esto disminuye la porción de valor agregado nacional, de empleo local dedicado a la refinación, y una mayor exposición a las variaciones internacionales de oferta y precios de cada uno de los combustibles, que están sujetos a

⁹⁹ En dólares constantes del 2000. Fuente: World Development Indicators. Banco Mundial. <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.

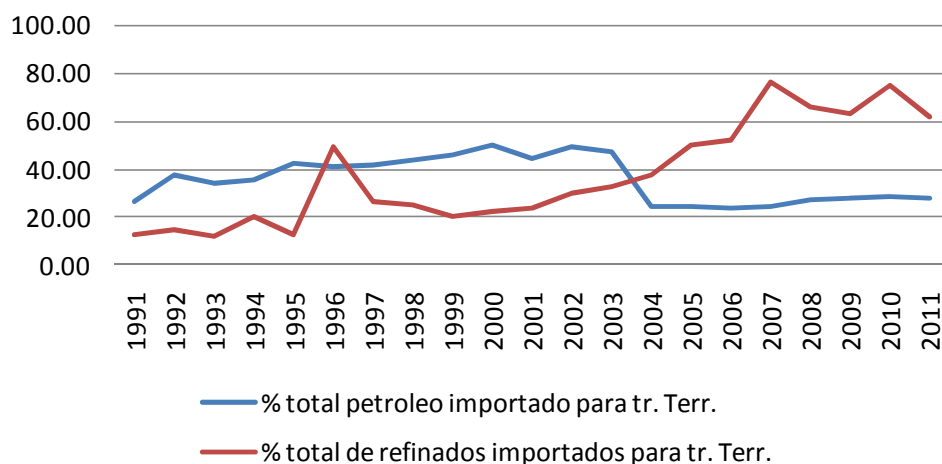
fluctuaciones adicionales a las del petróleo¹⁰⁰, como la sobreproducción o escasez de productos finales¹⁰¹ (véase el gráfico 2.15 y el 2.16).

Gráfico 2.15. Combustibles fósiles usados en el transporte terrestre
(porcentajes)



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de los Balances de Energía.

Gráfico 2.16. Combustibles fósiles importados para el transporte terrestre
(gasolina y diesel)



Fuente: Elaboración propia a partir del procesamiento de los Balances de Energía.

Notas: Cifras expresadas en porcentajes.

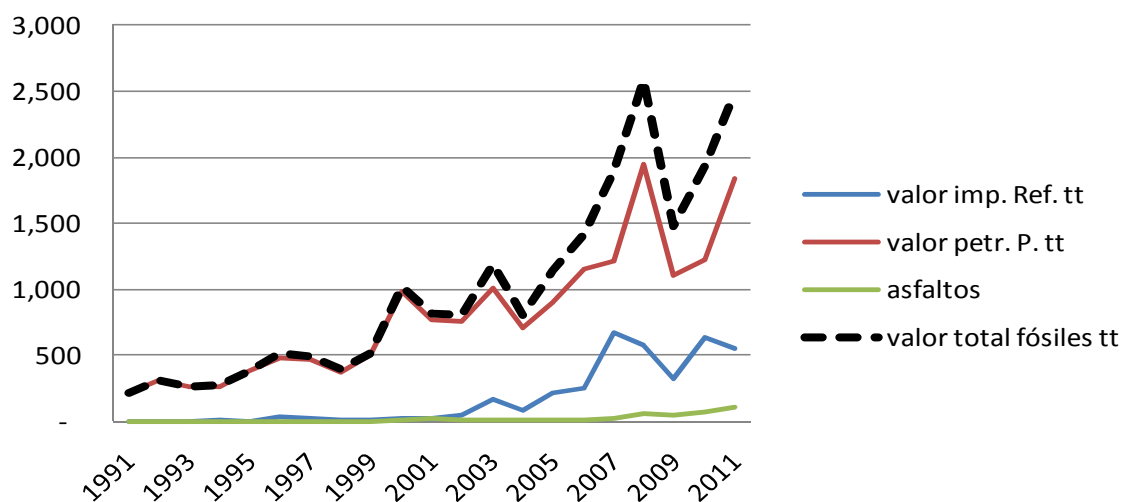
¹⁰⁰ Ya de por sí vulnerable a las fluctuaciones globales del mercado y a eventos locales, como la incidencia de huracanes del hemisferio norte en la ruta de los barcos petroleros.

¹⁰¹ De acuerdo con la Empresa Nacional de Petróleo, los derivados son más volátiles en el mercado internacional que el crudo. La empresa ha recurrido a diversas fórmulas para el cálculo de los precios internos para reducir esa volatilidad, incluyendo cotizaciones semanales y cambio en los puntos de venta de referencia para evitar el impacto de los fenómenos meteorológicos extremos. ENAP, Presentación Sistema de Precios de los Combustibles y sus Efectos en la Economía Nacional, del 14 de octubre de 2008.

La información del comercio exterior no permite distinguir el consumo con base territorial, naturalmente, por lo que en este nivel de agregación no es posible identificar la parte correspondiente a la RM. Pero como veremos en el siguiente capítulo, la importancia de la RM es considerable en la economía de Chile.

La evolución del porcentaje del petróleo y derivados importados para el transporte terrestre en el periodo 90-2011 se muestra en el gráfico 2.16. Para obtener estos datos se aplicaron los porcentajes de las operaciones 2 y 3 señaladas arriba (pmrtt y gdmrtt) al valor de las importaciones del crudo y de derivados para el transporte automotriz ya señaladas, reportadas a su vez en los datos de comercio exterior de Chile conforme a la CUCI Rev 3¹⁰². Su comportamiento en valor se muestra en el gráfico 2.17.

Gráfico 2.17. Valor de los fósiles para el transporte terrestre



Fuente: CEPALSTAT, BADECEL. 2013.

Notas: Cifras en millones de dólares corrientes.

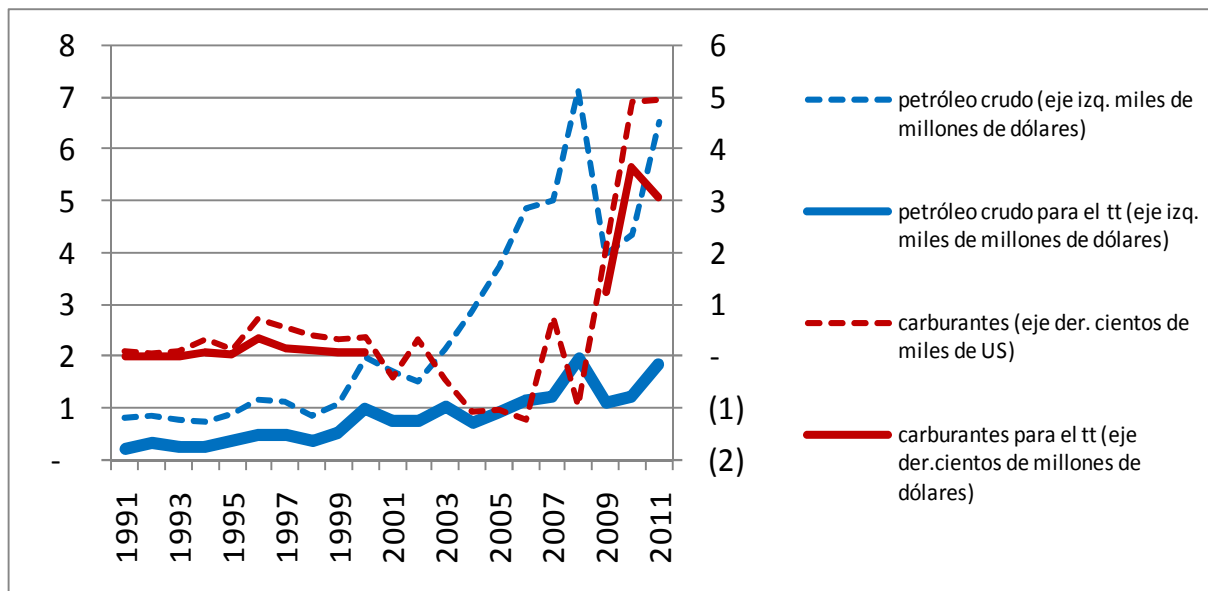
Como se puede apreciar, el comportamiento en valor refleja el comportamiento físico en tercalorías examinado antes. El valor del crudo se desacopla del valor total de las importaciones

¹⁰² Ver detalle de partidas en Anexo 2.

debido a la creciente participación en valor de las importaciones de productos finales efectivamente consumidos en el transporte terrestre.

El saldo del comercio internacional muestra la diferencia en valor entre el comercio exterior de crudo y el comercio exterior de productos refinados, ambos para el transporte automotor. El comercio de refinados tiene años de saldo positivo por efecto de las (pocas) exportaciones de refinados. El petróleo en cambio, siempre es deficitario.

Gráfico 2.18. Importaciones netas de petróleos y refinados



Fuente: operaciones sobre el Balance Nacional de Energía para las cuentas en tercalorías, varios años, y BADECEL para los datos del comercio exterior de Chile. Los años en que las cifras de carburantes para el transporte terrestre no figuran, corresponden a años de superávit en el comercio exterior de estos productos, y por tanto sin un costo en divisas para el país.

Notas: Eje izquierdo en miles de millones de dólares, eje derecho en cientos de millones de dólares.

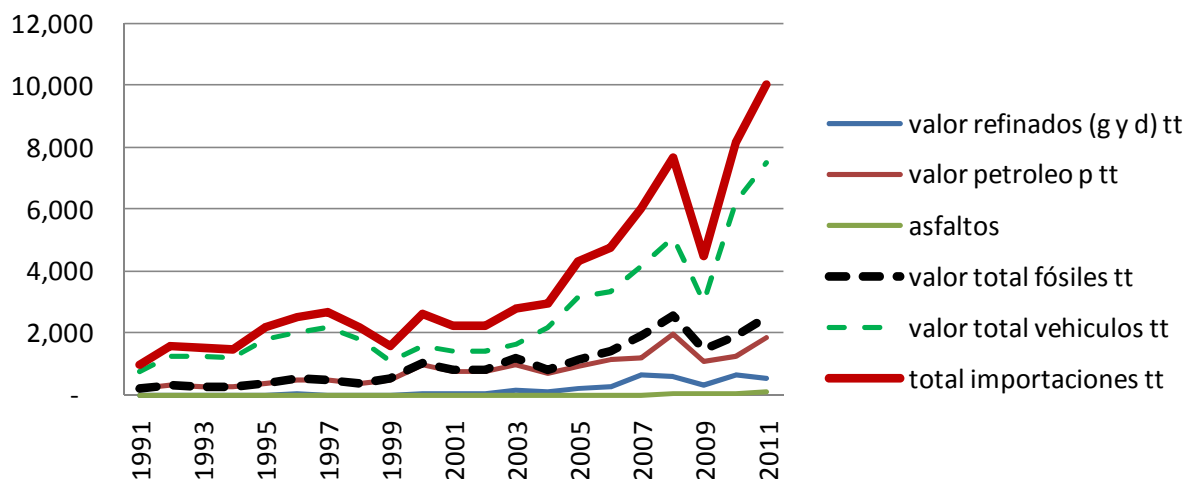
El gráfico permite apreciar la diferencia en la tasa de incremento entre las importaciones totales de petróleo, crecientemente destinado a usos distintos del transporte, respecto de la porción consumida en transporte terrestre, y el total acoplamiento en materia de derivados, que confirma la creciente dependencia del sector transporte de éstos productos. La dinámica petrolera responde al creciente consumo de petróleo en otros sectores de la economía como el de la generación eléctrica.

2.3.2 El costo del material rodante para el transporte automotriz

Para ver el valor total de las importaciones destinadas al transporte automotriz se agrega al valor de los combustibles el valor de las importaciones del material rodante detalladas en el anexo 2.

El valor de las importaciones del material rodante (autos y sus componentes y refacciones) es superior y creciente respecto al valor de los combustibles para operarlos. Esto podría estar mostrando que la tasa de motorización crece más rápidamente que la demanda de viajes. El desacople que muestran los valores de combustibles y autos plantea varios escenarios. O bien anticipa un problema de congestión en aumento respecto de la velocidad a la que crece la contaminación provocada por el consumo de combustibles fósiles, o bien un aumento en la composición del parque hacia vehículos más caros, o bien un aumento en los precios de los autos respecto del valor de los combustibles fósiles para su operación.

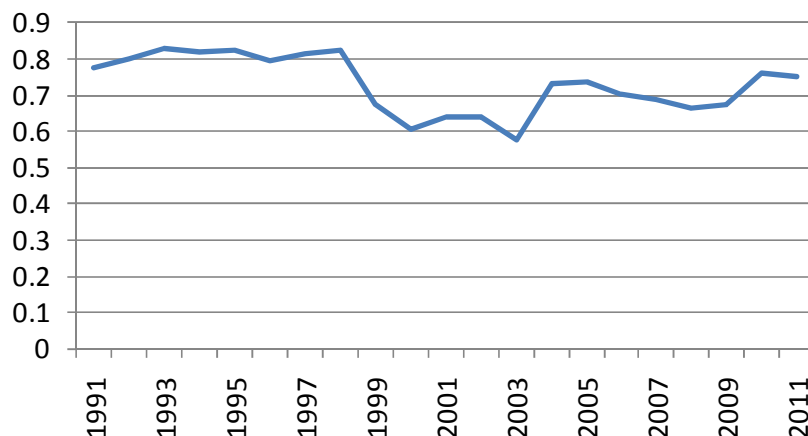
Gráfico 2.19. Importaciones para el transporte terrestre



Fuente: CEPAL, BADECEL.

El gráfico 2.20 muestra la recuperación de la dominancia porcentual del peso del las importaciones para el parque automotriz respecto del total de las importaciones sectoriales (parque más combustibles).

Gráfico 2.20. Importaciones de vehículos con relación a los combustibles fósiles para el transporte terrestre



Fuente: CEPAL, BADECEL.

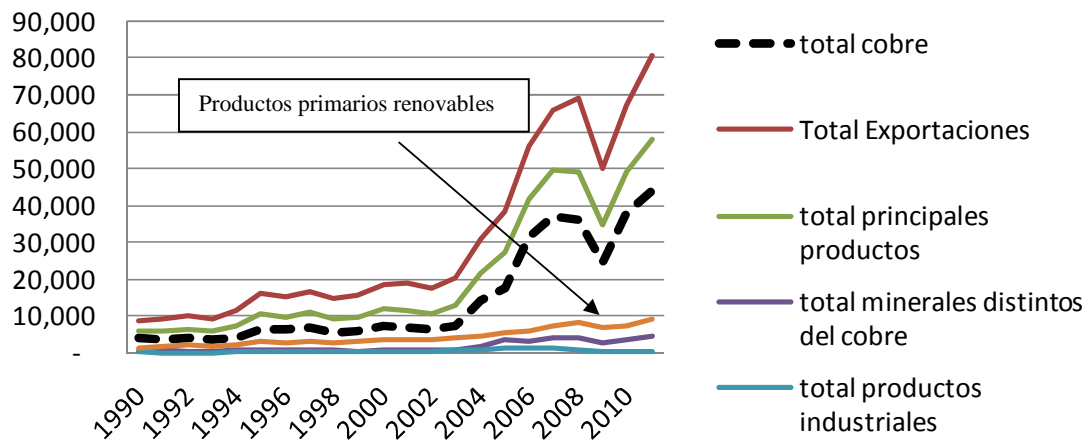
Nota: Cifras expresadas en porcentajes.

2.3.3 ¿Cuál es la estructura de las exportaciones, con qué se financian las importaciones de Chile?

Para tener una idea más precisa de lo que representa la sostenibilidad de estos valores, se hace una comparación entre el costo de las importaciones destinadas al parque automotriz y las exportaciones de Chile, que son la fuente normal deseable y económicamente sostenible de las divisas necesarias para mantener las importaciones¹⁰³.

¹⁰³ No se pasa por alto que transitoriamente las divisas pueden provenir del endeudamiento externo ni las complejidades en los circuitos que recorren las divisas para pasar de exportadores de bienes y servicios a los importadores. Se trata de expresar la magnitud del esfuerzo exportador para mantener el patrón de consumo.

Gráfico 2.21. Chile: Principales exportaciones



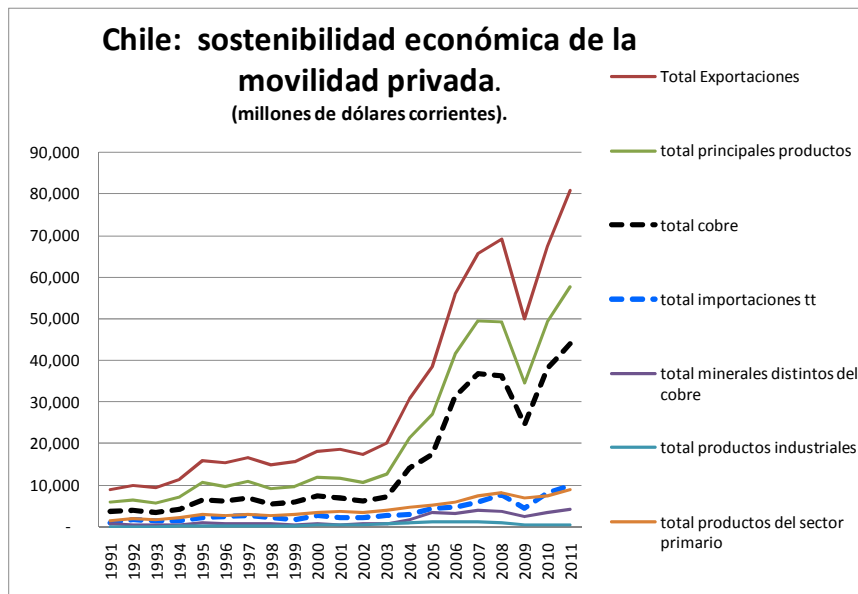
Fuente: CEPALSTAT.

Nota: Cifras en millones de dólares corrientes.

Al comparar las importaciones vehiculares con las exportaciones de Chile en sus diversos renglones, se observa que el recurso natural no renovable “cobre” permite financiarlas, y con holgura. Pero se estima¹⁰⁴ que este recurso estará disponible sólo durante cinco décadas más. Si eliminamos el recurso finito cobre del cuadro de exportaciones, tenemos un panorama sustancialmente distinto (véase recuadro 2.1). Los bienes exportados con base en recursos renovables actualmente ya no permiten financiar la totalidad de las importaciones relacionadas con el parque automotriz como muestra el gráfico 2.22. Este es un elemento crucial para evaluar la difícil sostenibilidad económica del transporte terrestre como opción estratégica para el desarrollo de Chile en el largo plazo. Ambientalmente, el transporte terrestre tiene una alta huella de carbono y dentro de éste, al transporte privado tiene una importante participación, como se verá en los capítulos 3 y 5.

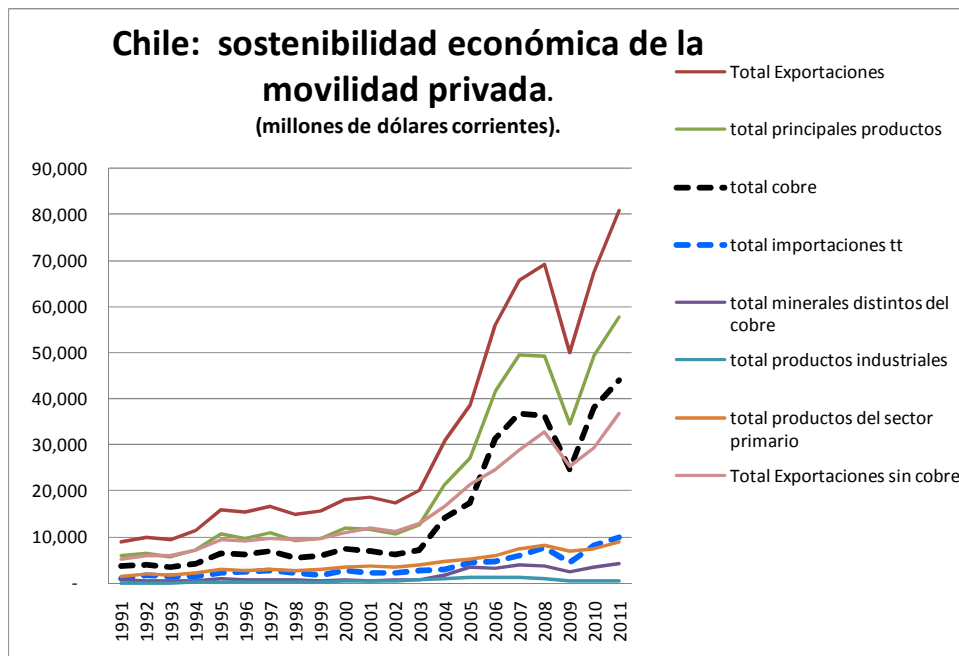
¹⁰⁴ En Chile las empresas mineras estiman que la duración del recurso a las tasas de extracción actuales será inferior a 50 años. Actualmente Chile tiene 190 millones de toneladas métricas de reservas, equivalentes al 28% de las reservas mundiales, y primer lugar mundial en reservas. Fuente, Factores claves que inciden en el desarrollo de la exploración minera en Chile, pág. 22 Abril, 2012. Comisión Chilena del Cobre Dirección de Estudios y Políticas Públicas (Cochilco). Santiago de Chile. , citando al US Geological Survey. El texto al referirse al futuro del cobre en Chile sostiene que “en relación al cobre, es probable que el descubrimiento de yacimientos de clase mundial se haya tornado más difícil, pero no se haya perdido potencial en cuanto a yacimientos pequeños y medianos.” P. 24.

Gráfico 2.22. Chile: Sostenibilidad económica de la movilidad privada



Fuente: Procesamiento de datos de CEPALSTAT.

Gráfico 2.23. Chile: Sostenibilidad económica de la movilidad privada (bis)



Fuente: Procesamiento de datos de CEPALSTAT.

De hecho, el gráfico 2.21 y el 2.23 muestran que las principales exportaciones de recursos renovables¹⁰⁵ apenas fueron suficientes en el pasado para mantener la formación del parque automotor y su funcionamiento (productos del sector primario-importaciones tt). Sin embargo desde el 2010 las principales exportaciones renovables del sector primario ya no son suficientes para financiar este consumo.

RECUADRO 2.1: LA FINITUD DEL COBRE

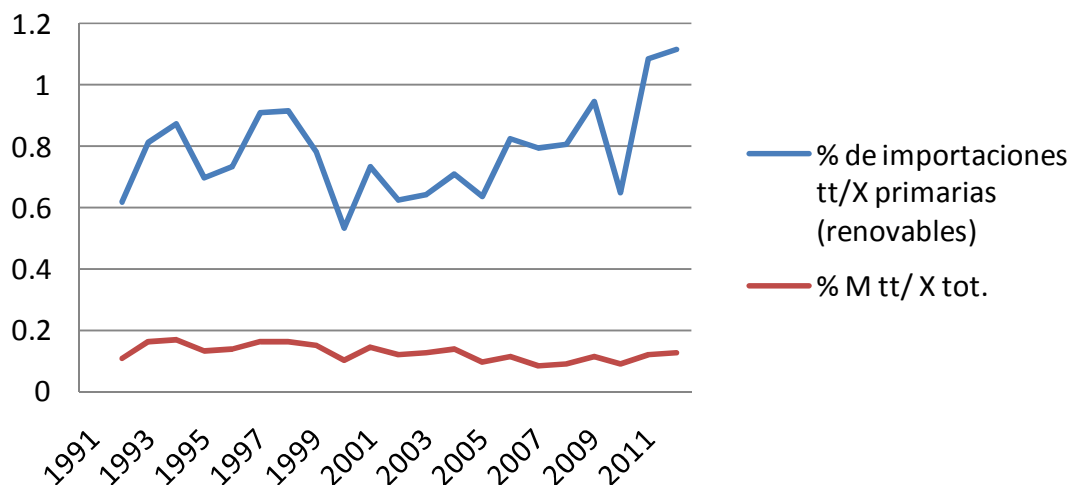
De acuerdo con la Comisión Chilena del Cobre, las reservas del país a 2011 eran de 190 millones de toneladas métricas y la producción promedio de los últimos 10 años (2002-2011) fue de 5.254 millones de toneladas. Al mismo ritmo de explotación, cosa factible, y en ausencia de descubrimientos importantes, poco factibles, la duración de las reservas es de 36 años. Se estiman costos crecientes en los proyectos explorados y nuevos descubrimientos en la mediana y pequeña minería. Esto hará que esos 36 años se extiendan pero con cantidades de extracción siempre decrecientes. Los proyectos en cartera al 2009 preveían un aumento de 1.7 millones de toneladas de extracción anual, un aumento de 32% sobre el promedio, lo que extendería, linealmente considerado, a 48 años la duración del recurso.

Fuente: Elaborado con base en datos de la Comisión Chilena del Cobre de 2011 y con base en el análisis EL FUTURO DE LA MINERÍA EN CHILE de Ana Isabel Zúñiga, Directora de Estudios y Políticas Públicas Comisión Chilena del Cobre. 2009.

Desde luego la suma de exportaciones renovables, industriales y no renovables distintas del cobre, como se muestra en el gráfico 2.23, financian con holgura esta parte del patrón de consumo. El cobre ha superado al resto de las exportaciones varios años en la pasada década. Pero es un recurso finito y la configuración de las ciudades, la del transporte por tierra y la del estilo de vida basado en este patrón tiene una duración de muchas décadas. El aumento en el consumo de bienes para el transporte automotriz asociado al aumento esperado del ingreso nacional acumula un pasivo sobre la estructura del comercio exterior de Chile que lo hace vulnerable a la disponibilidad de recursos naturales no renovables y sus precios en el mercado internacional.

¹⁰⁵ En Chile se ha producido una ganancia en la cobertura forestal producto de los estímulos a la industria celulósica y la frontera agrícola es estable. Es decir que se podría considerar mínimo el cambio de uso del suelo. La acuicultura del salmón pasó por una caída en la producción producto el mal manejo a principio del siglo XXI, del cual ya se recuperó. Sin embargo hay amenazas sobre la pesca de algunas especies como el jurel. En términos generales se puede considerar que los recursos renovables, realmente lo son.

Gráfico 2.24. Importaciones automotrices con relación a fuentes renovables de divisas y totales



Fuente: Procesamiento de datos de CEPALSTAT.

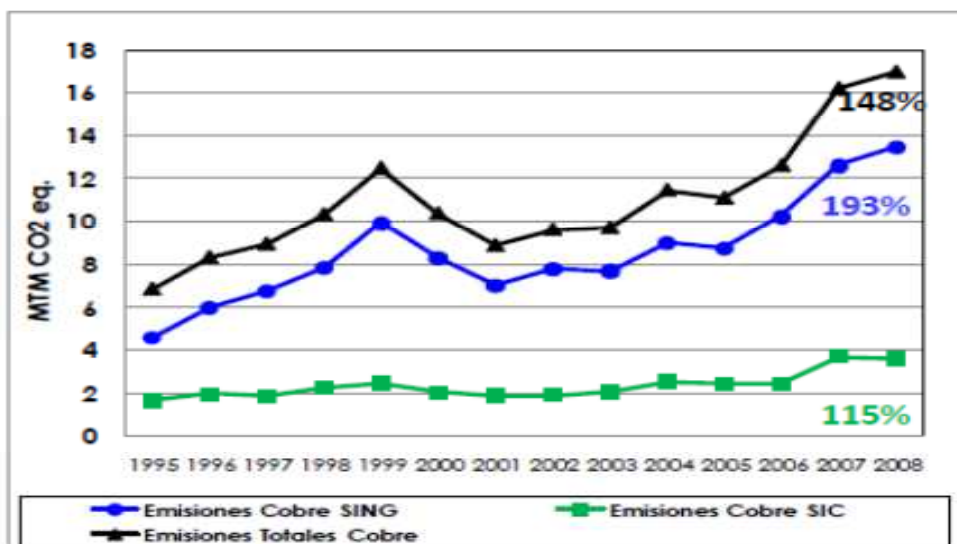
Por supuesto, la importación de bienes para el parque automotor es apenas una parte del patrón de consumo, a su vez importado. Esta situación es tanto más seria cuando se considera el conjunto de importaciones que hacen al patrón de consumo chileno, donde destacan otras demandas caras en divisas, como la de los bienes tecnológicos, alimentos importados y materiales clave para la construcción, que también están muy arraigadas en el patrón de consumo latinoamericano y chileno y a la manera de expandir las ciudades (que a su vez es la suma de patrones de consumo). Así pues, profundizar el patrón de movilidad basada en el transporte automotriz, predominantemente privado es una apuesta riesgosa de largo plazo para el país, que está siendo renovada cotidianamente por las micro-decisiones de múltiples actores descoordinados, que hacen de la expansión de esta demanda y de la profundización del patrón de movilidad una fuente de acumulación de corta mirada.

El cobre ha llegado a un precio históricamente alto, que tal vez se mantenga durante un largo tiempo mientras los países emergentes lo demanden, lo que asegura la extracción de las reservas estimadas y aceleraría su agotamiento¹⁰⁶. En el horizonte de 36 años de referencia, extendido a cerca de 50 años si se toman en cuenta proyectos de exploración en curso que prevén un aumento

¹⁰⁶ China ha sido uno de los motores del alza de precios de la década 2002-2012. Ya en 2013 la demanda china se ha reducido a la par de los precios del cobre, situación que muestra con claridad la vulnerabilidad del modelo de movilidad chileno a la volatilidad de los precios de sus exportaciones.

de 1.7 millones de toneladas de extracción para el 2014¹⁰⁷, la fuente de financiamiento del parque vehicular se vería disminuida y no hay hoy elementos que permitan plantearse un patrón de movilidad distinto para Chile y su RM. Vale hacer la pena notar, si bien la investigación se enfoca en las emisiones del parque automotor, que las emisiones del cobre son crecientes (Gráfica 2.25). Dicho de otro modo para hacer una contabilidad plena de las emisiones del parque automotor hay que añadir las emisiones asociadas a las que generan las divisas que financian su compra y funcionamiento.

Gráfico 2.25. Emisiones totales de la minería del cobre según matriz energética



Fuente: El futuro de la minería en Chile. Ana Isabel Zúñiga, Directora de Estudios y Políticas Públicas, Comisión Chilena del Cobre.

Si bien la demanda de autos también es finita¹⁰⁸ a un cierto nivel de ingreso per cápita, Chile aún se encuentra lejos de este límite y seguirá ejerciendo una presión considerable sobre el sector externo. Si no se producen escenarios de devaluación de la moneda o de aumento de precios de los automotores o del petróleo, el patrón seguirá avanzando hasta que en el futuro, si no se alcanza la tasa de motorización límite, el crecimiento de la motorización choque con la

¹⁰⁷ El futuro de la minería en Chile, Ana Isabel Zúñiga, Directora de Estudios y Políticas Públicas, Comisión Chilena del Cobre., presentación en la Escuela de Ingeniería y Minas de la Universidad de Chile, 26 de agosto del 2009.

¹⁰⁸ Dargay, et al. (2007) estima que la tasa de motorización a la que se produce el estancamiento de la curva de demanda (curva Gompertz) es en torno a los 870 automóviles por cada 1000 habitantes, marginalmente más alta en Norteamérica y marginalmente más baja en Europa en torno a esta cifra. Chile no llega a los 200 autos por cada mil habitantes aún.

restricción externa haciendo evidente entonces su insostenibilidad¹⁰⁹ económica. Como en el corto plazo esto no parece que ocurra, el modelo de movilidad seguirá profundizándose.

Así que de mantenerse las actuales tendencias, una buena parte de los recursos externos se verían comprometidos en el mantenimiento del patrón de movilidad actual y en caso de agotarse el cobre o bajar su precio a los niveles históricos, deberá producirse un ajuste relativamente súbito futuro para adecuar la disponibilidad de divisas a las múltiples prioridades del desarrollo chileno. Mientras tanto, una parte de la riqueza patrimonial de Chile se habrá gastado en estas importaciones, que a su vez soportan un patrón de desarrollo de dudosa sostenibilidad.

¹⁰⁹ Para el caso de Brasil, Bull menciona que “De 1990 a 1994, a partir de una base mínima, la importación creció en más de 10 mil por ciento. Sin embargo, la producción nacional subió también en 70%, La exportación se frenó, porque los fabricantes prefirieron colocar su producción en el creciente mercado interno. Influyó también, durante un periodo a partir de mediados de 1994, la apreciación de la moneda local. Un resultado concreto es que entre 1990 y 1996 en Sao Paulo la población creció un 3.4 % y la flota de vehículos en 36.5%. Bull, Alberto, Compilador. Congestión de tránsito: El problema y cómo enfrentarlo. *cuadernos de la CEPAL* 87, Santiago de Chile, LC/G.2199-P, Julio de 2003, p.33.

2.4 Conclusiones

El comportamiento del sector externo de Chile muestra una fuerte tendencia al aumento de importaciones, frente a cambios positivos en el nivel de ingreso, que han podido ser financiados en la década reciente gracias al aumento de los precios del cobre y de otras materias primas en el mercado internacional. Las importaciones para el transporte automotor, una parte del petróleo y diesel y el 100 por ciento de la gasolina, los vehículos y sus refacciones, son desde el año 2010 superiores a las principales exportaciones de bienes renovables del sector primario. Por tanto, el patrón de movilidad, y no es el único patrón importado a financiar en Chile, está siendo financiado con recursos finitos, no renovables. Desde un punto de vista de sostenibilidad débil los recursos agotables deberían formar nuevos capitales, y no dedicarse al consumo corriente y menos a la creación de pasivos ambientales adicionales, como está sucediendo en el país.¹¹⁰

La consolidación de una clase media profundizará la tendencia del patrón de consumo, que combinada con la bonanza en la exportación de recursos no renovables harán que el modelo insostenible, económico y ambiental, de movilidad se profundice. La masificación del patrón de consumo es positiva desde el punto de vista de la igualdad, pero muestra una evidente tensión con ambas dimensiones de la sostenibilidad. Y también revela, como veremos en los capítulos 4 y 5, el efecto de la insuficiencia en calidad y cantidad de bienes y servicios públicos clave, como el transporte público urbano, que lleva a la clase media emergente a huir de medios que no se condicen con sus aspiraciones de progreso y bienestar. Las soluciones individuales terminan creando un problema que debiera ser evitado desde una mejor provisión de bienes y servicios públicos.

¹¹⁰ La situación, por supuesto, no es privativa de Chile. Se podría generalizar esta afirmación a muchos países en la región (y posiblemente fuera de ella también) y forma parte de un estilo de desarrollo que se confía a la exportación para satisfacer el patrón de consumo, incluido el de movilidad. El caso del Perú, país que distinto a Chile es rico en gas, es otro ejemplo interesante. Durante el auge de los precios del gas de 2002-2013 se estableció un mecanismo de reparto fiscal a los niveles locales de gobierno. El destino de esos recursos fue en parte a la educación, sostenibilidad débil, y a la infraestructura carretera, un nuevo pasivo ambiental. En 2013 la baja de los precios del gas generó, lógicamente, una sacudida fiscal en el país, que no aprovechó el auge para crear una infraestructura más sostenible (datos en preparación para el documento oficial de CEPAL del Periodo de Sesiones del 2014, aún inédito, capítulo de Recursos Naturales).

Las decisiones de nivel local (cambio de uso del suelo, licencias de construcción, infraestructura par el transporte privado) ejecutadas por los alcaldes, así como el circuito de acumulación urbana, expansión –construcción, aumento de demanda de viajes y cambio modal tienen repercusiones sobre el peso de las importaciones para el patrón de movilidad terrestre. La corrección del modelo, si no hay un cambio en el patrón de movilidad que hoy no se vislumbra, se hará de manera abrupta una vez que los recursos no renovables se agoten, o una vez que pase el auge exportador. El buen desempeño macroeconómico de Chile, como hemos visto, no es sinónimo de sostenibilidad del desarrollo. Adicionalmente, y dado que el patrimonio sigue sin ser contabilizado en las cuentas nacionales, la depredación, el agotamiento y la degradación de los recursos naturales y del medio ambiente prosiguen a la par de indicadores macroeconómicos robustos como el saldo de la balanza de pagos y el producto interno bruto robustos.

2.5 Anexo 2.1 Estadístico

Balance Energía Secundaria [TeraCalorías]								VOLVER A INDICE				
Año 2011												
Energético	Producción Bruta	Importación	Exportación	Var. Stock+ Perd y Cierre	Consumo Final	Consumo CTR	Consumo Total	teracalor.	% refinado	% import.	t/consumo	% de import
Derivados de Petróleo	150,213	131,284	9,507	1,831	247,260	22,899	270,159					
Petróleo Combustible	13,784	6,703	736	-412	18,796	1,368	20,164					
Diesel	34,533	48,661	2,980	-1,637	71,594	10,256	81,850	39,880	22.99	67.97	55.70	32.75
Gasolina de Motor (*)	24,577	6,821	1,400	1,206	28,791	0	28,791	28,725	16.36	23.69	99.77	23.59
suma combustibles terrestre	59,110	55,481	4,381	-431	100,385	10,256	110,641					
								13.83				
Kerosene	865	0	0	-492	1,357	0	1,357					
Gas Licuado	8,486	9,215	2	2,191	14,550	957	15,508					
Gasolina Aviación	62	0	8	10	44	0	44					
Kerosene Aviación	6,265	3,746	0	1,975	8,035	0	8,035					
Nafta	679	658	0	-3	1,339	0	1,339					
Gas Refinería	1,853	0	0	-577	2,370	61	2,430					
Electricidad	55,931	629	0	4,471	52,090	0	52,090					
Carbón (**)	57,485	0	0	0	2,226	55,259	57,485					
Coke	6,271	2,274	0	-364	4,311	4,597	8,908					
Alquitrán (***)	177	0	0	0	177	0	177					
Gas Corriente	1,274	0	0	44	1,230	0	1,230					
Gas Alto Horno	1,489	0	0	282	1,207	0	1,207					
Gas Natural (**)	50,185	0	0	0	14,947	35,239	50,185					
Metanol	2,998	0	2,998	-101	101	0	101					
Leña y Derivados	54,464	0	0	0	48,266	6,197	54,464					
Biogás	100	0	0	0	0	100	100					
Total	380,586	134,187	12,505	6,164	371,814	124,291	496,104					

(*) Se incluyen las Gasolinas 93, 95 y 97

(**) Las Importaciones-Exportaciones se consideran en etapa de energético primario

(***) Alquitrán de uso energético (producido en siderurgia)

Nota 1: El factor de conversión utilizado para la hidroelectricidad corresponde al utilizado en metodología internacional de generación de balances equivalente a 860 Kcal/Kwh

Nota 2: El Consumo Final equivale a la suma de Producción Bruta e Importaciones menos las Exportaciones y Variación de Stocks

Perdidas y Cierres para cada energético

Nota 3: El Consumo Total equivale a la suma del Consumo Final y Consumo en Centros de Transformación (CTR)

Fuente: Encuestas a empresas del sector energía e industrias intensivas en consumo energético

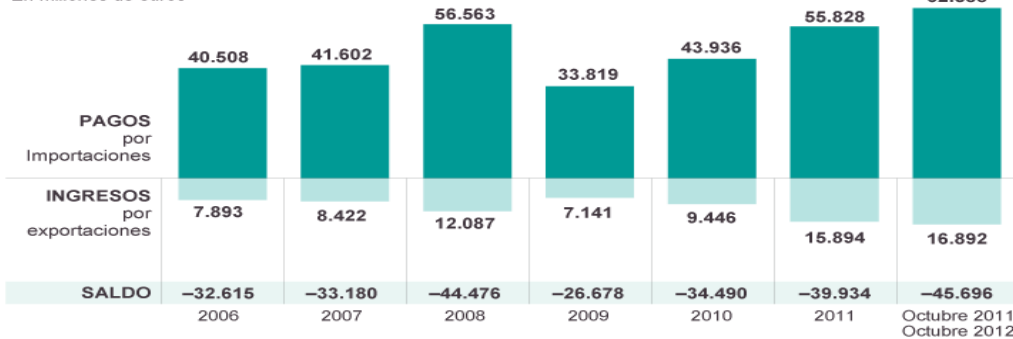
Elaboración: Ministerio de Energía, Septiembre 2012

Fuente: Balance Nacional de Energía 2011, Cuadro 4, Ministerio de Energía del Gobierno de Chile. Los consumos del transporte terrestre en teracalorías provienen del Cuadro 6.

2.6 Anexo 2.2. Saldo en la balanza energética de España.

SALDO EN LA BALANZA ENERGÉTICA

En millones de euros



EVOLUCIÓN DEL PRECIO DEL PETRÓLEO BARRIL BRENT

En dólares por barril



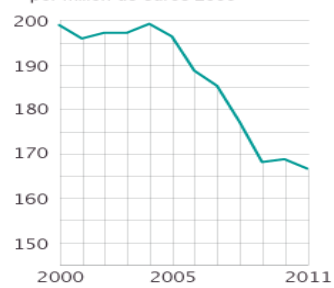
PRECIO DEL GAS NATURAL EN LA UNIÓN EUROPEA

CIF centavos de dólar por kWh



INTENSIDAD ENERGÉTICA PRIMARIA

Toneladas equivalentes de petróleo por millón de euros 2000



Fuente: Periódico *El País*. 3 de febrero de 2013.

2.7 Anexo 3. Detalle de partidas de importación y exportación usadas.

Detalle de las importaciones consideradas en la investigación tanto para los combustibles para el transporte terrestre como para su material rodante con base en la CUCI, Rev. 2 y el Sistema Armonizado (SA). Para los combustibles se tomaron como “petróleo”, las partidas 270900 del SA, equivalente a la 3330 de la CUCI Rev. 3 y 4, así como la partida 271410 Arenas Bituminosas de la SA (no resultó significativa en valor), equivalente a la partida 27896 de la CUCI Rev. 3.

Para “gasolinas” la partida 271011 de la SA equivalente a las partidas 33411, 12, 19 21 y 29 de la CUCI Rev. 3.

Para diesel corresponde la partida 27101940 de la SA y 33419 de la CUCI Rev. 3. Se añadieron a las importaciones las partidas correspondientes a los betunes de petróleo y asfaltos para la pavimentación de carreteras SA 2715 y 271320, respectivamente equivalentes a 33543 y 33541 en la CUCI Rev.3.

Las partidas vehiculares tomadas son: 6251 Neumáticos nuevos, del tipo utilizado en automóviles (incluso camionetas y coches de carrera), 6252 Neumáticos nuevos, del tipo utilizado en autobuses y camiones, 62541 Neumáticos nuevos, del tipo utilizado en motocicletas y bicicletas del tipo utilizado en motocicletas, 62542 Neumáticos nuevos, del tipo utilizado en motocicletas y bicicletas del tipo utilizado en bicicletas, 62551 Otros neumáticos que tengan una banda de rodadura con patrón "espigado" o análogo, 62559 Otros neumáticos Otros, 62591 Cámaras de aire, 62592 Neumáticos recauchados, 62593 Neumáticos usados, 62594 Neumáticos sólidos o tubulares, bandas de rodadura intercambiables y fajas de protección de la cámara de aire (flaps).

7812 Vehículos automotores para el transporte de personas, n.o.p. ,78219 Otros vehículos automotores para el transporte de mercancías, n.o.p., 78311 Vehículos automotores de pasajeros del tipo utilizado para transportes públicos con motor de combustión interna con encendido por

compresión (diesel o semidiesel), 78319 Vehículos automotores de pasajeros del tipo utilizado para transportes públicos otros, 7832 Unidades motrices de carretera para semirremolques, 7841 Chasis equipados con motores, para los vehículos automotores de los grupos 722, 781, 782 y 783, 78421 Carrocerías (incluso cabinas) para los vehículos automotores de los grupos 722, 781, 782 y 783 para los vehículos del grupo 781, 78425 Carrocerías (incluso cabinas) para los vehículos automotores de los grupos 722, 781, 782 y 783 para los vehículos de los grupos 722, 782 y 783, 78431 Volquetes y sus partes y piezas, 78432 Otras partes, piezas y accesorios de carrocerías (incluso cabinas), 78433 Frenos y servofrenos y sus partes y piezas.

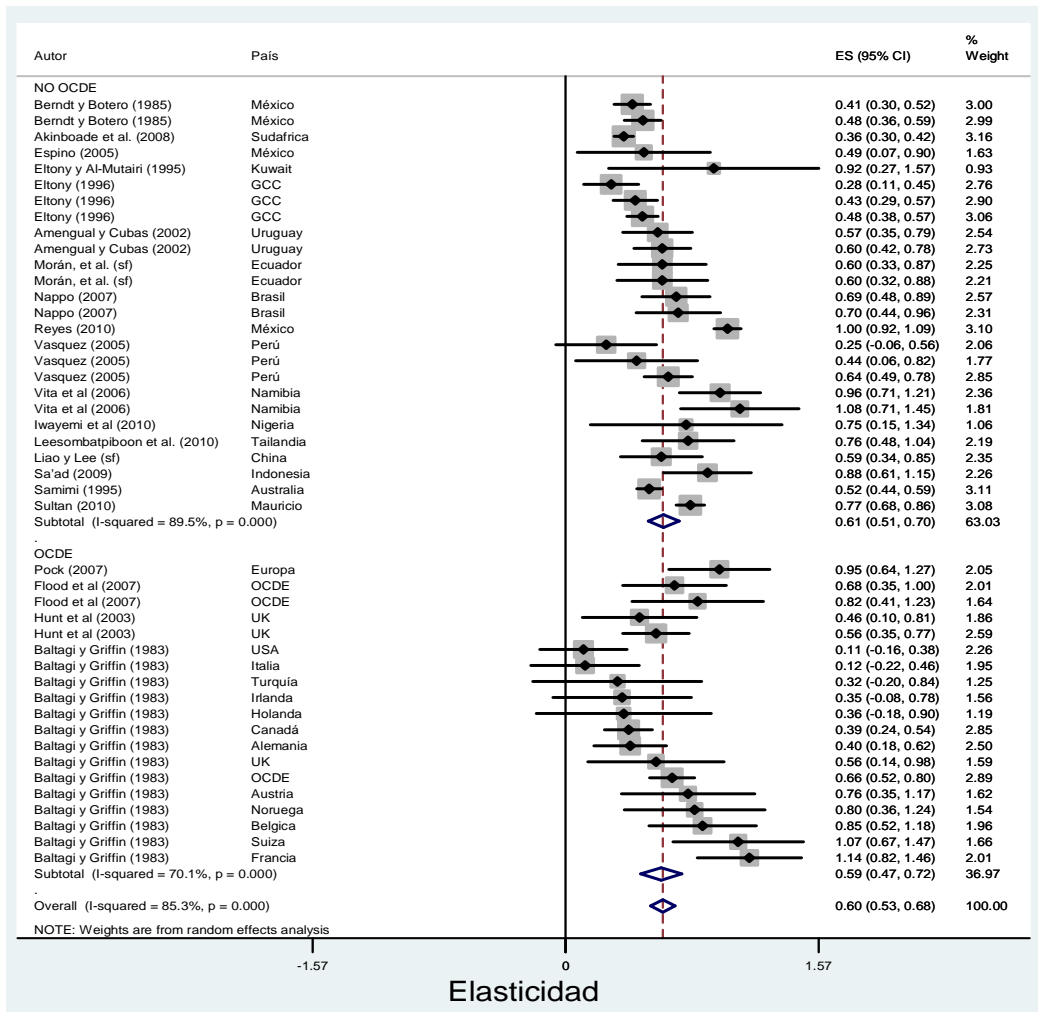
78434 Cajas de engranajes, 78435 Ejes de transmisión con diferencial, provistos o no de otros componentes de transmisión, 78436 Ejes, excepto los de transmisión, y sus partes y piezas, 78439 Otras partes, piezas y accesorios, 78516 Motocicletas (incluso velomotores) y velocípedos, provistos de motor auxiliar, con sidecar o sin él; sidecares con motor de émbolos de movimiento alternativo de más de 500 cm³ pero no más de 8, 78517 Motocicletas (incluso velomotores) y velocípedos, provistos de motor auxiliar, con sidecar o sin él; sidecares con motor de émbolos de movimiento alternativo, de más de 800 cm³ de cilindrada, 78519 Otros, 78535 Partes, piezas y accesorios de motocicletas (incluso velomotores), 78537 Partes, piezas y accesorios de otros vehículos del grupo 785, 7861 Remolques y semirremolques para viviendas o para acampar, 78629 Otros remolques y semirremolques para el transporte de mercancías

7863 Contenedores (incluso contenedores para el transporte de fluidos) especialmente diseñados y equipados para su uso en uno o más medios de transporte, 78683 Remolques y semirremolques, n.o.p., 78685 Vehículos sin propulsión mecánica, n.o.p., 78689 Partes y piezas de los remolques de los rubros 786.1, 786.2, 786.83 y de los vehículos del rubro 786.85, '7810' 'Passenger motor vehicles (excluding buses)', '7831' 'Public service type passenger motor vehicles', '7849' 'Other parts and accessories, for vehicles of headings 722, 781-783', '62599' 'Tires, nes, tire cases, interchangeable tire treads and tire flaps', '6252' 'Tires, pneumatic, new, for buses and lorries', '7822' 'Special purpose motor lorries and vans', '7132' 'Motor vehicles piston engines, headings: 722; 78; 74411 and 95101', '7851' 'Motorcycles, auto-cycles; side-cars of all kind, etc', '6251' 'Tires, pneumatic, new, for motor cars', '7224' 'Wheeled tractors (other than

those falling in heading 74411, 7832)', '7832"Road tractors for semi-trailers', '74411"Work trucks, of the type use in factories, dock areas, etc

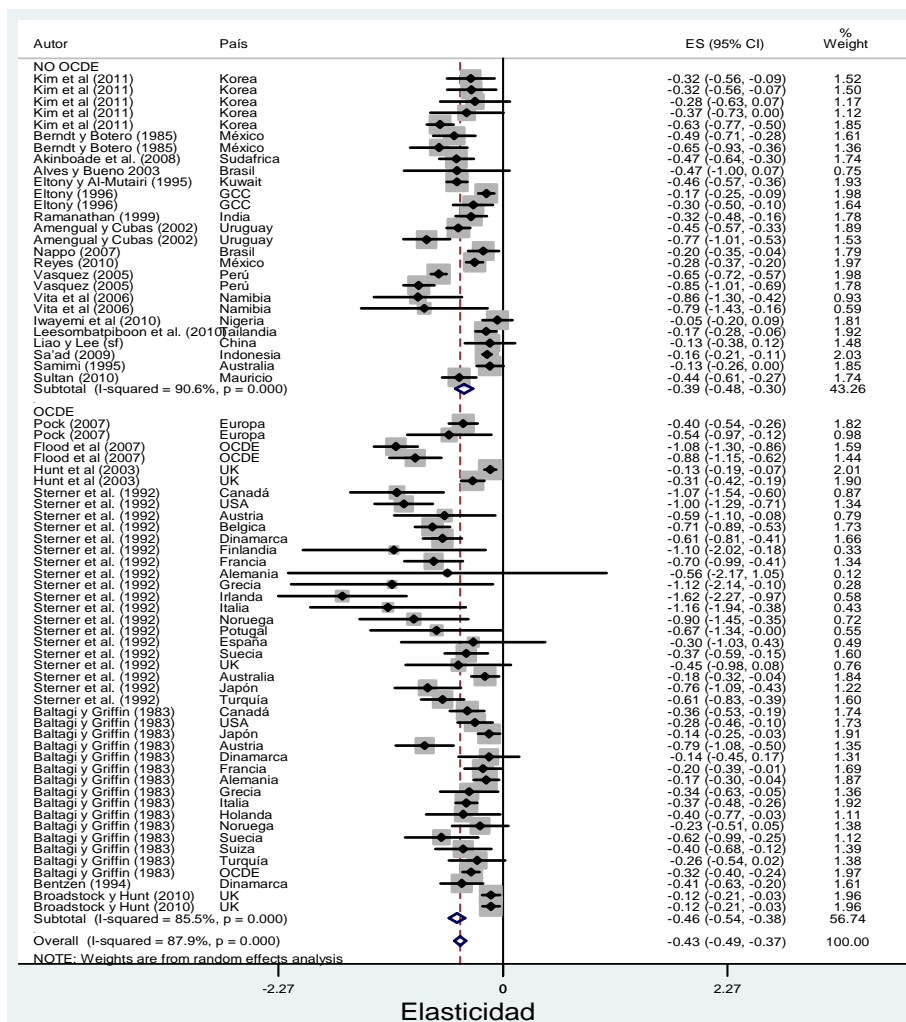
2.8 Anexo 4. Elasticidad consumo de gasolinas

Elasticidades ingreso



Fuente: División de Desarrollo Sostenible, Unidad de Cambio Climático, CEPAL.

Elasticidades precio



Fuente: División de Desarrollo Sostenible, Unidad de Cambio Climático, CEPAL.

2.8 Bibliografía

Bull, A. (2003) “Congestión de tránsito el problema y cómo enfrentarlo”. *Cuadernos de la CEPAL* No. 87. (LC/G.2199-P), Santiago de Chile.

Dargay, J., D. Gately y M. Sommer (2007) “Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030”, *The Energy Journal*, 28(4), 143-170.

Presentaciones:

Alicia Bárcena. Gobernanza de los Recursos Naturales con base en información producida por la División de Recursos Naturales e Infraestructura. Taller gobernanza de los recursos naturales, CEPAL, Santiago, abril, 2012

Empresa Nacional del Petroleo (ENAP): Presentación Sistema de Precios de los Combustibles y sus Efectos en la Economía Nacional, del 14 de octubre de 2008, disponible en <http://www.slideshare.net/Rundstedt/sistema-de-precios-de-enap-presentation>.

Comisión Chilena del Cobre Dirección de Estudios y Políticas Públicas (Cochilco): Factores claves que inciden en el desarrollo de la exploración minera en Chile, (DE/02/2012). Santiago de Chile. Disponible en http://www.cochilco.cl/productos/politicas_ppt.asp.

Luis Miguel Galindo: XXII taller de política fiscal, Ponencia “La economía del cambio climático en América Latina” 27 de enero de 2011, CEPAL, Santiago de Chile.

Zúñiga, Ana Isabel: El futuro de la minería en Chile. Directora de Estudios y Políticas Públicas. Comisión Chilena del Cobre, presentación ante la Escuela de Ingeniería de Minas de la Universidad de Chile. 26 de agosto de 2009. Santiago de Chile. Disponible en http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2009/090824_futuro_mineria_u_de_Chile.pdf.

Bases de datos:

CEPALSTAT, base de datos en línea de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Aduanas, Servicio de. Gobierno de Chile.
http://www.aduana.cl/prontus_aduana/site/edic/base/port/inicio.html.

Anuario de Estadísticas del Cobre y otros Minerales: 1992-2011. Comisión Chilena del Cobre.
Consultado en marzo de 2013. Disponible en: <http://www.cochilco.cl/pdf/AE2012web.pdf>.

Banco Mundial. World Development Indicators. <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.

Balance Nacional de Energía, años 1991 a 2011. Ministerio de Energía del Gobierno de Chile.

CAPÍTULO III

EL MODELO DE CRECIMIENTO DE SANTIAGO DE CHILE: EXPANSIÓN TERRITORIAL, SEGREGACIÓN ESPACIAL, Y CREACIÓN DE EXTERNALIDADES

3 El modelo de crecimiento de Santiago de Chile: Expansión territorial, segregación espacial, y creación de externalidades

3.1 Introducción

La Región Metropolitana es una denominación provincial o subnacional que incluye la capital de Chile. En ella, a su vez, está inserta la Provincia de Santiago, y la pequeña comuna que da origen al nombre capitalino. Se localiza en la zona central del país, a los pies de la Cordillera de los Andes. La Región Metropolitana representa cerca del 48% del PIB nacional y comprende un territorio superior al de la zona propiamente urbanizada de Santiago de Chile, incluyendo localidades de tipo rural.

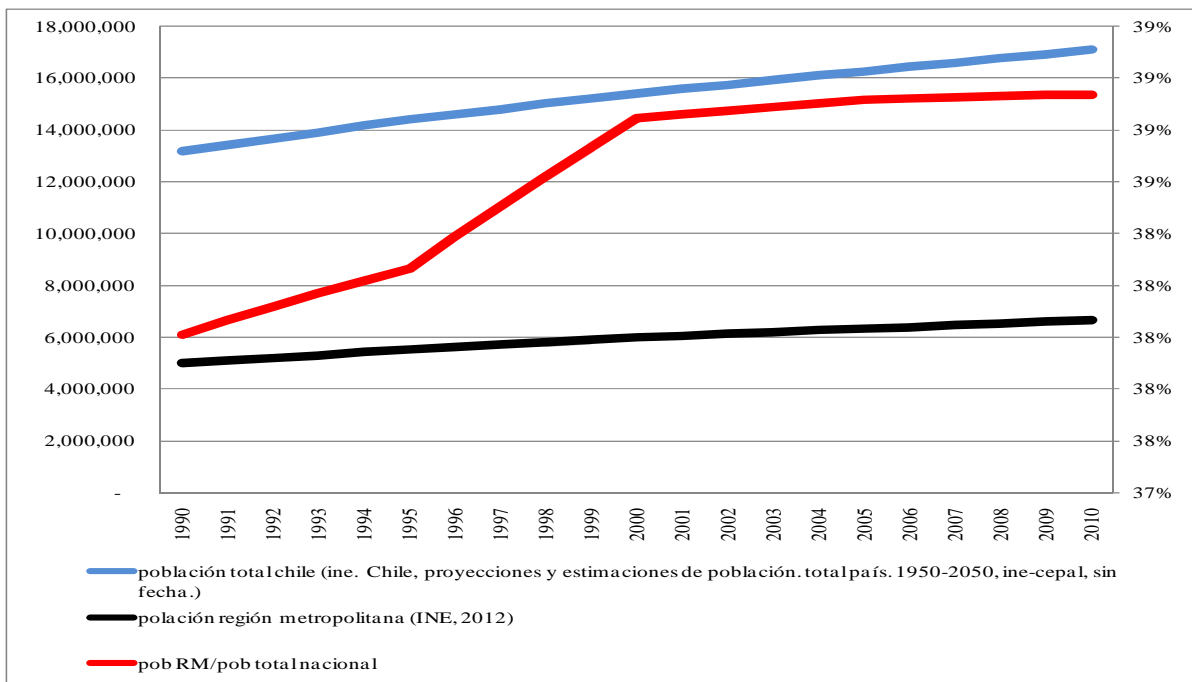
Nuevos asentamientos y edificaciones se construyen fuera de los límites y al interior de la ciudad, este último impulsado en gran parte por la política pública de vivienda y la dinámica del capital inmobiliario privado. Su motor es en parte el crecimiento de la economía del país que encuentra en la expansión urbana un mecanismo autorreforzante altamente rentable y en parte una respuesta a la disminución de opciones de inversión, por efecto de la crisis global, que competían con la expansión inmobiliaria. El crecimiento poblacional y habitacional ha sido acompañado por un amplio plan de inversiones en infraestructura vial: vías rápidas tarifadas como Vespucio Sur y Norte, Costanera Norte y Autopista Central, túneles viales, ampliación de la cobertura del metro y la modernización del transporte público desregulado para pasar a un sistema formal con el sistema Transantiago. También ha ido acompañado de una ampliación legal del casco urbano y de cambios de uso del suelo que han valorizado las tierras en manos de inmobiliarias y otros propietarios.

Chile se ha ido convirtiendo en un país crecientemente urbano, con el 89% de su población concentrada en ciudades al 2010¹¹¹. En 1950 tenía 58.4% de población urbana y se espera que al 2040 tenga el 93% de su población urbanizada. Cerca del 40 por ciento de la población se

¹¹¹ Datos del Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE) de la Comisión Económica para América Latina, 2010, utilizados en la presentación Demografía, Urbanización y amenazas del Cambio Climático a la Agricultura, de José Luis Samaniego, Seminario Foresight in Agriculture: Opportunities and Challenges for Latin America and the Caribbean. IDB-CIAT, Washington, 30 de marzo de 2012.

concentra en la Provincia de Santiago¹¹², como se muestra en el gráfico 3.1, y se compone de 33 comunas (ver Figura 3.1). Su población urbana es prácticamente la totalidad de la población de la Región Metropolitana. En consecuencia, se utilizará el nombre Santiago como sinónimo de la Región Metropolitana e indistintamente.

Gráfico 3.1. Población en Chile y en la Región Metropolitana

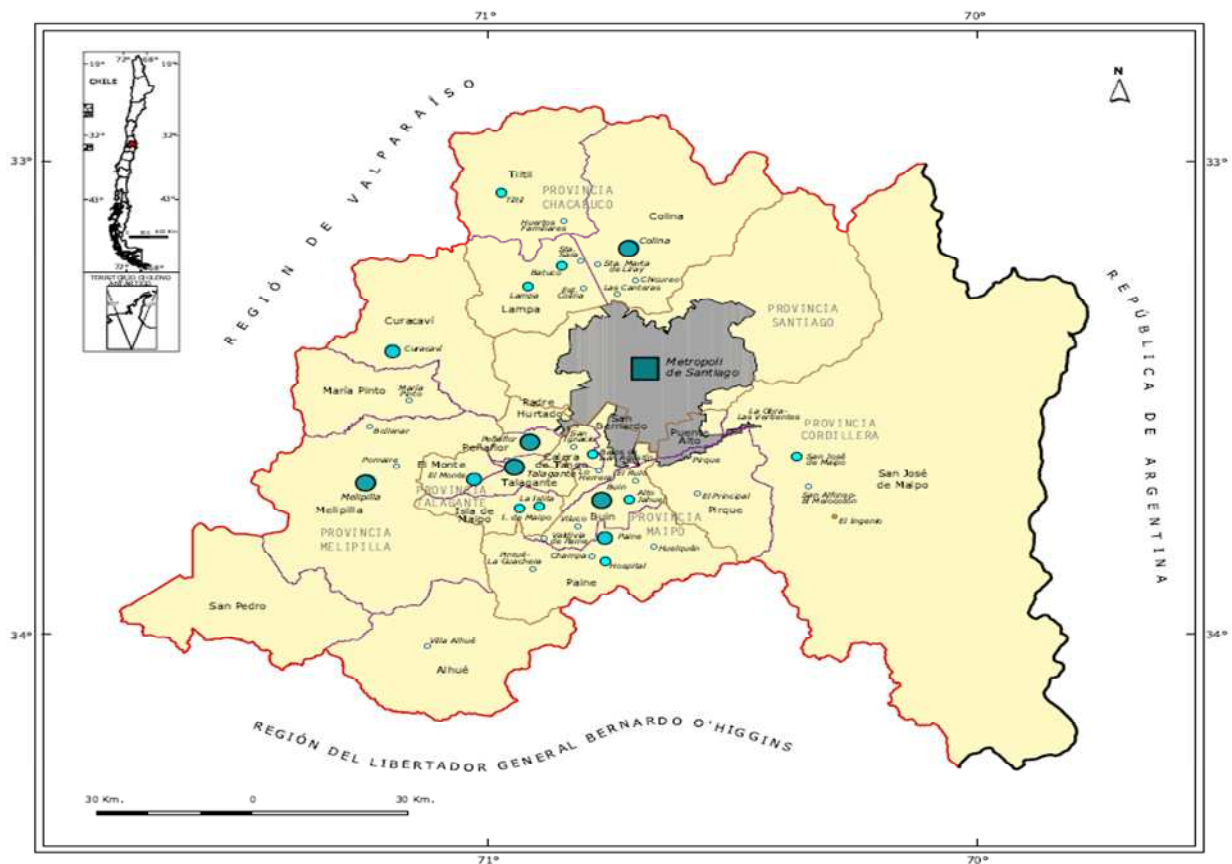


Fuente: Elaboración propia con base a datos del INE, 2012.

Notas: Habitantes en eje izquierdo y porcentaje sobre el total en eje derecho.

¹¹²La Región está compuesta por las provincias de Chacabuco, Cordillera, Maipo, Melipilla, Santiago y Talagante, siendo la capital regional la ciudad de Santiago de Chile.

Figura 3.1. La Región Metropolitana de Santiago y sus comunas



SIMBOLOGÍA		Límites	
Centros Urbanos	Habitantes		
	1.000.001 - 5.500.000		Límite Internacional
	500.001 - 1.000.000		Límite Regional
	100.001 - 500.000		Límite Provincial
	40.001 - 100.000		Límite Comunal
	15.001 - 40.000		Conurbación de Centros Urbanos
	5.001 - 15.000		Centro Turístico
	1.001 - 5.000		

Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto Nacional de Estadísticas (2005) “Chile, ciudades, pueblos aldeas y caseríos. Santiago de Chile.

Esta concentración poblacional se produjo fundamentalmente a partir de los años 60 cuando se dieron tasas de crecimiento superiores al 4% en dicha Región, por arriba de la tasa nacional, y hasta el año 2002 cuando el crecimiento de 1.5% ya resultó inferior al 1.6% registrado en el resto del país. Este cambio refleja el peso creciente de otros polos de desarrollo, sobre todo en el

norte del país ligados a la minería, como se aprecia en el gráfico 3.4, donde se muestran las tasas de crecimiento históricas para las regiones administrativas del país.

3.2 Determinantes Estructurales de las Emisiones Nacionales de gases de efecto invernadero: ingreso, población y la tecnología en la matriz energética.

Las emisiones humanas de contaminantes atmosféricos producidos por la combustión fósiles en la RM están determinados por el nivel de actividad económica que puede ser capturada, en su mayor parte con el Producto Interno Bruto o nivel de ingreso y la población, por el precio de los combustibles, por la tecnología para su combustión, por el tipo de infraestructura y por el tipo y funcionamiento de las edificaciones. Quedan fuera del mercado la regulación y su nivel de exigencia, y las emisiones por deforestación y desgaste de materiales (como las partículas suspendidas por el tránsito en caminos no pavimentados, construcción edilicia y otras similares). Las emisiones producidas por los combustibles fósiles se producen sea por la generación eléctrica, por el funcionamiento de calderas industriales o edilicias o por la demanda de fósiles para la movilidad.

Esta investigación se ocupa sólo de una parte de las emisiones, las derivadas del consumo de combustibles fósiles para la movilidad automotriz en Santiago, pues las medidas que se analizan en los capítulos 4 y 5 sólo están orientadas a la mitigación de las emisiones de esta fuente. Las emisiones provenientes de la generación eléctrica ocurren fuera de la RM en su mayor parte y las de origen industrial tampoco son objeto de análisis. Las emisiones vehiculares pueden ser representadas por las correspondientes a las de dióxido de carbono, que van asociadas a otras emisiones dependiendo de la calidad de los combustibles y de las condiciones en que se queman.

Esquemáticamente, la relación entre los determinantes de las emisiones por la quema de combustibles fósiles se puede expresar mediante la conocida ecuación Kaya o IPAT donde las emisiones son dependientes de la población, del nivel de riqueza per cápita y del estado de la tecnología, que se expresa tanto en la intensidad carbónica de la matriz energética (PCF/E), definida por los combustibles fósiles usados y su participación en la generación de energía, como

en la intensidad energética del producto interno bruto (E/PIB) definida por los patrones de producción y desarrollo tecnológico. Por tanto:

$$Emisiones = PIB/Pob + (PCF/E) + (E/PIB)$$

donde Pob es la población

PCF es el potencial contaminante de los combustibles fósiles usados en la generación de energía, sea eléctrica, calorífica o mecánica. Este está definido por el contenido de azufre, de carbono, de aditivos o impurezas, etc. Dado que las emisiones guardan relación entre sí, un contaminante podría ser representativo, insignia o marcador de las demás, como suele hacerse entre el bióxido de carbono equivalente (que contribuye al calentamiento global) y otros contaminantes de tipo local como las emisiones de partículas suspendidas finas y gruesas, carbón molecular, óxidos de azufre y de nitrógeno, etc.

E es el nivel de energía consumida o producida, dependiendo del objetivo del cálculo.

PIB es el producto interno bruto.

Para el objetivo de esta investigación, esta ecuación de determinación general de emisiones, es relevante para y aplicable a los contaminantes provenientes de la quema de combustibles fósiles utilizados por el transporte automotor. Puede ser complementada con formulaciones más detalladas que permitan considerar elementos dinámicos como los comportamientos pasados mediante una especificación propia del consumo del transporte automotor, como se ve en la siguiente sección.

3.3 Determinantes de las emisiones del sector automotor.

Las emisiones estarán determinados por la combinación de la demanda de combustibles fósiles para satisfacer la demanda de viajes, función creciente del **ingreso y de la expansión de la zona urbana de Santiago**, ambos condicionados por un patrón cultural muy arraigado que privilegia la baja densidad habitacional y la movilidad privada, por los precios relativos de los combustibles fósiles y por la motorización. Estos determinantes guardan relación con la ecuación anterior en la medida que el ingreso se relaciona tanto con los precios de los combustibles como con la tenencia de autos. La tecnología está recogida en el rendimiento del parque vehicular.

Esquemáticamente

$$\text{Demanda de viajes} = c + y + \text{urb} + (-\text{cong}) + \text{prg} + u$$

Donde c es el consumo autónomo de viajes

Y es el ingreso

Urb es la extensión urbana

$Cong$ es el nivel de congestión, que mantiene una relación inversa con la demanda de viajes (a menor congestión mayor demanda de viajes con el mismo parque automotor, fundamento del fenómeno del tráfico inducido y que en Santiago, a diferencia de urbes como Sao Paulo no se mide.

Prg es el precio de los combustibles.

A su vez, los determinantes de las emisiones se pueden esquematizar del modo siguiente:

$$\text{Emisiones del transporte automotor} = C + \alpha_1 Y + \alpha_2 prg + \alpha_3 pv + u$$

Donde c es el consumo autónomo de combustibles fósiles.

Y es el ingreso.

Prg es el consumo de combustibles fósiles y su potencial contaminante, al nivel de precios relativo.

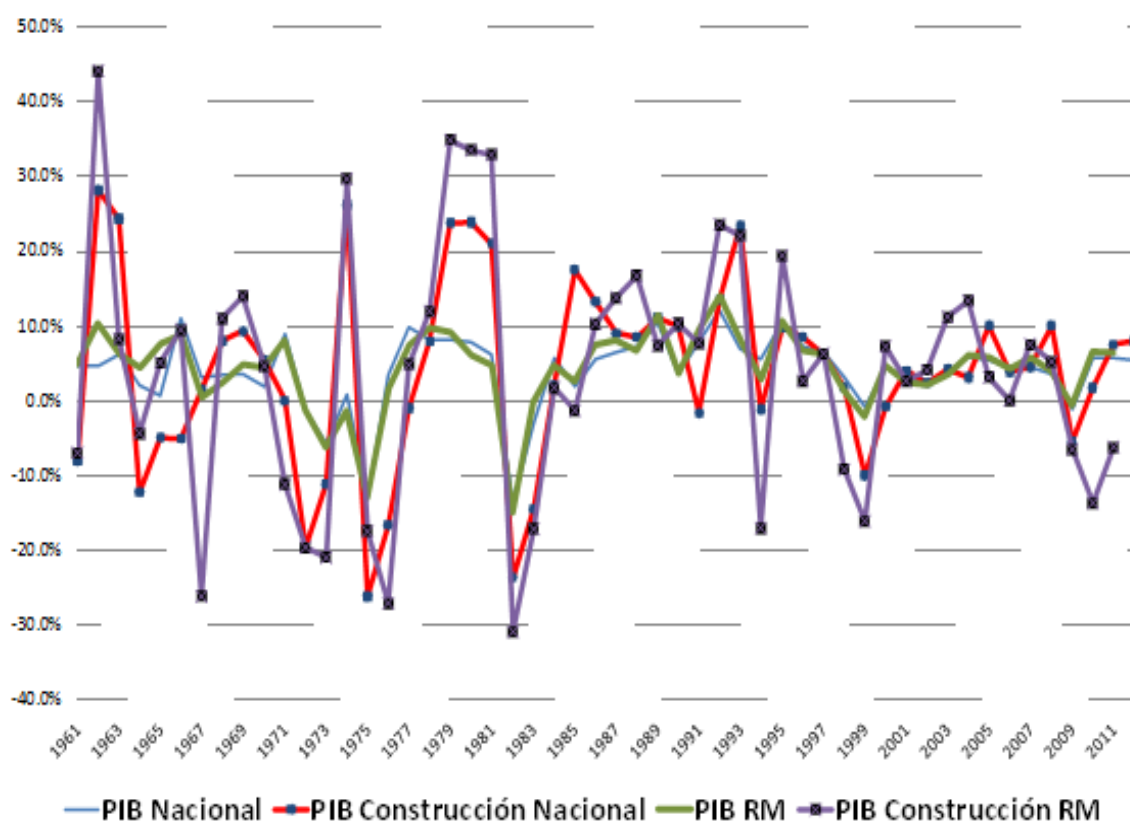
Pv es el parque vehicular en operación, que como veremos en el próximo capítulo, se correlaciona fuertemente con el nivel de ingreso.

Examinamos el comportamiento de estos determinantes a continuación.

3.3.1 El ingreso

El PIB de la Región Metropolitana se comporta de manera muy similar al PIB nacional. Visto de otro modo, el PIB de Santiago está estrechamente acoplado-influido o influyente-al comportamiento del PIB nacional, como se observa en el Gráfico 3.2. La construcción juega un papel importante por su cercana relación con el crecimiento de las zonas urbanizadas y el aumento de las emisiones (de importancia local y global) del transporte. En el Gráfico 3.2 también se ha incluido el PIB de la construcción en la RM y Nacional, que en ambos casos presenta un comportamiento marcadamente procíclico respecto al PIB.

Gráfico 3.2. Tasa de crecimiento, PIB total y sector de la construcción en Chile y en la RM

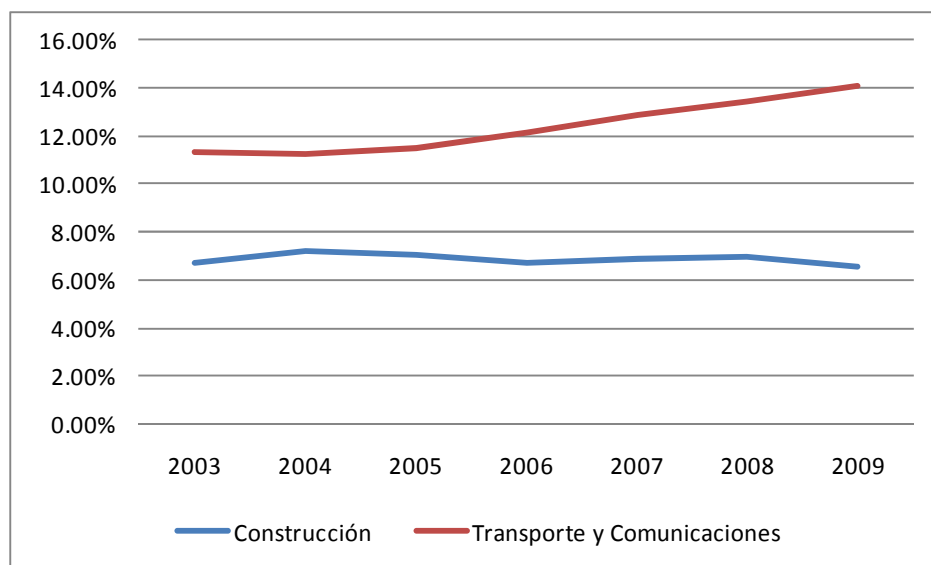


Fuente: Datos estadísticos, Banco Central de Chile. <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>.

Nota: Variación anual porcentual.

La actividad del sector de la construcción es relevante en la expansión espacial de la Región Metropolitana y a su vez en la demanda de viajes. Como se puede apreciar en el gráfico 3.3, la construcción ha mantenido constante su participación en el ingreso de Santiago, mientras que el transporte la ha aumentado. Esto puede interpretarse como una respuesta más que proporcional del sector transporte al de la construcción, y también como una intensificación de la demanda de transporte en la generación de riqueza en la RM, comportamiento contrario a un desarrollo urbano sostenible.

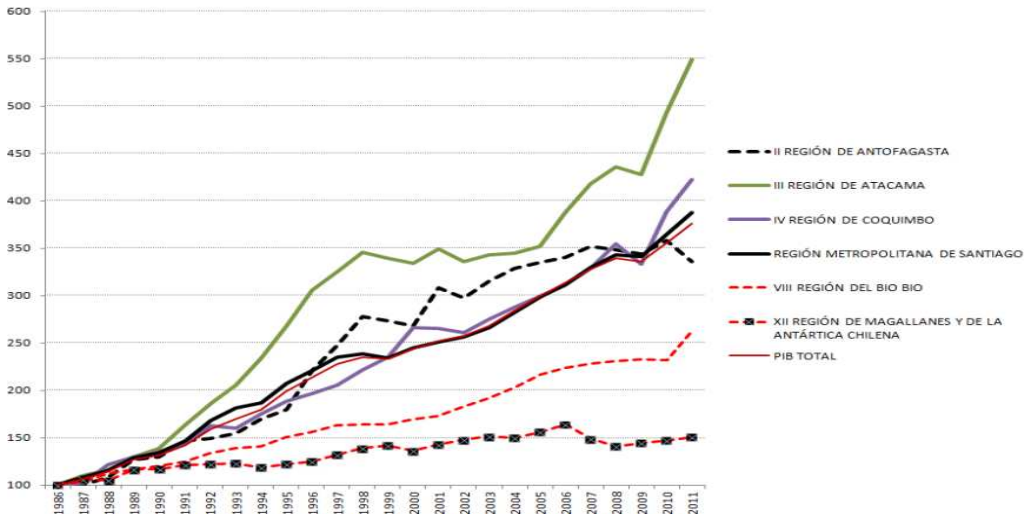
Gráfico 3.3. Participación de la construcción y del transporte en el PIB de la RM (%).



Fuente: CEPALSTAT, 2012.

El ritmo de crecimiento de las regiones donde la minería es importante (Atacama, Antofagasta y Coquimbo en el norte y Aysén en el sur) es más elevado que en Santiago, y a su vez Santiago está en algunos periodos, por sobre el ritmo nacional como puede apreciarse en el Gráfico 3.4. Se está produciendo una convergencia entre las regiones más dinámicas y Santiago, pero que aún tiene mucho camino por recorrer.

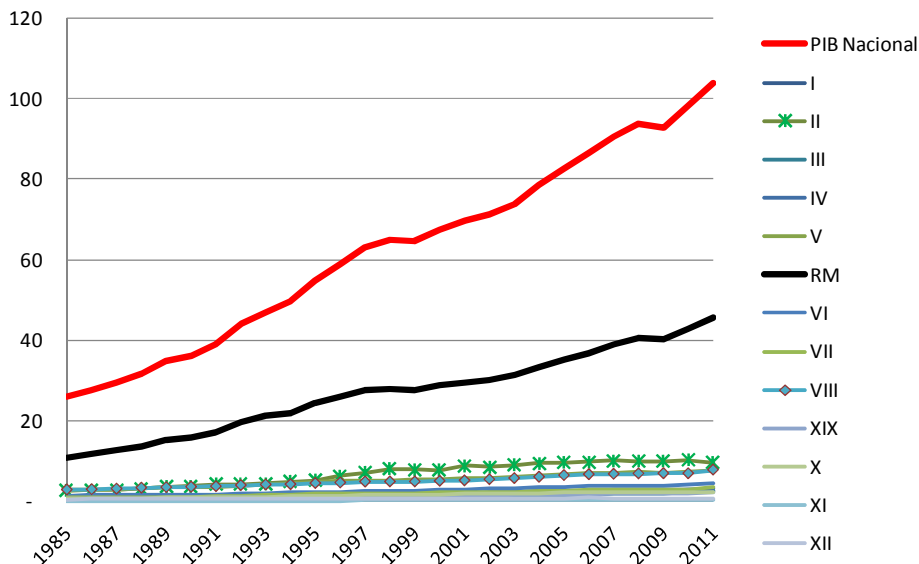
**Gráfico 3.4. Índice de crecimiento del PIB regional
(1986=100)**



Fuente: Datos estadísticos, Banco Central de Chile. <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>.

En niveles, el crecimiento de la RM es muy superior al del resto del país, como se aprecia en el Gráfico 3.5.

**Gráfico 3.5. PIB por región a precios del año anterior, encadenado, referencia 2008
(Billones de pesos)**



Fuente: Datos estadísticos, Banco Central de Chile. <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>

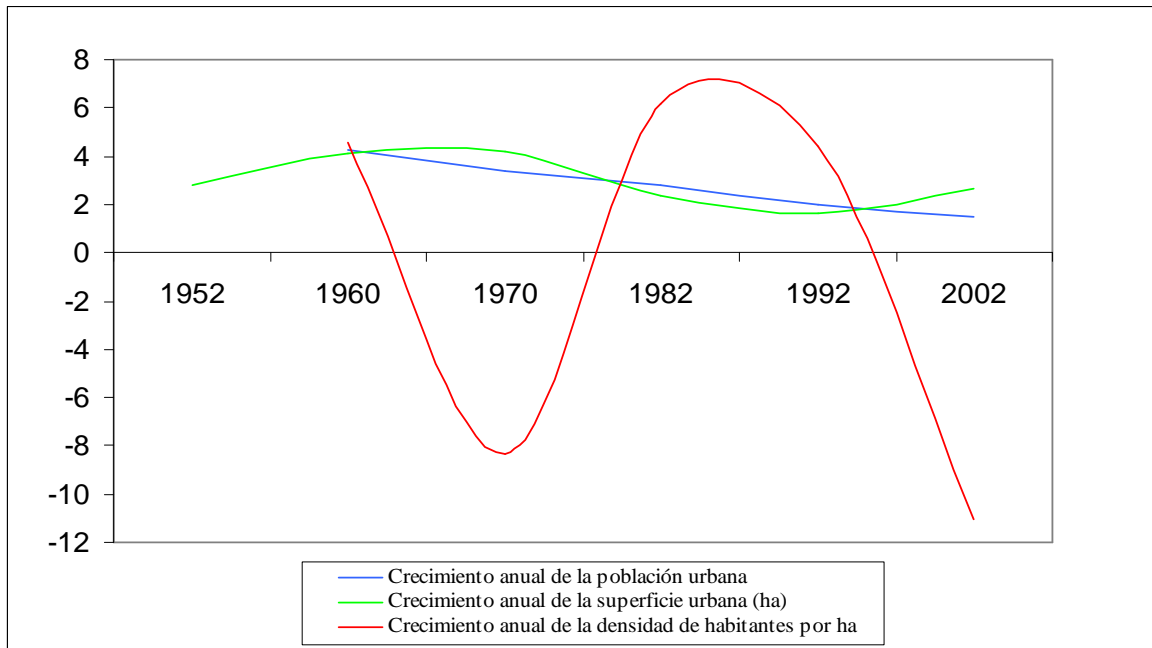
En suma, el PIB en Chile y en la RM ha mantenido una tasa de crecimiento constante y relativamente alta desde los años 90, salvo en los periodos críticos del año 1997-8 y el reciente periodo de crisis global 2008-9, aumentando con ello el ingreso per cápita que en parte, como veremos en el capítulo 4 con precisión, alimenta la demanda de autos, de combustibles fósiles, acoplado el crecimiento de Chile a un mayor nivel de emisiones.

3.3.2 La expansión urbana

Entre 1960 y 2003, la zona urbanizada de Santiago pasó de 15.3 mil hectáreas a 64.1 mil hectáreas, un crecimiento de 419%, experimentando el más fuerte aumento en el año 2002 cuando se urbanizaron 1.5 mil hectáreas (ver Gráfico 3.3). Durante varios años, el ritmo de crecimiento de la superficie ha sido superior al de la población, bajando la densidad de la RM, que pasó de 97 habitantes/ha en 1952 a 91.6 habitantes/ha en 2002. El Gráfico 3.6 presenta los porcentajes de crecimiento de la población, la superficie y la densidad en Santiago. Como se puede apreciar, la densidad poblacional/ha se incrementó en los años 70 y hasta principios de la década de los 90¹¹³, bajando consistentemente desde el año 90, lo que desde el punto de vista de esta investigación conduciría a una creciente necesidad de transporte al interior de la zona urbana.

¹¹³ Llama la atención que el periodo de densificación coincida tan estrechamente con los años de la dictadura, lo que sugiere que el capital inmobiliario y la creación de ciudad y sus externalidades, como modelo de acumulación requiere de una interacción público privada de distinta naturaleza a la que se produce en el marco de una gobernanza no democrática. Posiblemente el régimen democrático implica en el plano local una fuerte dominancia del mercado ligado a la formación de ciudad, mientras que en la dictadura las fuerzas económicas de interés corresponden a la explotación de los recursos naturales y el capital financiero. No obstante, el capital inmobiliario recibió un importante impulso en el año 1979, cuando el plan regulador amplió el límite fijado por el Plan Intercomunal de 1958 de 38.6 km² a 62 km² en 1979 (éste último dato está tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Santiago_de_Chile). Este es un tema que podría ser materia de otra investigación.

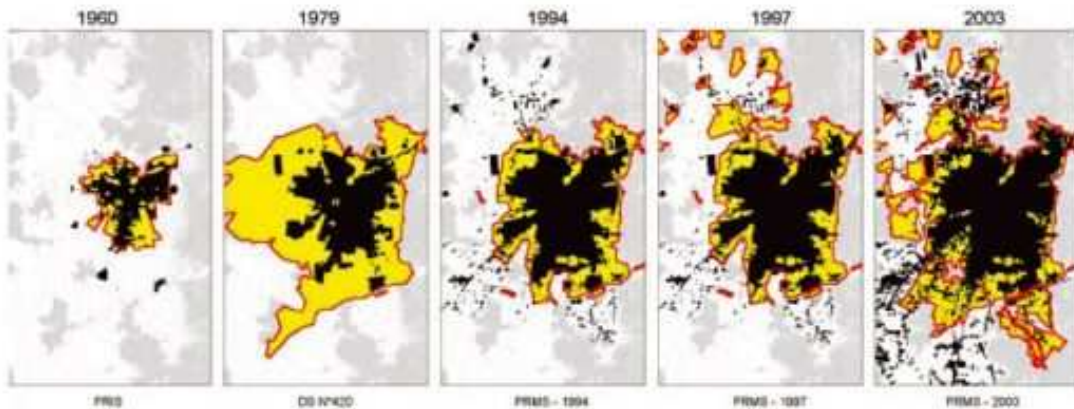
Gráfico 3.6. Crecimiento anual de la población, superficie urbana y de la densidad de habitantes (%)



Fuente: CELADE y Centro de Estudios Públicos, 2006.

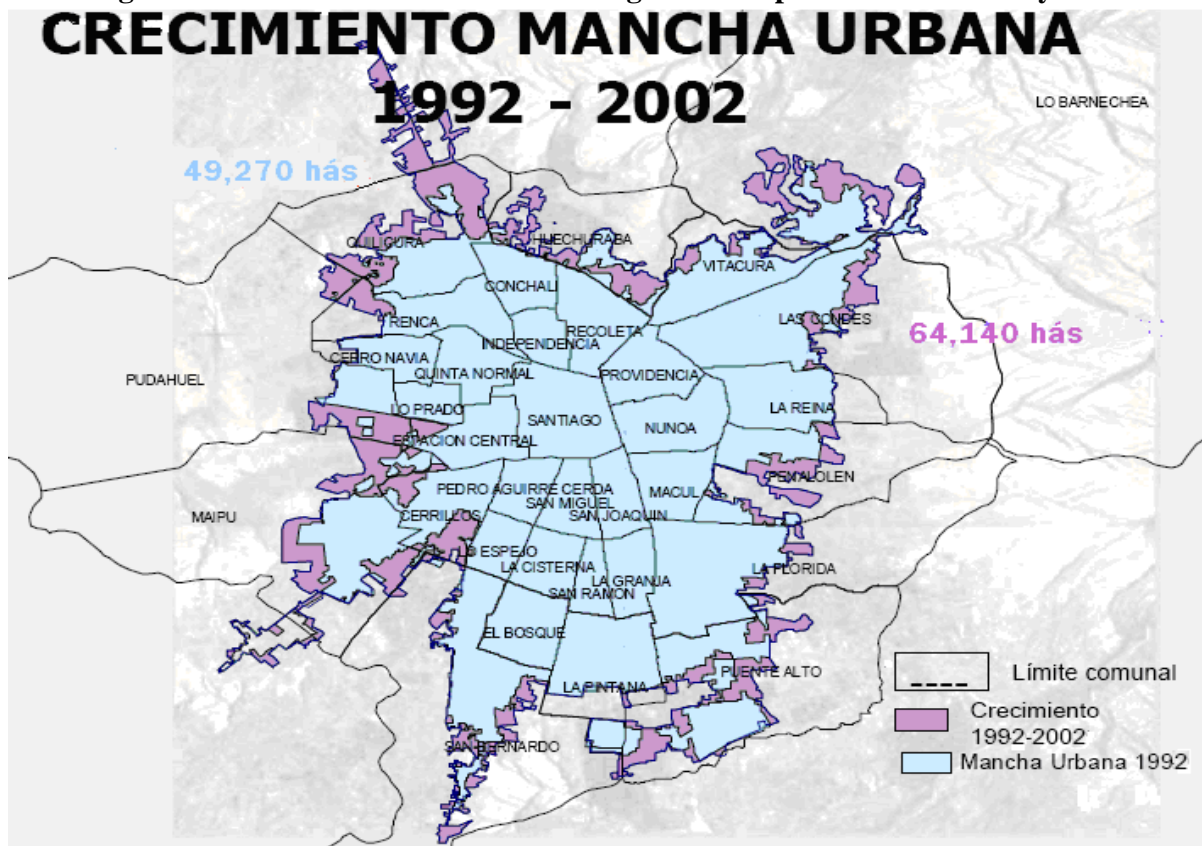
La Figura 3.2 ilustra el crecimiento espacial de la Región entre los años 1960 y 2003 y la Figura 3.3, su crecimiento entre los años 1992 y 2002, que como se puede observar ha impactado enormemente a la Región y ha empujado los límites urbanos sobre las que eran zonas eminentemente agrícolas.

Figura 3.2. Crecimiento urbano de la Región Metropolitana entre los años 1960 y 2003.



Fuente: Galetovic y Jordán (2006).

Figura 3.3. Crecimiento urbano de la Región Metropolitana entre 1992 y 2002
CRECIMIENTO MANCHA URBANA
1992 - 2002



Fuente: Instituto de Estudios Urbanos, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudio Urbanos, Universidad Católica, 2002.

3.3.3 El crecimiento del parque vehicular

La expansión económica, el crecimiento espacial de Santiago y la caída en su densidad han sido acompañados de un importante aumento en el parque vehicular, en una relación causal que puede fluctuar desde la expansión espacial hacia la demanda de viajes, y, alternativa o complementariamente, desde la creciente motorización como estímulo o facilitador de la expansión. En el Gráfico 3.7 se observa el crecimiento absoluto de vehículos totales y de los vehículos particulares a nivel nacional y en la RM. En ambos casos se aprecia un aumento de vehículos distintos a los privados dentro del parque y la casi triplicación del parque total y de vehículos privados entre 1990 y 2012. El crecimiento del parque nacional fue de 196 por ciento y de los autos privados de 215 por ciento en ese periodo. En la RM el crecimiento del parque vehicular fue de 186 por ciento y el de los autos particulares fue de 202 por ciento entre 1990 y 2010. El gráfico muestra un aumento de 485 mil vehículos particulares en Santiago en 1990 a 1.4 millones de unidades en 2010. Es posible que con los aumentos de 2011 y de 2012 el parque privado llegue a 1.7 millones de unidades¹¹⁴.

Una aproximación a la congestión: A diferencia de Sao Paulo, donde la congestión se reporta diariamente, Santiago no reporta esta variable, sino a través de reportes parciales en los medios de comunicación. De ahí que sólo se pueda hacer una aproximación basada en el crecimiento de la superficie metropolitana ocupada por el parque automotor.

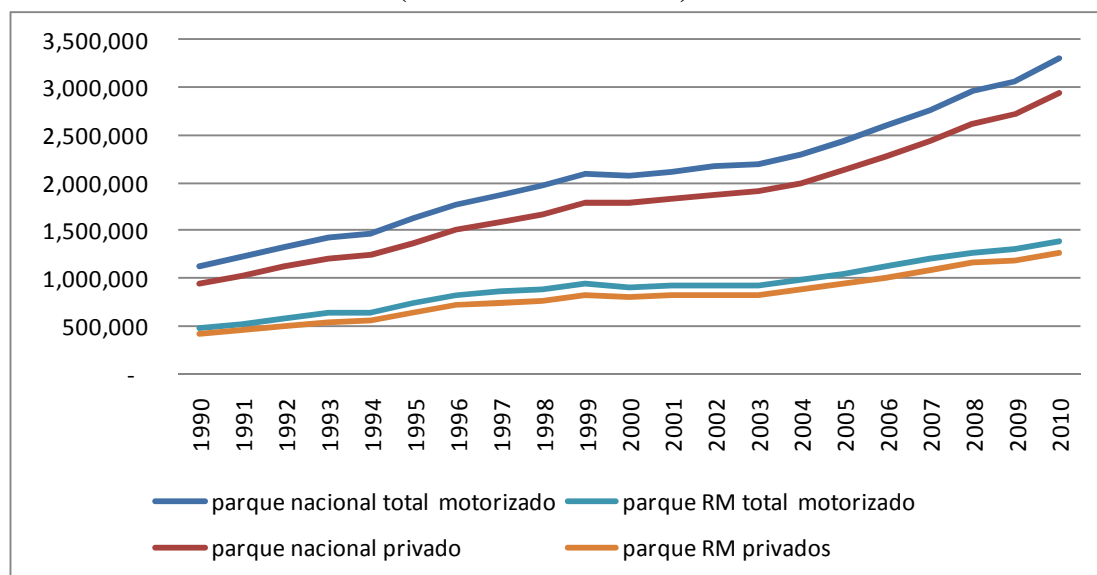
Si tomáramos una superficie ocupada por vehículo de 33 metros cuadrados (ver cap. 5, p. 275) como la ocupación típica, contando el espacio que existe entre los autos al momento de circular (tres metros transversalmente y 7 metros longitudinalmente), su consumo de espacio público, también suponiendo que todos ellos se encuentran en la vialidad al mismo tiempo, habría pasado de 1,020 has. en 1990 a 2,900 has en 2010 y a 3,570 has (35.7 km²) en 2012 con los aumentos previstos¹¹⁵. Esto representa el 5.6% de la extensión reportada de Santiago al 2002 (última

¹¹⁴ Entre 2007 y 2011 el parque de buses pasó de 8,718 a 6,439 unidades en la RM (Pardo y Pedrosa, 2012).

¹¹⁵ La comuna de Santiago, centro de la capital tiene 22.4 km², por lo que ya no puede contener al parque vehicular metropolitano. En <http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/segundo-ciclo-basico/historia-geografia-y-ciencias-sociales/geografia-general-y-regional-de-chile/2010/06/85-6799-9-region-metropolitana-de-santiago.shtml>, consultado el 24 de marzo de 2013.

disponible), el doble del espacio que cubría el parque automotor, 2.3%, en 1992¹¹⁶, y que permite tener una idea de la forma en que avanza el parque vehicular sobre el espacio metropolitano.

Gráfico 3.7. Crecimiento del parque vehicular en Chile y en la Región Metropolitana (número de vehículos)¹¹⁷



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto Nacional de Estadísticas, 2012.

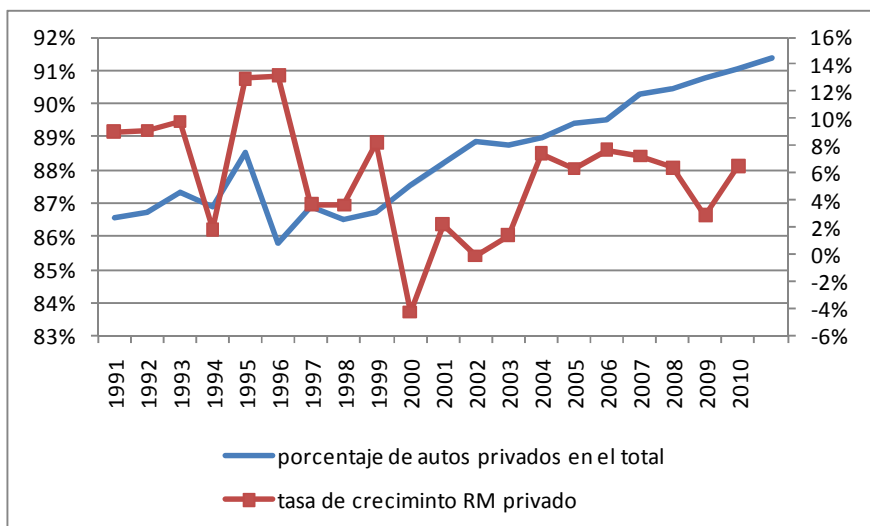
En Santiago el crecimiento del parque vehicular está liderado por los autos particulares, que han ido aumentando su participación en el total del parque vehicular de 86 por ciento en 1990 a más de 91 por ciento en 2010, con tasas anuales de aumento de entre 6 y 7 por ciento durante el auge reciente, y a tasas de hasta 14 por ciento en la década de los 90, como se ve en el Gráfico 3.8. Nacionalmente se han ido sumando cerca de 300 mil vehículos nuevos anualmente entre 2011 y 2012, los registros de ventas más altos¹¹⁸, de los que se espera que 240 mil aproximadamente se sumen al parque de la RM en esos dos años. Esto es así porque la participación del parque privado de la RM respecto al total es de aproximadamente 40 por ciento, por lo que se esperaría que en las ventas totales la RM participe de ese porcentaje (Ver gráfico 3.9).

¹¹⁶ El parque automotor de 1990 era de aprox. 550 mil unidades, equivalentes a 1,155 has. y una extensión urbana de 49,270 has.

¹¹⁷ Según el Instituto Nacional de Estadística, el parque vehicular total comprende vehículos de transporte de personas, de carga y maquinaria. El parque vehicular privado comprende autos, jeeps, 4x4, pickups, furgonetas, minibuses y motos. No incluye transporte no motorizado, transporte público ni maquinaria o equipo.

¹¹⁸ ANAC, 2012 y Centro Mario Molina, presentación de Gianni López, titular del Centro el martes 12 de marzo de 2012.

Gráfico 3.8. Participación de autos privados en el total del parque vehicular de la RM

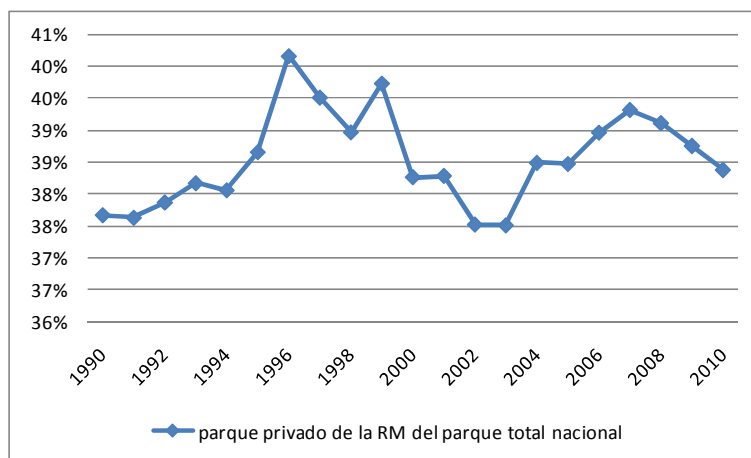


Fuente: Elaboración propia con datos del INE, 2012.

Notas: Participación de autos privados en el total del parque vehicular de la RM (Eje izquierdo) y tasa de crecimiento anual de los autos privados (eje derecho).

Y si bien el parque automotor privado de Santiago fue creciendo en participación durante la primera mitad de los 90, con la recuperación de la democracia, el resto del país ha venido aumentando su tasa de motorización haciendo que caiga la participación relativa de la región metropolitana, como se puede ver en el gráfico 3.9.

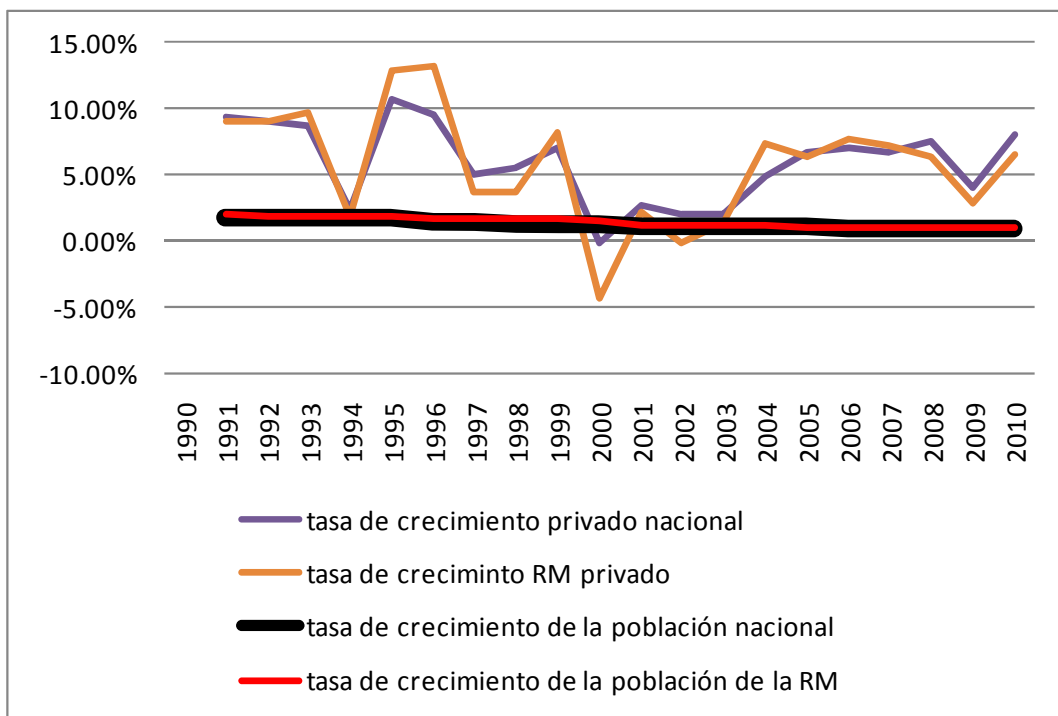
Gráfico 3.9. Participación de autos privados de la RM en el total del parque vehicular de Chile



Fuente: elaboración propia con base en datos del INE, 2012.

La velocidad a la que crece el parque vehicular privado, como se aprecia en el gráfico 3.10, es superior al ritmo de crecimiento de población tanto de la RM como de Chile, lo que a su vez muestra el incremento en la tasa de motorización o tenencia de autos por habitante.

Gráfico 3.10. Tasas de crecimiento del parque vehicular y de la población en al RM y en Chile

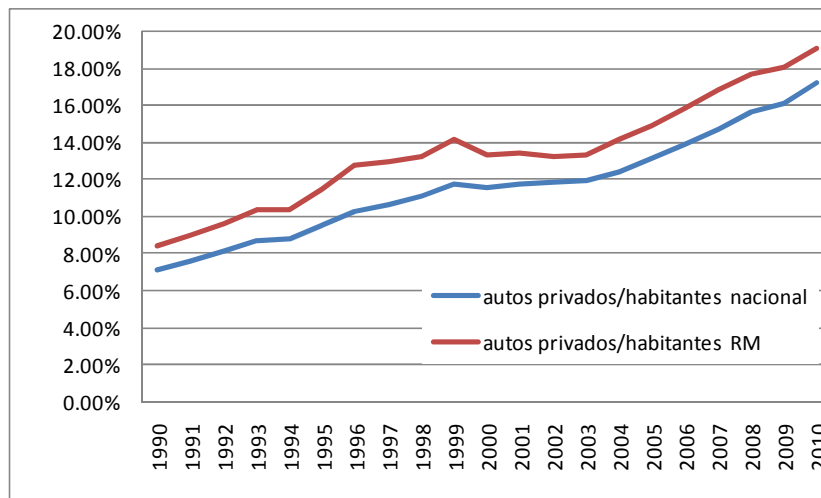


Fuente: Elaboración propia con base en datos del INE, 2012.

El número de vehículos por habitante de Santiago es superior al número de vehículos per cápita de Chile. Su comportamiento, como en el caso de otras variables mencionadas (PIB, PIB de la construcción) está totalmente acoplado al ingreso, como veremos econométricamente en el capítulo 5. Como en el caso de esas otras variables, se puede suponer que el patrón seguido en Santiago influye de manera determinante el patrón nacional. El Gráfico 3.11 muestra la tasa de motorización¹¹⁹, que aumenta, pasando de 8.3 por ciento en el año 1990 a 19 por ciento en 2010 en la RM, que nacionalmente pasa de 7 por ciento a 17 por ciento, con una breve pausa en el ritmo de crecimiento entre mediados del 2000 y 2004.

¹¹⁹ Autos per cápita, ya que personas por auto, su medida inversa, disminuye.

Gráfico 3.11. Autos por cada cien habitantes, nacional y RM



Fuente: elaboración propia con base en información del INE, 2012.

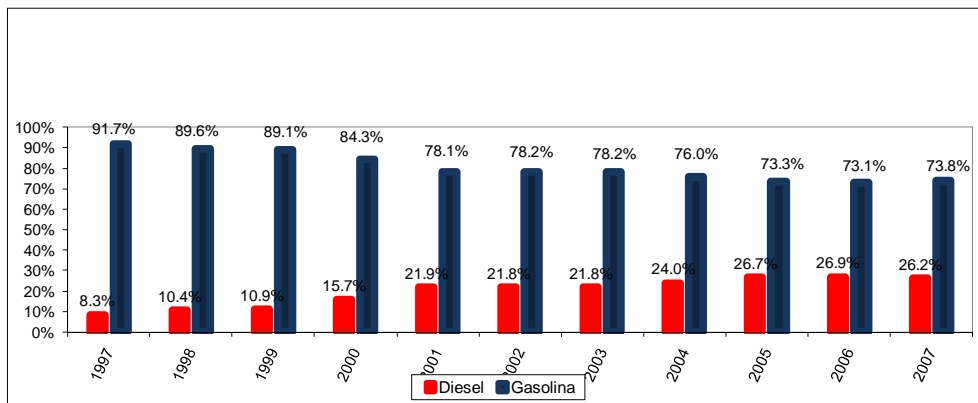
A pesar del crecimiento, sin embargo, la tenencia de autos es aún baja si se la compara con las tenencias prevalecientes en países desarrollados, que se ubican en torno al 83%¹²⁰, sin embargo en esos países hay un desacoplamiento entre tenencia y uso, que no se da en ALC, pues los modos de transporte están más segregados en esta región. Al ser así, se dificulta optar cotidianamente por transportes alternativos al auto privado en ciertos tipos de viaje (al trabajo por ejemplo).

La composición del parque vehicular ha cambiado en función de los precios de la gasolina con relación al diesel, que había sido más barato, hacia una mayor participación de los vehículos a diesel¹²¹ en los años recientes, tendencia más marcada en el caso de los vehículos comerciales donde ahora el diesel es dominante, como se aprecia en los gráficos, 3.12, 3.13 y 3.14, 3.15, 3.16 y 3.17.

¹²⁰ Para el nivel de saturación y curva sigmoide de población vehicular, vease Dargay *et al.*, 2006 y Button, *et al.*, 1993.

¹²¹ En la RM se produjeron algunas conversiones a gas natural en el periodo de disponibilidad de este fósil. Actualmente no está disponible al público y a diferencia de Brasil, el parque automotor no cuenta con la tecnología flex para el consumo 100% de etanol. Durante el auge de los biocombustibles, circa 2008, se reglamentó llegar a una mezcla inferior al 10 de etanol en gasolina y de biodiesel en el diesel. Es posible hacerlo pero no es obligatorio hacerlo.

Gráfico 3.12. Chile: Venta de Vehículos por Tipo de Combustible



Fuente: Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC), 2012.

Gráfico 3.13. Chile. venta de vehículos diesel **Gráfico 3.14. Chile. venta de vehículos gasolina**

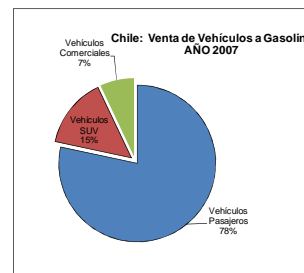
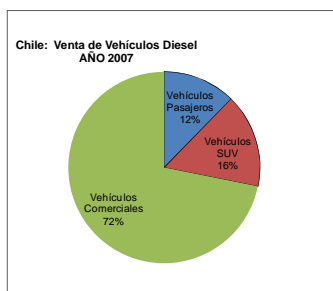
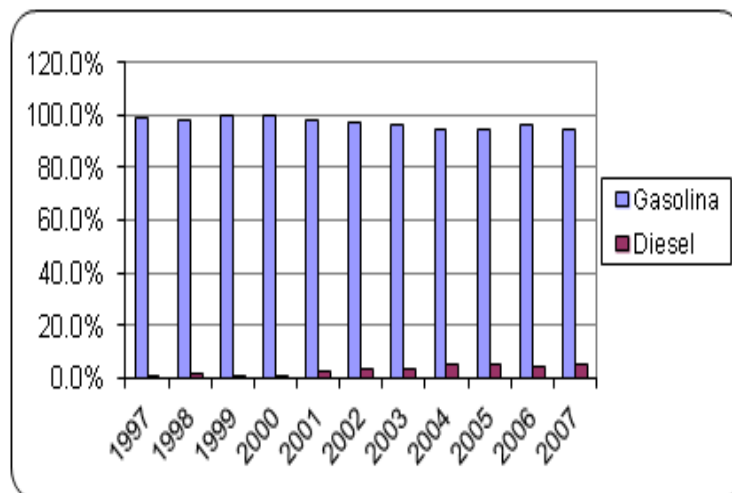
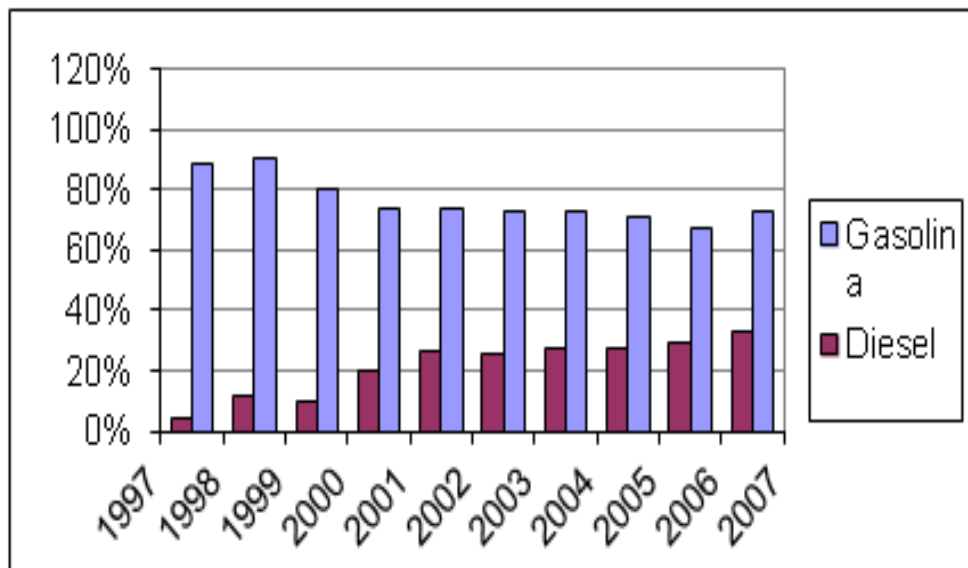


Gráfico 3.115. Venta de autos y minivans privados por tipo de combustible.



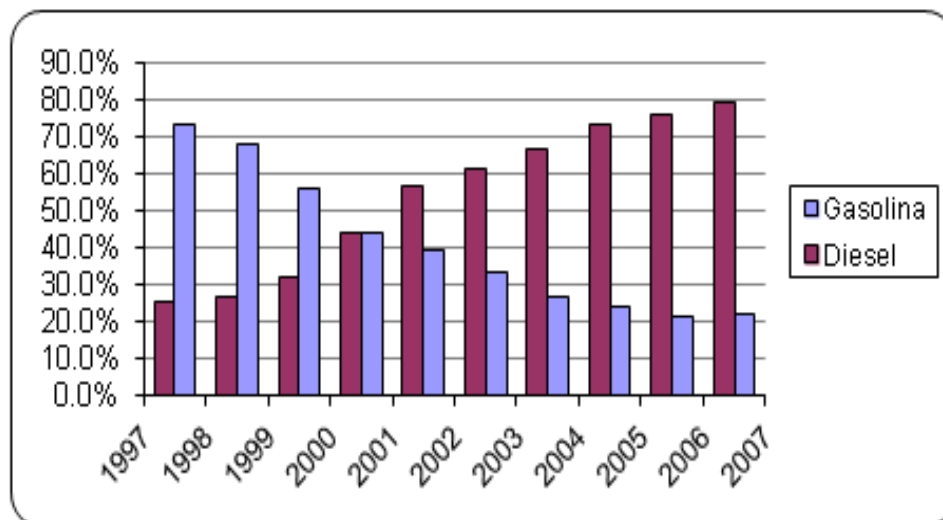
Fuente: ANAC, 2008.

Gráfico 3.16. Venta de autos 4x4



Fuente: ANAC, 2008.

Gráfico 3.17. Venta de vehículos comerciales



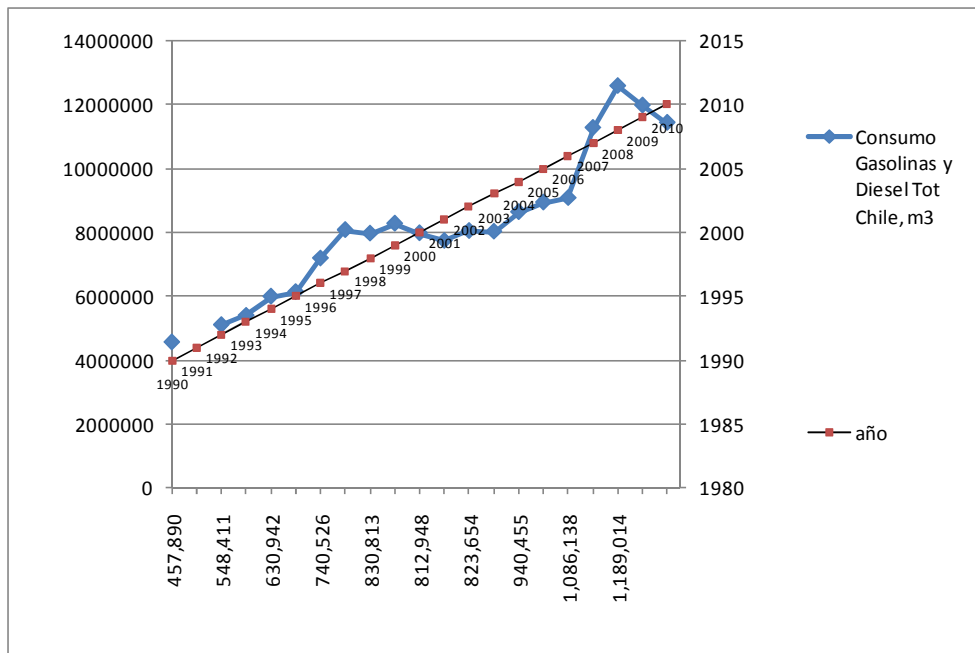
Fuente: ANAC, 2008

En los gráficos anteriores se muestra la creciente penetración de los vehículos a diesel, sobre todo en el sector de los vehículos comerciales, en menor proporción en los vehículos 4x4, y mucho menos en los autos particulares convencionales, estas dos últimas categorías objeto de la presente investigación.

3.3.4 El consumo de combustibles para el parque automotor

Aparejada al crecimiento del parque automotor, la demanda de gasolinas y diesel también aumentó, como es de esperarse, como se ve en el Gráfico 3.18. Entre 1980 y 2005 el consumo de gasolina se duplicó en la RM mientras que el diesel se cuadruplicó.

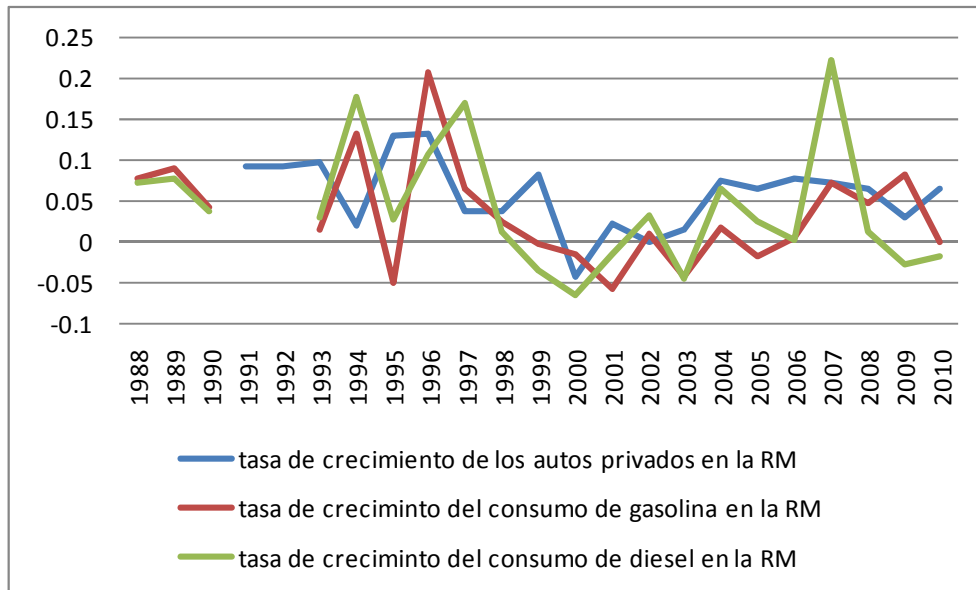
Gráfico 3.18. Evolución del consumo de gasolina y diesel en el tiempo



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Empresa Nacional de Petróleo, reportados por la Superintendencia Eléctrica y de Combustibles, 2012. Datos del parque automotor del INE, 2012.

Al examinar las tasas de crecimiento del parque y su relación con los dos tipos de combustibles, se aprecia la menor volatilidad en el consumo de gasolinas, un bien de consumo final para los quintiles de altos ingresos, con relación al diesel, un bien de producción y por ello más sensible a las variaciones del ciclo económico.

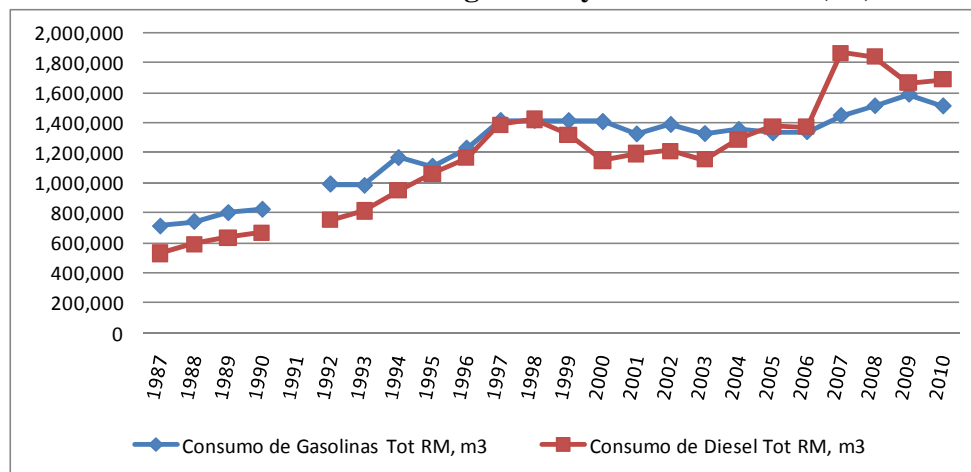
Gráfico 3.19. Tasas de crecimiento del parque automotor privado en la RM y tasa de crecimiento del consumo de gasolina y diesel en la RM



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Empresa Nacional de Petróleo, reportados por la Superintendencia Eléctrica y de Combustibles, 2012. Datos del parque automotor del INE, 2012.

En 2006 el diesel rebasó al consumo de gasolinas, que como vimos arriba, responde fundamentalmente al aumento de la flota comercial y en menor medida al transporte privado. En el Gráfico 3.20 se ve el aumento en términos absolutos en el consumo de ambos combustibles.

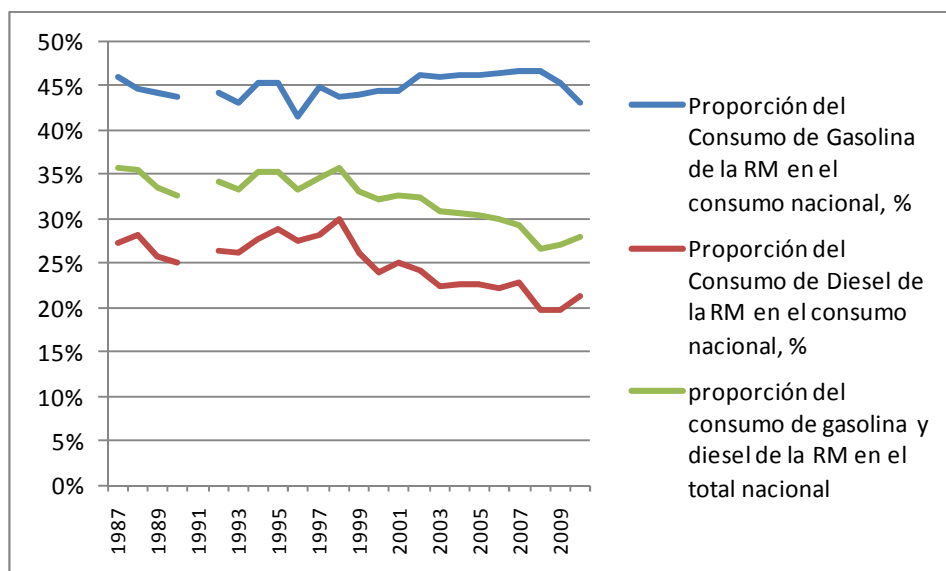
Gráfico 3.20. Consumo de gasolina y diesel en la RM (m³)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Empresa Nacional de Petróleo, reportados por la Superintendencia Eléctrica y de Combustibles, 2012.

El aumento en los consumos en la RM son, sin embargo, menores a los observados en el resto del país, debido al dinamismo económico sostenido en la economía chilena. Consecuentemente, se ha ido produciendo una caída en la participación del consumo de Santiago en el consumo nacional. El argumento presentado en el capítulo 2 sobre la vulnerabilidad del sector externo al patrón de movilidad dependiendo de la disponibilidad de recursos naturales no renovables en las exportaciones, gradualmente, se afianza en el país. En el Gráfico 3.21 se presenta la participación de los consumos de la RM en el consumo nacional.

Gráfico 3.21. Participación del consumo de la RM en el consumo nacional



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Empresa Nacional de Petróleo, reportados por la Superintendencia Eléctrica y de Combustibles, 2012.

En el capítulo 5 veremos la proyección de los comportamientos observados en materia de motorización y consumo con el objeto de generar escenarios de emisiones.

3.3.5 La demanda de viajes

La distribución modal del transporte también tiene un impacto en el comportamiento de las emisiones, pues conforme aumenta la demanda de viajes en los modos menos densos de transporte, necesariamente aumentan las emisiones per cápita, a pesar de las disparidades

tecnológicas entre los buses colectivos, generalmente más retrasados, y los autos, que se acercan más a la frontera tecnológica. Las dos encuestas de Origen-Destino disponibles muestran el cambio en la composición de la demanda de viajes en la RM, ver la tabla 3.1, donde se evidencia el aumento de viajes en autos con respecto a los que se llevaron a cabo en otros modos de transporte. En el periodo de 10 años entre las encuestas se duplicó la participación de los viajes en autos, un desarrollo tendencialmente insostenible que como veremos implica un aumento en las externalidades por contaminación per cápita y congestión vehicular.

Tabla 3.1 Partición Modal en Santiago entre 1991 y 2001

	Encuesta Origen Destino 1991	Encuesta Origen Destino 2001
Bus	47.1	30.4
Metro	6.7	5.0
Auto	14.6	27.4
Taxis y taxis colectivos	2.8	4.1
Caminata	21.1	26.6
Otros	7.7	6.5

Fuente: Risk Habitat Megacity, p.210, sobre información de SECTRA, 2002.

3.4 Las emisiones del sector automotor

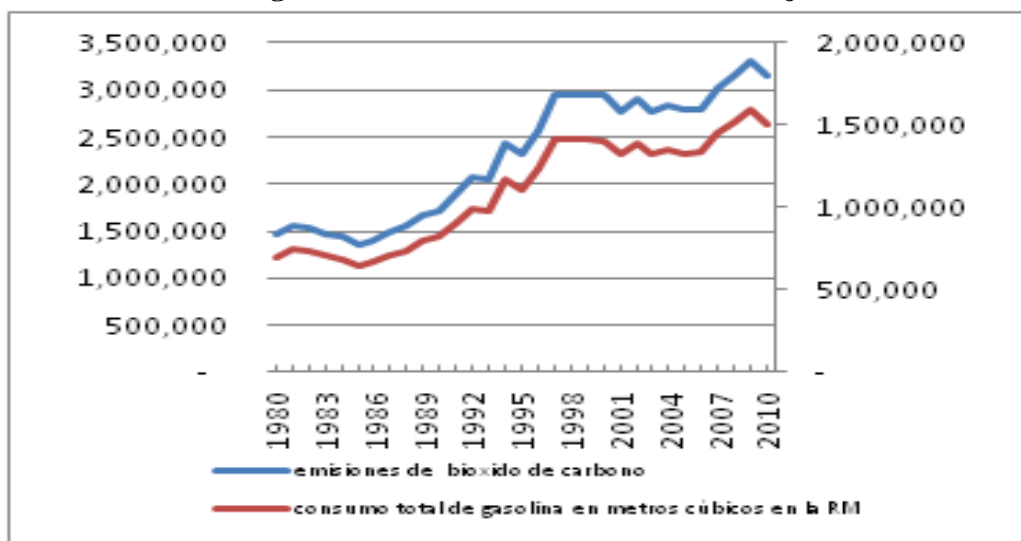
3.4.1 Contaminantes globales

Derivado del aumento en el consumo de combustibles fósiles, las emisiones contaminantes globales y locales en la RM también aumentan. Sin embargo hay una diferencia, pues las emisiones locales son objeto de control en el marco de los planes de descontaminación mientras que las emisiones de CO₂, contaminante global, no están sujetas a control. Es por ello significativo observar los respectivos comportamientos. Los contaminantes locales disminuyeron marcadamente durante los primeros años de la primera década del siglo 21 mostrando algunos de ellos los esfuerzos de control: estabilización temporal y la reanudación de su crecimiento en casos puntuales (ver siguiente sección).

En contraste, las emisiones de gases de efecto invernadero no han disminuido su tasa de crecimiento en momento alguno. Existe, por supuesto, una asociación entre ambos tipos de emisión, que ha sido relativamente desacoplada mediante las inspecciones técnicas a los vehículos, y mediante la instalación de equipos como los convertidores catalíticos en los autos. Sin embargo estas medidas tienen límites frente al consumo creciente de combustibles fósiles y es posible sostener que las emisiones de CO₂ anticipan el comportamiento latente de las emisiones de los contaminantes locales.

A continuación se muestran los comportamientos de los dos tipos de emisiones, las de preocupación y gestión local y las de importancia global. La evolución de las emisiones de CO₂ por consumo de gasolinas y diesel en la RM se muestra en el gráfico 3.22, que guarda, lógicamente, total correspondencia con el consumo de gasolinas de la RM.¹²²

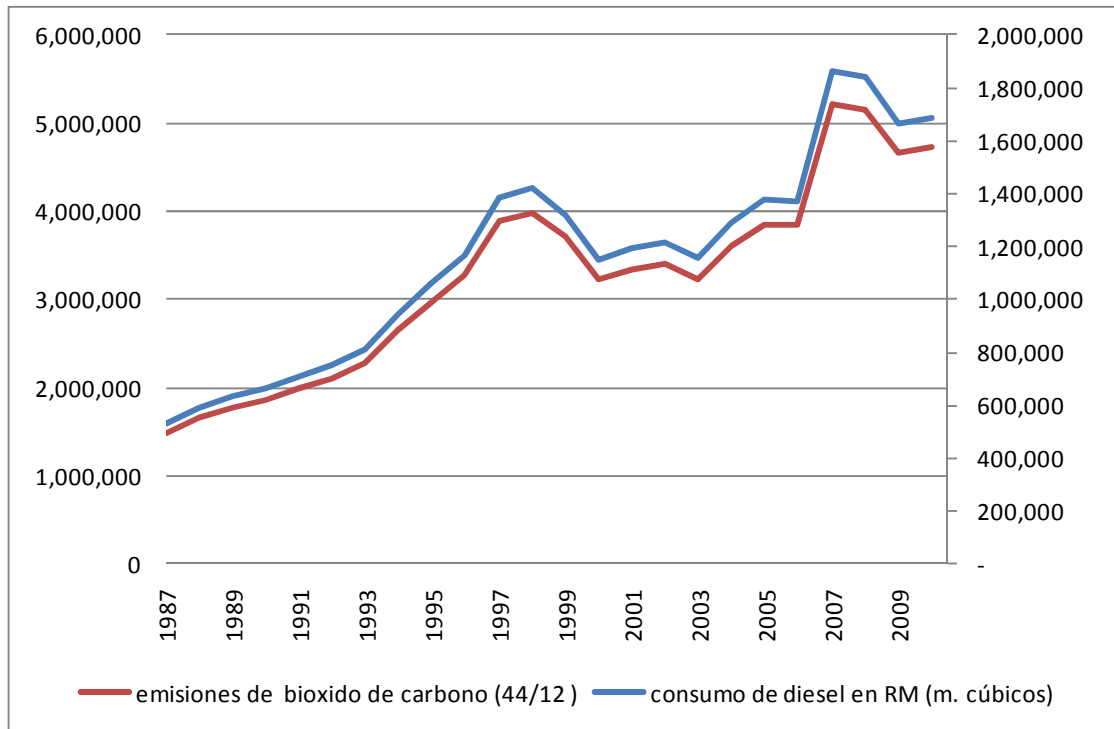
Gráfico 3.22. Emisiones de CO₂ provenientes de la gasolina (toneladas en eje izquierdo) y consumo de gasolina en la RM (metros cúbicos en eje derecho)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la SEC y factores de emisión del IPCC (2006).

¹²² El cálculo se hace con base en los factores de emisión del Panel Intergubernamental de Cambio Climático y refleja el contenido de carbono de los combustibles.

Gráfico 3.23. Emisiones de CO2 provenientes del diesel (toneladas en eje izquierdo) y consumo de diesel en la RM (metros cúbicos en eje derecho).



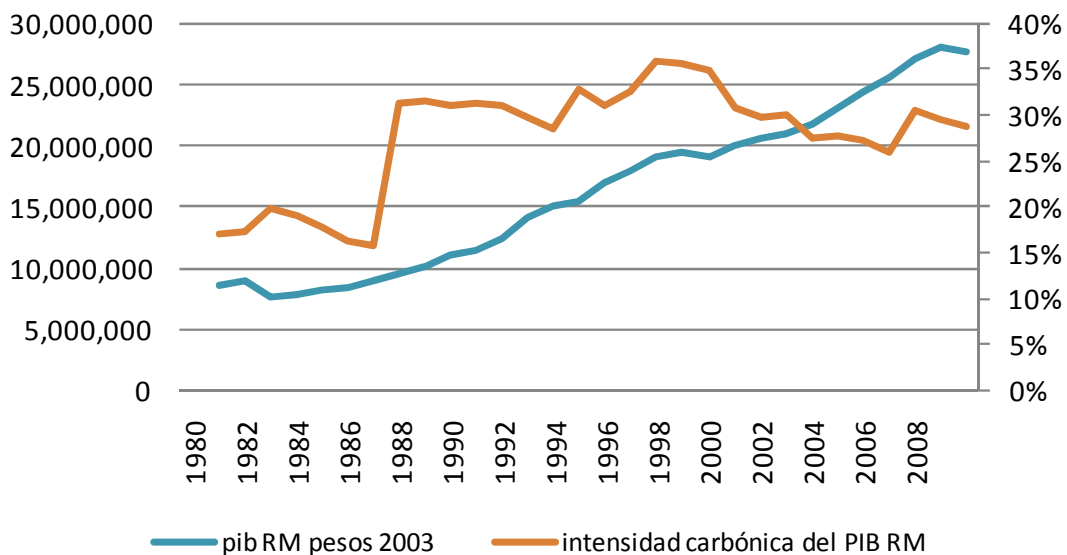
Fuente: Elaboración propia con base en datos de la SEC y factores de emisión del IPCC (2006).

La intensidad energética del parque vehicular, la intensidad energética del transporte y la intensidad energética del producto interno bruto son conceptos próximos pero distintos. La primera es el consumo de combustibles fósiles con relación al número de vehículos existentes que muestra el desacople entre tenencia y uso, como sucede en Europa donde es común poseer un auto privado que se usa ocasionalmente y usar cotidianamente el transporte público. La intensidad energética del transporte o consumo de combustibles fósiles con respecto al PIB del transporte o a la demanda de viajes de este sector muestra la eficiencia en el uso de la energía en el transporte y el efecto de la distribución modal de la demanda de viajes.

Y la intensidad energética del producto es la cantidad de energía por unidad de riqueza generada y muestra la eficiencia en el uso de la energía para la generación de ingreso y también de la intensidad de la demanda de viajes con relación al producto interno bruto.

Debido a la estrecha asociación de las emisiones de CO₂ con relación al consumo de fósiles, la intensidad carbónica nos reporta el mismo fenómeno, con más o menos mediaciones, y por ello no absolutamente intercambiable¹²³. Los tres indicadores permiten seguir la trayectoria ambiental y energética del transporte¹²⁴. En el caso de la RM la medida de interés para la contribución al calentamiento global es la intensidad carbónica del producto en la RM, como medida de acople o desacople entre la demanda de viajes y su contribución al producto o la eficiencia con la que se utiliza el carbono en la generación de riqueza.

Gráfico 3.24. Intensidad carbónica del PIB en la RM



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la SEC y factores de emisión del IPCC (2006).

En la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILAC 2002) se incluyó la intensidad energética en los indicadores oficiales de desarrollo sostenible. Posteriormente se eliminó pasando a ser indicador complementario, dejando sólo la intensidad de

¹²³ En el caso de la intensidad carbónica de la matriz energética, las fuentes renovables, como la hidroelectricidad pueden tener una alta participación haciendo que el desacople entre emisiones y consumo energético no sea un indicador de eficiencia.

¹²⁴ Como antecedente de estos indicadores, en el 2000 en la Cumbre del Milenio y posteriormente en el 2002 en la Cumbre de Desarrollo Sostenible en Johannesburgo, se aprobaron los Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible. En ambos casos se seleccionó la intensidad energética del PIB como indicador, así como la intensidad carbónica (emisiones de CO₂e) por unidad de PIB como una forma de mostrar, mediante su aumento o disminución, si la economía va o no en un sentido ambientalmente más sostenible. Se busca en ambos casos una disminución en el valor del indicador, que muestre un desacople entre riqueza y contaminación.

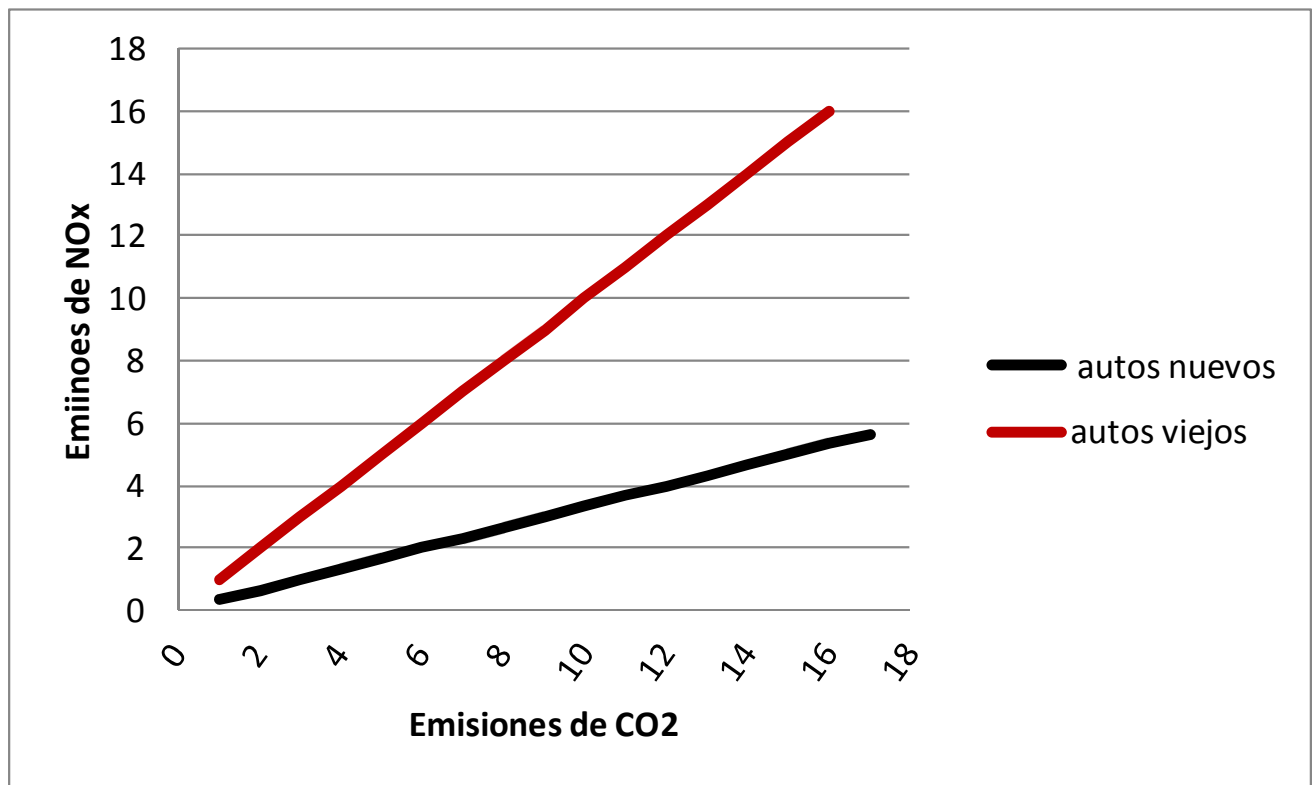
emisiones, más directamente ligado a la trayectoria ambiental¹²⁵. El indicador de intensidad energética, se razonó, podría continuar aumentando y denotar mayor bienestar. Si al mismo tiempo la matriz energética se limpia, la intensidad contaminante del PIB disminuiría. Una matriz energética menos limpia o la ausencia de progreso técnico acoplarían las emisiones al desarrollo y por el contrario, la caída en la intensidad mostraría una tendencia deseable en términos de la sostenibilidad del desarrollo.

En este documento se muestra sólo la intensidad carbónica, por el estrecho acoplamiento entre consumo de combustibles y las emisiones. El gráfico 3.24 nos muestra el crecimiento del PIB en casi 5 veces entre 1980 y 2011, con un importante cambio estructural en términos de la intensidad carbónica en los años 80, que pasó de un 15-17 por ciento a estabilizarse en torno al 30-35 por ciento lo que estaría dando cuenta de una mayor demanda de viajes, de combustibles y de contaminación para generar la misma unidad de riqueza, posiblemente ligado a la mayor congestión, a la expansión urbana y a la penetración de vehículos más pesados en el parque automotor privado.

Como se verá en el capítulo 5, el consumo de gasolina y la tenencia de vehículos se concentran en los quintiles IV y V, y por ello hay un acople entre nivel de ingreso y contribución a las emisiones de CO₂. El diseño de instrumentos de política pública para la reducción de estas emisiones, es decir de la reducción del consumo de fósiles, es, normalmente, progresivo, pues el mayor esfuerzo absoluto recae sobre los sectores de mayores ingresos, situación contraria a la vigente en los planes de control de la contaminación local. Destaca, para ilustrar el punto la emisión de óxidos de nitrógeno, que es variable por unidad de energía consumida, y que tiende a concentrarse en los vehículos de mayor antigüedad, que normalmente corresponden a los ingresos bajos. El comportamiento esquemático se muestra en la siguiente gráfica.

¹²⁵ Tomando en cuenta la generación eléctrica y la alta proporción de hidroelectricidad en América Latina y el Caribe, no tiene por qué monitorearse o reducirse el consumo de energía limpia y por tanto reducirse la intensidad energética del PIB.

Gráfico 3.25. Esquema de la relación entre emisiones de CO2 (global) y NOx (local)



Fuente: Elaboración propia.

El esquema muestra el abanico que se forma en la relación entre emisiones de CO2 y las de óxidos de nitrógeno. La línea superior muestra una relación en el peor de los casos donde todo el parque automotor es viejo y los convertidores catalíticos han caducado su funcionalidad. En la línea inferior se muestra la relación entre emisiones en el mejor de los casos, donde el parque es nuevo y las tecnologías de mitigación funcionan plenamente. Todo parque automotor en una urbe se encuentra en una situación intermedia. El esquema muestra que la elección del gas que se controla tiene importantes implicaciones sociales. Controlar la emisión de NOx permite a los mayores ingresos cumplir con el control, por lo que la observancia se concentra en los menores ingresos, más emisores de NOx, en una proporción superior con relación a las emisiones de CO2. La mayor responsabilidad en las emisiones contaminantes globales de los altos ingresos no queda sujeta a control alguno. Si, en cambio, se regulara el CO2, la medida sería progresiva y regularía en mayor medida a los altos ingresos. En términos muy esquemáticos, controlar NOx

recae más sobre los menores ingresos, mientras que controlar el CO₂ recae más sobre los mayores ingresos. El control de los NO_x es más regresivo que controlar el CO₂, que sería más progresivo.

3.4.2 Contaminantes Locales: la Calidad del aire en Santiago

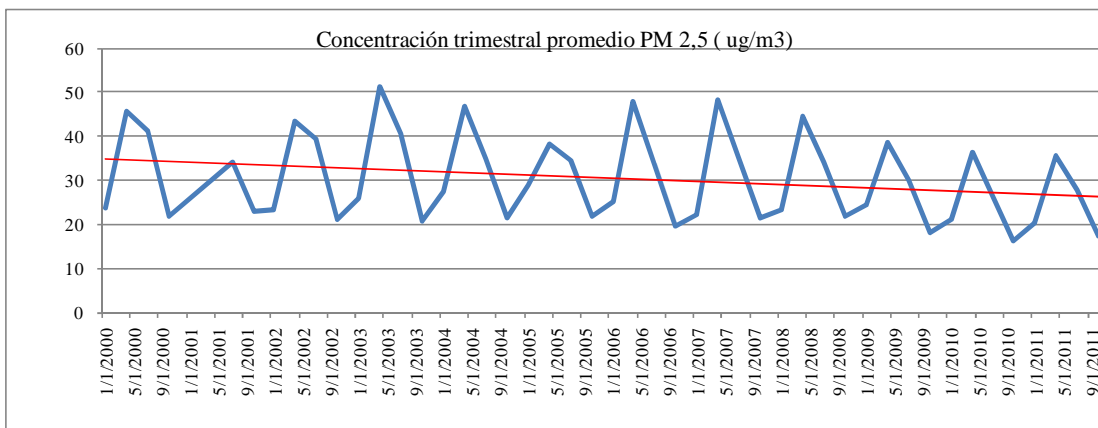
La calidad del aire de Santiago, por la frecuencia con que las emisiones sobrepasan la norma, puede considerarse mala, especialmente en el caso del monóxido de carbono y de las partículas en suspensión (PM 10). Acentúan el problema las condiciones de ventilación del valle donde se ubica la zona urbana de Santiago que son deficientes, dada la conformación geográfica de la cuenca. El polvo en suspensión tiene como fuente principal la Cordillera de Los Andes que bordea la ciudad y que desde la conquista ha sido desprovista de vegetación, lo que ha acentuado su aridez y la erosión. Las emisiones de SO₂ y el NO₂, debido a los sucesivos planes de descontaminación de Santiago, han retrocedido. Por un lado, debido a la sustitución del petróleo por gas natural para la industria y el uso doméstico, que disminuyó notablemente las emisiones de azufre, la formación de aerosoles y material particulado fino en la atmósfera. Por otro, por la introducción de autos con motores con convertidores catalíticos y la mejora de la calidad de la gasolina.

En el 2006 Argentina, el principal abastecedor de gas natural de Chile, experimentó problemas internos de abasto, que redujeron la exportación a Chile de este combustible, lo que impactó negativamente la reducción de las emisiones en la RM. Muchos sectores industriales que habían migrado a este combustible tuvieron que volver a utilizar derivados del petróleo más contaminantes.

De acuerdo con la evaluación del Plan de Descontaminación de Santiago se dieron grandes avances. Esto es correcto en términos absolutos, sin embargo la disminución absoluta de emisiones no cuenta toda la historia. Es necesario examinar también las tasas de crecimiento o reducción de las emisiones para ver mejor el comportamiento por contaminante.

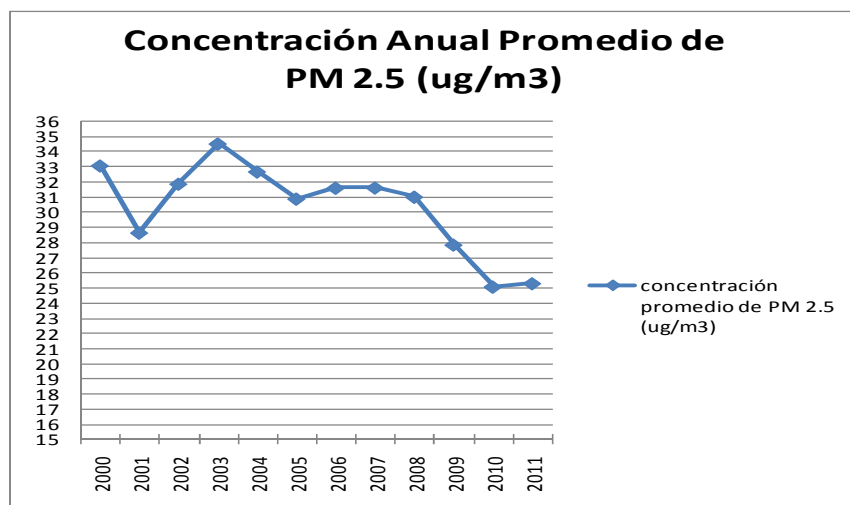
El material particulado fino inferior a 2.5 micrones es de especial preocupación por su efecto irreversible sobre la salud, pues penetra en la circulación a través del aparato respiratorio. El Gráfico 3.26 da cuenta del descenso del material particulado fino (MP 2.5), para el que sólo recientemente se ha dictada una normativa específica (Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado fino respirable MP2.5). Sus niveles bajaron en aproximadamente 30 por ciento de su nivel máximo, pero ese descenso se interrumpió en 2010. La norma de salud de la OMS es de 10 miligramos por metro cúbico, la de la EPA de 15 y la Unión Europea de 24. Los niveles en la RM no cumplen ninguno de estos estándares.

Gráfico 3.26. Concentración Trimestral de Material Particulado MP 2.5



Fuente: Cálculo propio sobre la base de los datos del Sistema Nacional de Información Ambiental, 2012.

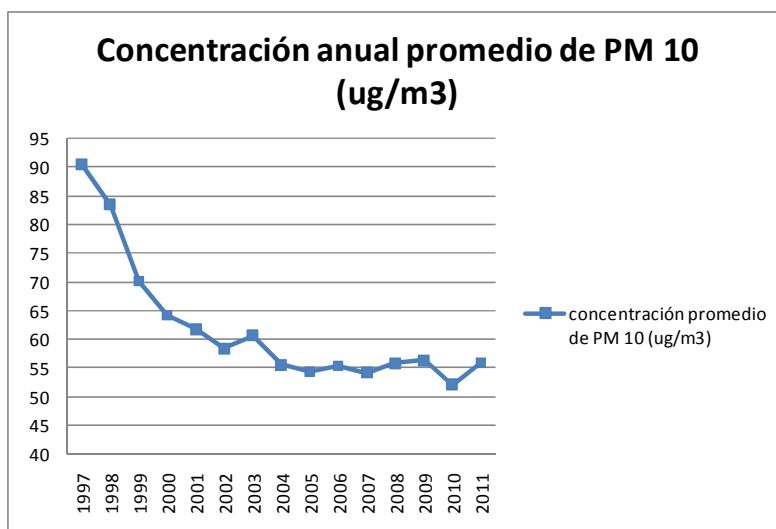
Gráfico 3.27. Concentración anual promedio de PM 2.5



Fuente: Cálculo propio sobre la base de los datos del Sistema Nacional de Información Ambiental, 2012.

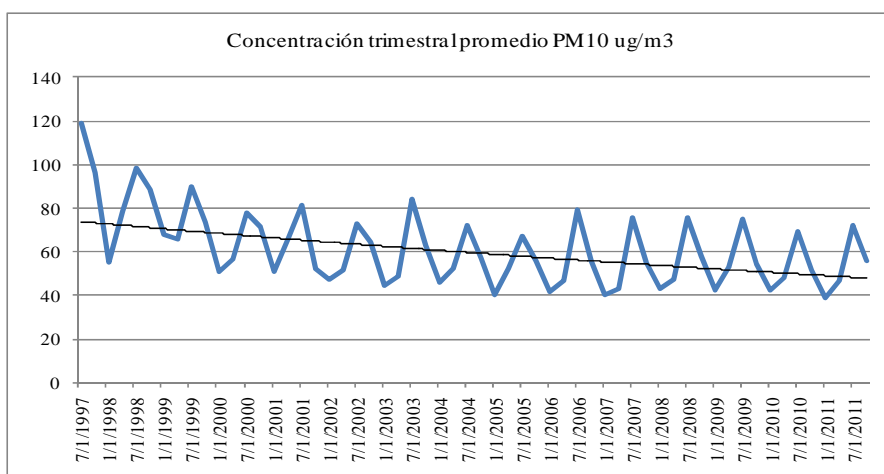
Las partículas PM10, como muestra el Gráfico 3.28, también han tenido un comportamiento favorable con relación a la situación de inicio, aunque menos pronunciado que para las fracciones finas. Los niveles promedio anuales han estado por encima de la norma de 50 ug/m³, y desde el 2003 ya no se ha podido reducir su nivel. Al igual que las PM 2.5, a partir de 2010 se volvió a producir un alza, llevándolas al nivel donde han permanecido los últimos 8 años.

Gráfico 3.28. Concentración Anual de Material Particulado MP10



Fuente: Cálculo propio sobre la base de los datos del Sistema Nacional de Información Ambiental, 2012.

Gráfico 3.29. Concentración trimestral promedio de PM10 (ug/m³)

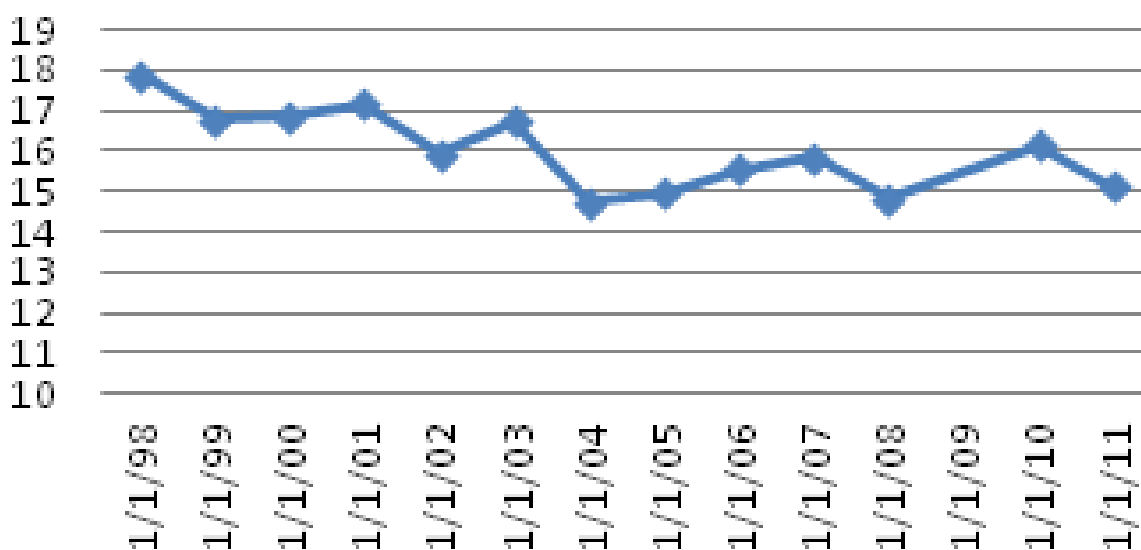


Fuente: Cálculo propio sobre la base de los datos del Sistema Nacional de Información Ambiental, 2012.

El ozono, otro contaminante local importante por su impacto en mucosas e impacto sobre el sistema respiratorio que reporta el monitoreo del Sistema Nacional de Información Ambiental, se logró reducir entre 1997 y 2002 de manera sostenida, como se aprecia en el Gráfico 3.30. Pero en 2003 comenzó a subir, se controló en 2004 de nueva cuenta pero no se ha podido llevar por debajo de 15 partes por billón desde entonces.

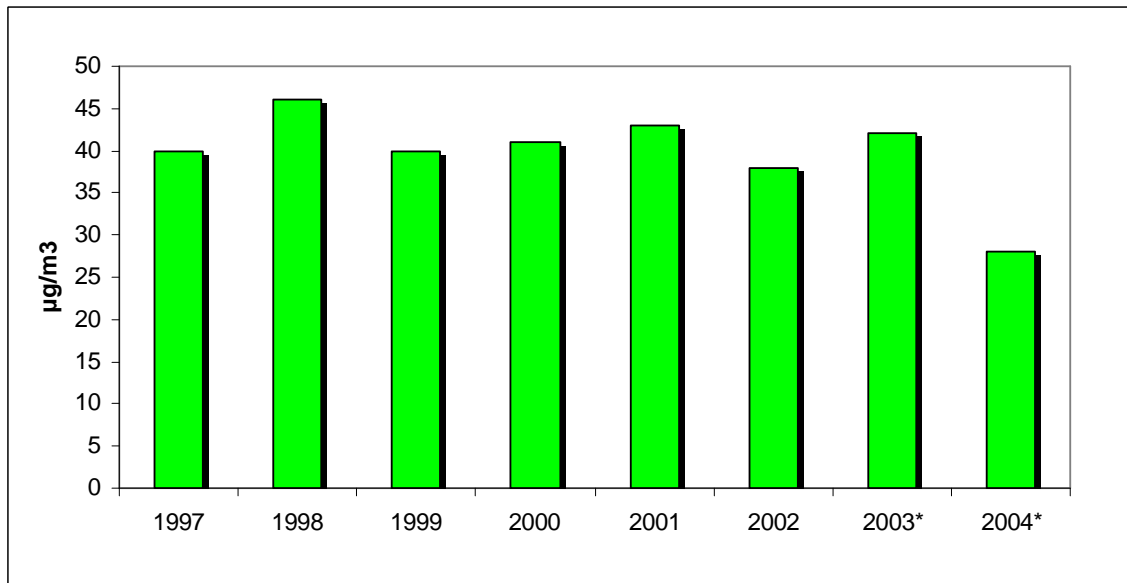
El 2008, año de la crisis, se redujo en una parte por billón pero fue una reducción temporal. En todo caso, la reducción lograda desde 1997 ha sido muy modesta, del 17% entre los extremos reportados. La norma para el ozono se establece en 61 ppb para la exposición en términos de promedio móvil de 8 horas.

Gráfico 3.30. Concentración promedio anual de O3 (ppb)



Fuente: Cálculo propio sobre la base de los datos del Sistema Nacional de Información Ambiental, 2012.

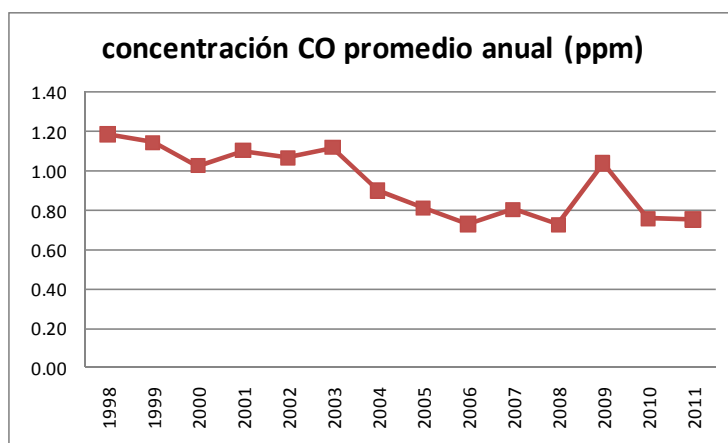
Gráfico 3.31. Porcentaje de Días del Año por sobre la Norma Horaria de Ozono



Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), 2004 (serie ya no disponible en línea).

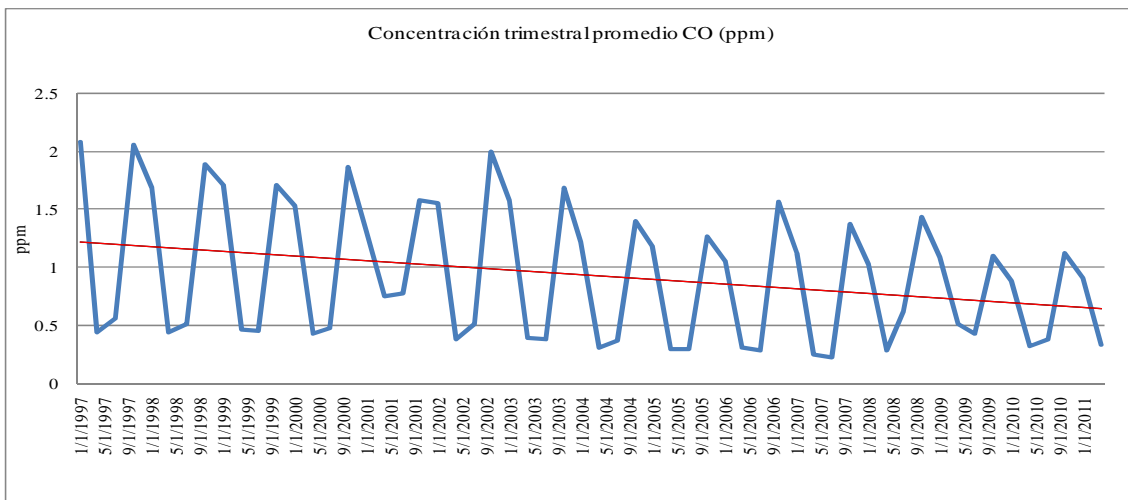
El monóxido de carbono, gas tóxico y contaminante local, bajó de 1.2 partes por millón a alrededor de 0.7 partes por millón, una reducción de alrededor de 42%, oscilando entre ese valor y 0.8 partes por millón desde el año 2004 (ver gráfico 3.32). Al igual que la norma de ozono su valor se establece en promedio móvil de 8 horas en 9 partes por millón.

Gráfico 3.32. Monóxido de Carbono



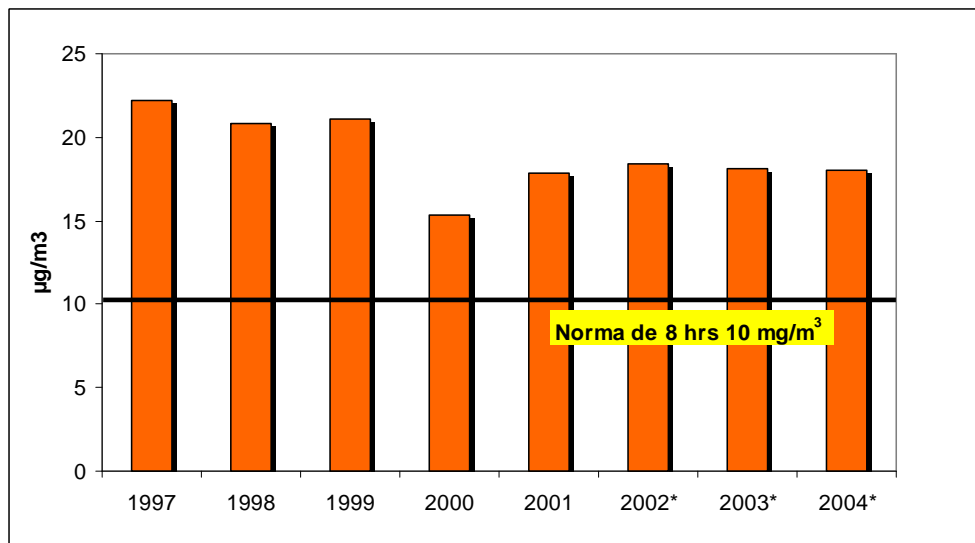
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SINIA.

Gráfico 3.33. Concentración trimestral promedio CO



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de los datos del Sistema Nacional de Información Ambiental, 2012.

Gráfico 3.34. Máximas Concentraciones Anuales de Promedios Móviles de 8 hrs de Monóxido de Carbono

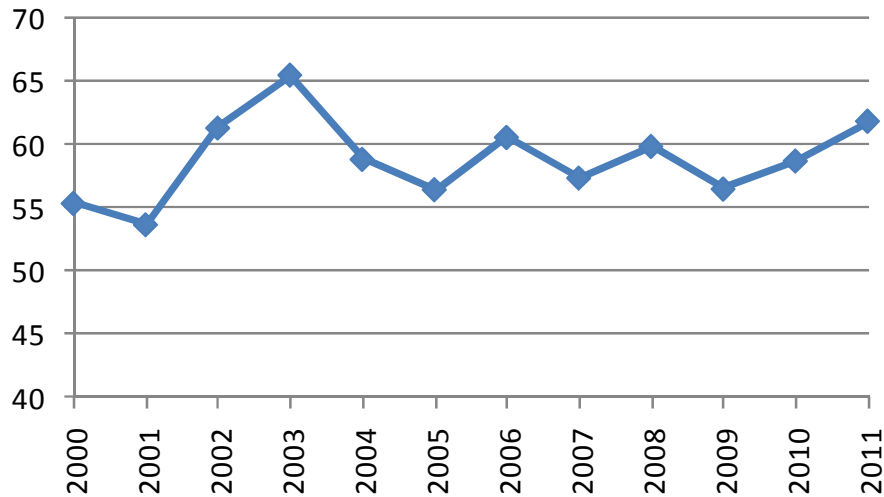


Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), 2004 (serie ya no disponible en línea).

A diferencia de otros contaminantes los óxidos de nitrógeno, precursor del ozono y de partículas finas no ha podido ser reducido, sino meramente estabilizado, y ya presenta dos años de crecimiento continuado ubicándose en los niveles del año 2002 y por arriba de la norma de 50 ppb, equivalente a 100 microgramos/m³ (y casi 3 veces superior a la norma de 40 microgramos/m³ de la OMS, ver cuadros 3.35 y 3.36 y sección 3.8 y 3.10, anexo 3.1 y 3.3). El

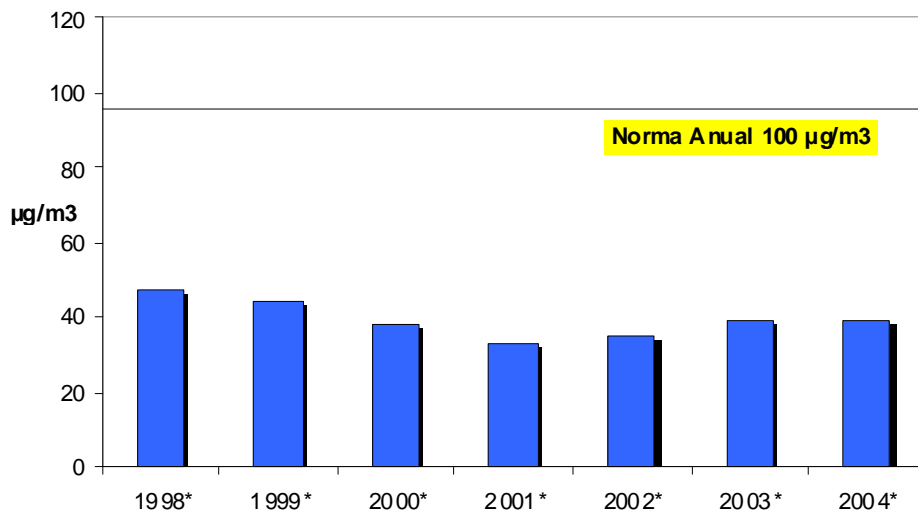
aumento del parque vehicular a diesel agrava el problema, por la alta temperatura de operación de esos motores, lo que aumenta la formación de compuestos nitrogenados.

Gráfico 3.35. Promedio de concentración de NO2 (ppb)



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de los datos del Sistema Nacional de Información Ambiental, 2012.

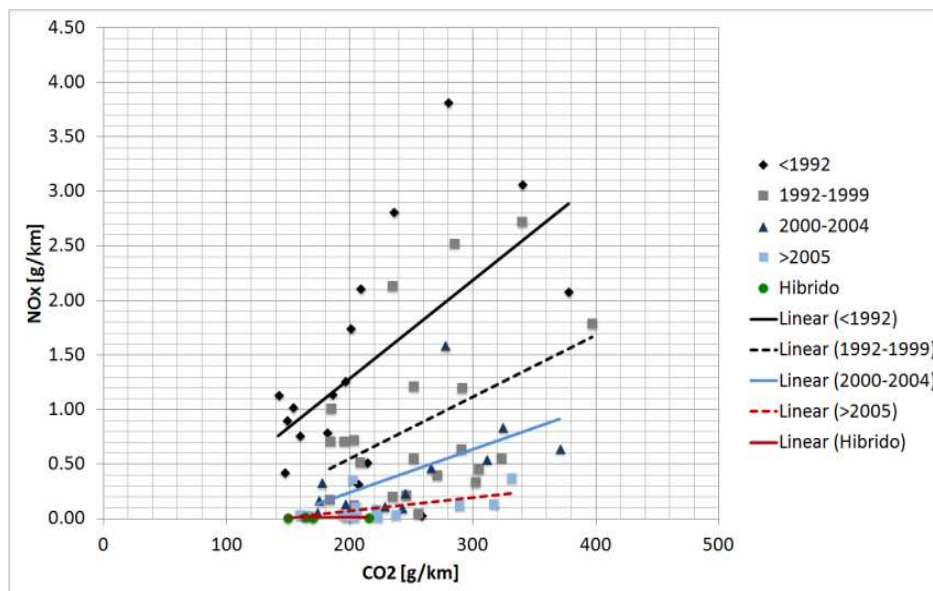
Gráfico 3.36. Concentraciones Promedio Anual de Dióxido de Nitrógeno (NO2)



Fuente: Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), 2004 (serie ya no disponible en línea).

El siguiente gráfico (3.37) muestra el resultado de las mediciones realizadas en Santiago donde se correlaciona la emisión de bióxido de carbono y óxidos de nitrógeno, cambiante en función de, principalmente, la edad del parque vehicular¹²⁶. Como se puede apreciar, a mayor edad, mayores emisiones de NOx por unidad emitida de CO2. Por tanto, como se dijo en el apartado relativo a la contaminación global, enfocar el control en el óxido de nitrógeno deja desregulada la emisión de CO2. Desde un punto de vista social, se deja en libertad las emisiones de los ingresos más altos, y se controla las emisiones de los ingresos más bajos. Sin embargo, si se tomara la opción contraria, el control del CO2, además de hacer un control progresivo, se estarían controlando ambos contaminantes simultáneamente.

Gráfico 3.37. Relación entre emisiones de CO2 y NOx en Santiago según edad del parque vehicular



Nota: La línea superior (tendencia lineal <1992, negra) aproxima la trayectoria de los vehículos previos a 1992, la línea previa a la inferior (lineal >2005, punteada roja) aproxima el comportamiento de los vehículos posteriores a 2005.

Fuente: Sistemas Sustentables, Sebastián Tolvet. Noviembre 2013.

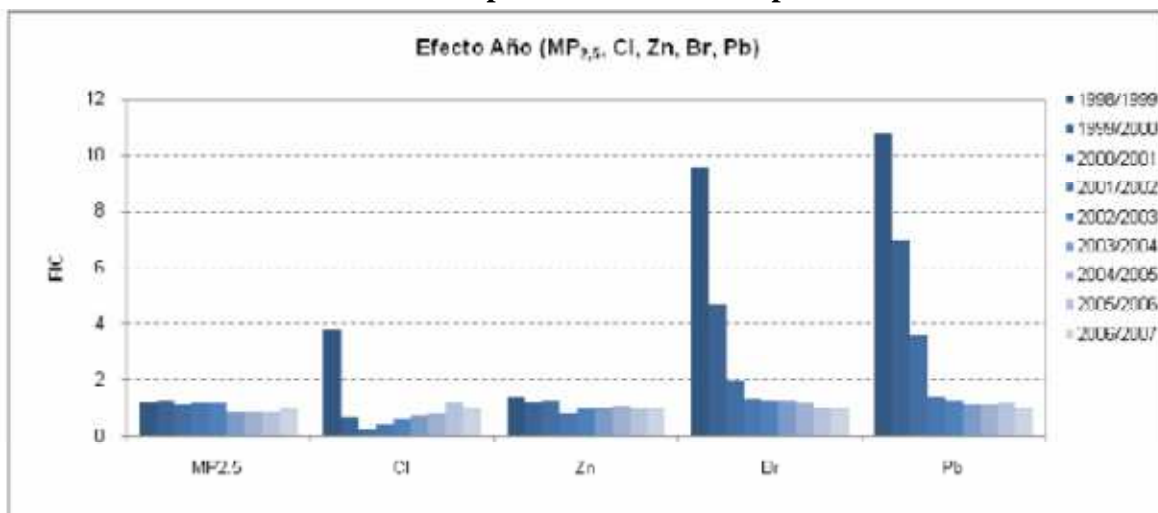
La mejora lograda con la introducción del gas natural en la industria y en la generación eléctrica (cambio en composición de la matriz energética que redujo su intensidad carbónica) amplió el

¹²⁶ Las emisiones de NOx varían en función también de el estilo de manejo, de la temperatura del motor, de la altura sobre el nivel del mar, de la orografía y de la velocidad.

espacio ambiental de la RM y permitió que el aumento de la flota vehicular, el crecimiento de la demanda de viajes y de la quema de gasolinas y diésels en Santiago (cambio en las cantidades) se enmascaren durante el tiempo que tome aumentar las concentraciones totales de contaminantes de nueva cuenta. Empero, su contribución absoluta de gases de efecto invernadero, objeto de esta investigación, ha tenido un aumento continuo. Y como hemos visto la gestión actual de los contaminantes de preocupación local ha llegado a su límite.

Adicionalmente, el Centro Mario Molina de Santiago documentó un aumento en la presencia de contaminantes producidos por el transporte en el material particulado, que en su composición, y no sólo en su cantidad, expresan el efecto contaminante de la quema de combustibles fósiles, del desgaste de neumáticos y frenos y de la resuspensión de polvos en la atmósfera.

Gráfico 3.38. Composición del material particulado



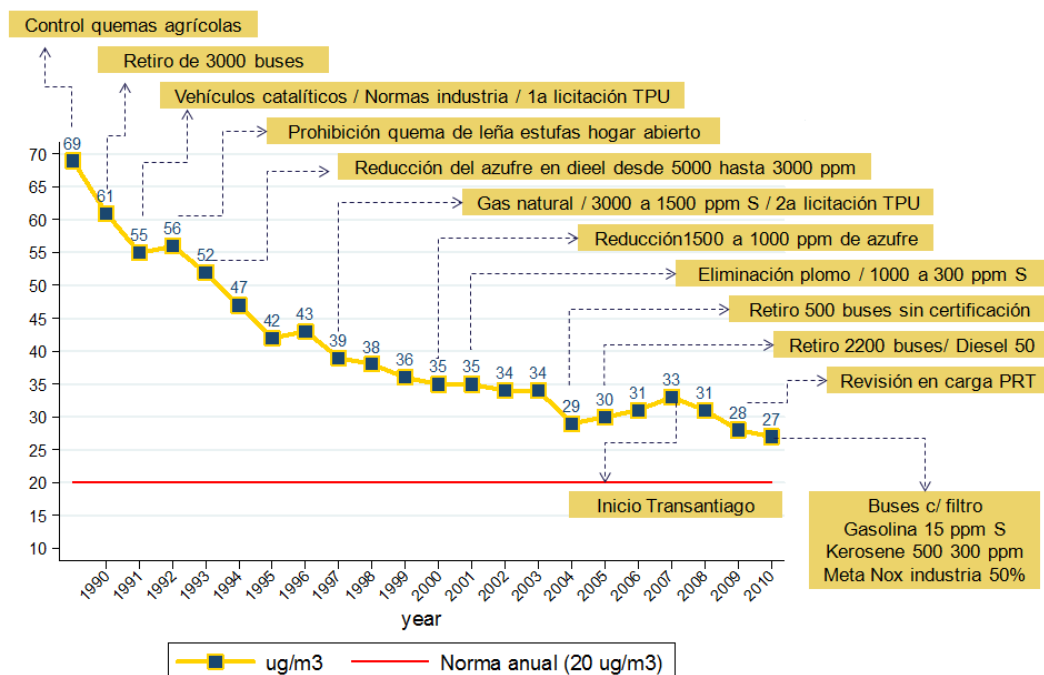
Fuente: Análisis Retrospectivo de los impactos en calidad del aire, emisiones e impactos en salud de los 10 primeros años del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana (1997-2007). Centro Premio Nobel Mario Molina, LTDA. Santiago, Diciembre de 2008. Pág. 34.

Las sustancias contenidas en las partículas finas son plomo, bromo, zinc y cloro son producidos por el transporte y polvo contaminado con esas sustancias. Como se aprecia en el gráfico hay una disminución muy marcada en el plomo y el bromo por el cambio de calidad en las gasolinas, pero un aumento tanto en las partículas como en el cloro, que ya desde 2007 van en aumento. Este comportamiento parece confirmar la tendencia al aumento de las concentraciones de

contaminantes no controlados, que revelan el comportamiento latente del efecto del transporte en la contaminación, enmascarado por las medidas de control sobre el resto de los sectores.

Es importante mencionar que la información ofrecida públicamente es sumamente difícil de procesar. Se reportan los datos crudos de las estaciones de monitoreo, lo que dista de ser información comprensible para la población y sólo esporádicamente se produce información con base en los datos como en el gráfico 3.39 correspondiente al reporte Estado del Medio Ambiente de Chile del 2011, que liga la trayectoria de partículas suspendidas con episodios de política pública. Por ello se debiera hacer esfuerzo informativo por pasar del monitoreo a la generación de información pública de mayor calidad para la población. Es indispensable masificar la comprensión del problema para lograr un cambio en el peso de la opinión ciudadana, en la perspectiva de los tomadores de decisiones y en la idea de modernidad y progreso.

Gráfico 3.39. Avances del Plan de Prevención y Descontaminación para la Región Metropolitana (concentraciones anuales de MP 2.5)



Fuente: Informe del Estado de Medio Ambiente de Chile (2011).

La curva, por cierto muestra la prevalencia de los instrumentos normativos, la ausencia de instrumentos económicos, el cambio de pendiente (curva en forma de U) hasta la introducción

del Transantiago, que abrió nuevamente el espacio ambiental. Las medidas aplicadas en el periodo sugieren que se acabó el espacio normativo para el enfoque seguido y que se debiera combinar con otros instrumentos. En todo caso, no se ha podido alcanzar la norma de salud para partículas finas.

3.5 Participación del transporte privado en el Inventario de Emisiones de la RM

El análisis del inventario de emisiones de la Región Metropolitana¹²⁷ permite observar un cambio en la contribución de los vehículos a la contaminación en Santiago. Entre 2002 y 2005, los autos incrementaron las emisiones de un 14% a un 18.2% del total de contaminantes, los buses de pasajeros pasaron de un 22% a un 8%, los camiones de carga del 13% al 14.5%, mientras que la industria ha mantenido estable su contribución que se acerca a un 25%. El otro sector que ha aumentado su aporte en el período es el residencial, debido principalmente a las emisiones fugitivas.

En términos relativos, los autos contribuyen con la mayor parte del monóxido de carbono, con cerca del 40% de los NO₂ y con cerca de 16% de los Compuestos Orgánicos Volátiles. En el inventario proyectado al 2010 con base en las medidas aplicadas a partir del 2005 (como el recambio de catalizadores y la nueva norma de emisión de NO₂), la contribución estimada de los autos privados a las emisiones de CO fue del 84.8%, 42% de los NO₂ y en torno al 13% para PM₁₀ y Compuestos Orgánicos Volátiles. Se previó un incremento de CO de 2 veces de los autos privados, por el envejecimiento de los convertidores catalíticos y de la duplicación de las provenientes de vehículos comerciales a gasolina y diesel. La misma actualización previó un aumento de 2, 4 y 3 veces las emisiones de NO₂ provenientes de los autos particulares (a gasolina), y comerciales a gasolina y a diesel respectivamente.¹²⁸

¹²⁷ Dado a conocer el 23 de mayo de 2007, reproducido en el anexo de cuadros y tablas.

¹²⁸ “Actualización del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos en la región metropolitana 2005” Escenario 2010. Estudio elaborado por el DICTUC, agosto del 2007 elaborado para el gobierno de Chile, donde se señala que “El deterioro del sistema de control de emisiones puede significar que un vehículo aumente hasta 15 veces la emisión de CO respecto a cuando éste era nuevo, de acuerdo a estudios de realizados por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos y programas para el control de la contaminación llevados a cabo en México”. Pág. 21. Santiago de Chile.

Al tiempo que se producen estos aumentos, la contribución de los buses de pasajeros disminuye por efecto de la mejora operativa introducida con el Transantiago¹²⁹, disminuyendo en 63 % las emisiones de PM10 y en 50% en las de óxidos de nitrógeno. Las medidas previstas como la expansión del Metro, su integración con el sistema Transantiago y la composición de su flota se fueron cumpliendo conforme a lo previsto. El transporte público masivo abrió, como anteriormente lo hiciera la industria, **espacio ambiental** al transporte privado para que a pesar del aumento en éste último parque, no se produjera una situación crítica en la Región Metropolitana. Se pasó de 221.43 toneladas año en 2005, a 82.28 toneladas año en 2010 en PM10, una reducción de 139.15 toneladas año, equivalentes al 20% de las emisiones estimadas de los vehículos particulares de 2010. Las emisiones de óxidos de nitrógeno pasaron de 5866.6 toneladas año en 2005 a 2967.36 esperadas en 2010, una reducción de 2899.24 toneladas año, y de 11% de las emisiones esperadas de los autos particulares.

Un ejercicio de comparación de los ahorros ambientales (y económicos) se llevó a cabo por la CEPAL en el marco de la cooperación española para comparar el cambio en emisiones de haberse continuado con el sistema anterior y el producido por Transantiago sobre el conjunto de los medios de transporte en la RM, que se muestra en la siguiente tabla, 3.2. donde se aprecia una sustancial disminución en todos los gases provenientes del transporte público, pero también, el efecto sistémico positivo sobre el conjunto de los medios de locomoción, consecuencia de la descongestión de las vías y velocidades más eficientes.

¹²⁹Transantiago redujo el parque de buses de aproximadamente 8,000 vehículos a 6,439 buses (Pardo 2012 y Blanco, et al. 2011), gracias a las ventajas de los sistemas de buses con carriles confinados (70 km al 2014 según la Coordinación del Sistema Transantiago). A pesar de la insuficiente dotación de infraestructura, la articulación con el metro, la mayor capacidad de los buses y el aumento de carriles exclusivos mejoró la velocidad de operación gradualmente y permitió prestar el sistema con menos unidades. Otras mejoras, como las estaciones prepagas y buses híbridos permitirían lograr, sin congestionar los buses en su interior, una mayor reducción de emisiones per cápita. Para una descripción más detallada del sistema Transantiago, ver capítulo 4. Para abundar en las ventajas ambientales de los buses sobre los autos en emisiones per cápita, ver Vasconcellos, 2010 y su regla 2,4,4 (dos pasajeros en bus ocupan menos espacio que una persona en auto, 4 pasajeros consumen y emiten menos que un automovilista), p.93.

Tabla 3.2. Variación porcentual en las emisiones del Transantiago con relación al sistema antiguo, 2010

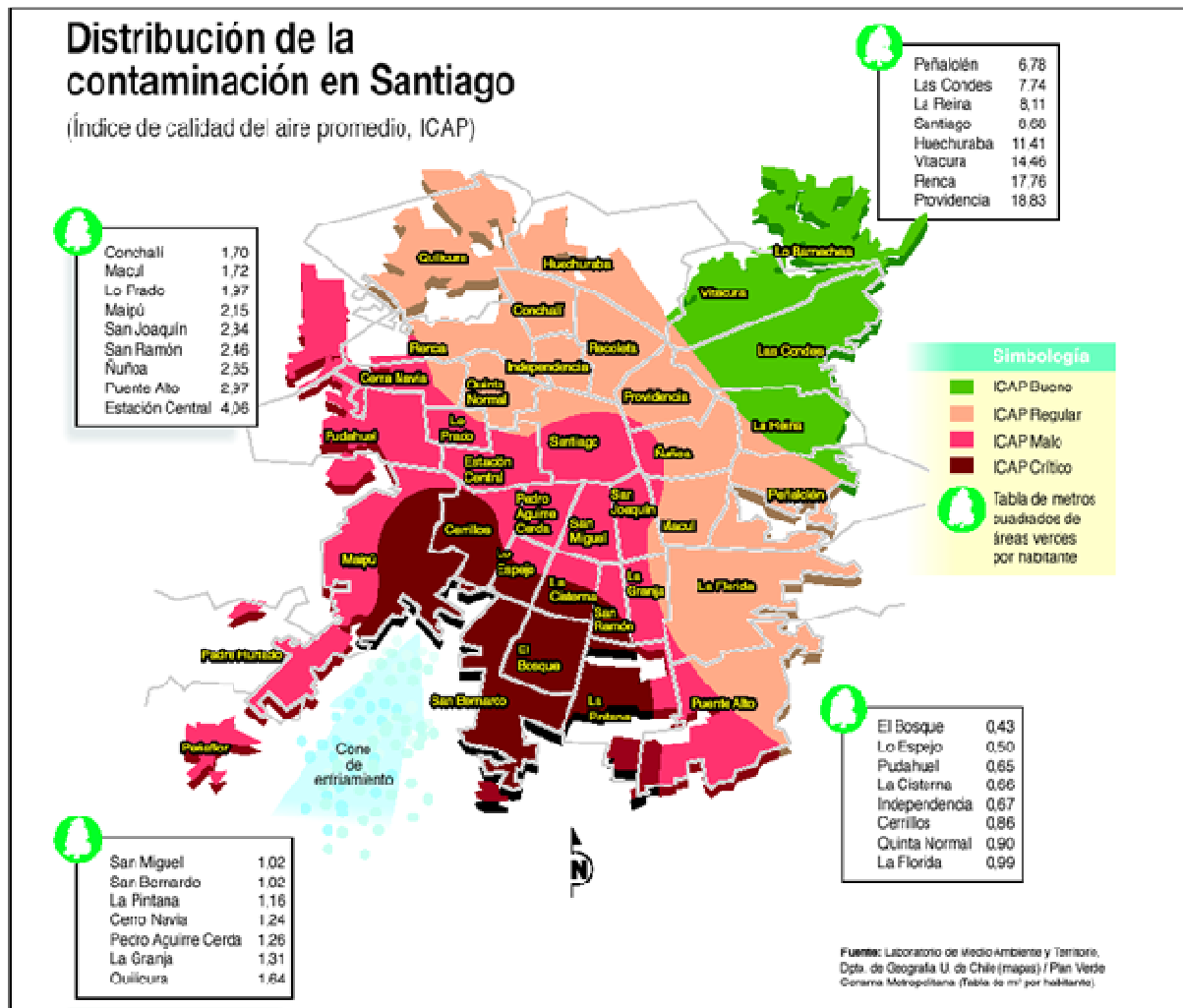
TIPO	MP10	MP2,5	NOx	HC	CO	CO2	KR (veh.-km)/año
Alquiler	-9,9%	-9,9%	-9,7%	-21,1%	-12,3%	-8,2%	-9,9%
Autobuses urbanos	-18,3%	-16,9%	-14,7%	-50,2%	-19,4%	-29,7%	-19,1%
Autobuses particulares	-8,1%	-8,0%	-7,8%	-8,6%	-7,9%	-7,9%	-9,0%
Comerciales	-10,2%	-10,5%	-12,5%	-32,6%	-23,0%	-8,5%	-9,0%
Motocicletas	-9,3%	-9,3%	-12,3%	-9,2%	-13,2%	-9,9%	-9,3%
Particulares	-8,7%	-8,7%	-20,0%	-52,4%	-32,0%	-6,9%	-8,7%
Taxis colectivos	0,0%	-0,1%	-1,1%	-10,2%	-6,8%	-2,5%	0,2%

Fuente: Pardo 2012 con base en corridas del modelo MODEM.

3.6 Distribución espacial de la contaminación en la RM

La distribución de la calidad del aire en la RM se puede apreciar en la Figura 3.2. En ella se aprecia que las áreas de mayor nivel de ingreso, al oriente, no son las más contaminadas, mientras que las del suroeste si lo están, a pesar de que la mayor parte del parque privado está en la región oriente. La asimetría o regresividad mencionada en el capítulo 1 se puede ver espacialmente en esta distribución.

Figura 3.4. Distribución de la calidad del aire en la RM



Fuente: Laboratorio de Medio Ambiente y Territorio del Departamento de Geografía de la Universidad de Chile, 2008.

3.7 Conclusiones

Respecto de la calidad del aire, los datos muestran que el Plan de Descontaminación no ha logrado cumplir con la norma de salud al menos para las partículas y los óxidos de nitrógeno. Sin embargo pareciera haber operado un “subsidio ambiental” desde la industria y transporte público hacia los vehículos particulares. Gracias a que las emisiones industriales han declinado (el sector en su conjunto va en retroceso relativo en Chile) se han evitado medidas más drásticas sobre el transporte.

Por ello la flota vehicular, a pesar de ser creciente, convive con mejores indicadores. Las partículas y algunas emisiones (SOx, NOx) que reporta el plan de descontaminación han ido la baja pero la información muestra leves repuntes en varios de los contaminantes locales. Los determinantes estructurales de las emisiones aumentan (población, autos, ingreso, dimensión urbana y consumo de combustibles) por lo que es de esperar un aumento en las emisiones, pues crecen más rápidamente que el avance tecnológico (estimado en alrededor de entre 0.6% y 1% de incremento en la eficiencia de los nuevos autos, anualmente). Vis a vis las tasas de crecimiento, las ganancias tecnológicas para el sector privado son menores a las necesarias para mantener o reducir la contaminación local y global.

El “subsidio ambiental” enmascara las tendencias de largo plazo y también explicaría el periodo de estabilización en los contaminantes locales en presencia de una creciente tasa de motorización, donde las presiones siguen aumentando aunque no se expresan plenamente. Hay contaminantes, que, empero, han comenzado a subir.

Por ello, las emisiones de CO2 muestran las tendencias latentes de las emisiones de contaminantes locales. Éstos, en ausencia de una revisión del Plan de Descontaminación de la RM retomarán su tendencia creciente como producto de la creciente motorización combinada con el cambio modal de los viajes. Hasta ahora el transporte privado se ha beneficiado de los esfuerzos realizados en otros ámbitos, transversales, como el cambio de combustibles o específicos, como la mejora en el transporte público. Sin embargo el transporte privado aún no ha hecho contribuciones significativas para el control de la contaminación y por el contrario, ha

ido ocupando tanto el espacio ambiental como el espacio vial disponible en la región metropolitana.

Tras el empuje que tuvo el plan de descontaminación en sus sucesivas versiones se ha producido en los años recientes un desacople de las políticas de control de emisiones, que han permanecido sin cambios, con las muy dinámicas políticas de fomento al transporte particular mediante la creación de infraestructura para el auto privado y una muy lenta mejora del transporte público, cuestión preocupante desde el punto de vista del crecimiento de las emisiones y de la congestión futuros.

Un problema adicional es que el plan de descontaminación (tanto el de México como el de Santiago) no converge hacia las normas de salud en su diseño. Es estático y el lanzamiento de cada nuevo plan en la RM está cargado de inercias difíciles de vencer. En su diseño, la magnitud del esfuerzo (impulso-respuesta) es independiente de la norma de salud (estado esperado) u otros objetivos de descontaminación. Por tanto una vez pasado el impulso de ajuste tras la promulgación del plan, se diluye la fuerza aglutinadora que le permitiría seguir un camino de mejora constante. Un ejemplo de un comportamiento alternativo, sería el ajuste automático de medidas como las contingencias, declaradas a niveles de contaminación cada vez menores, para gradualmente alcanzar el objetivo de descontaminación significativo, el cumplimiento de la norma de salud.

Actualmente, casi todas las ganancias del cambio de combustibles (bajo azufre, cambio a gas natural) y del avance tecnológico (catalizadores y portales de cobro automático de peajes) ya se produjeron. Es posible que las medidas que se tomen en el futuro enfrenten mayores grados de dificultad y aceptación.

Al mismo tiempo, la ciudad mantiene los patrones de uso extensivo del espacio y se ha profundizado la baja densidad y el cambio modal hacia el auto privado. El uso del espacio y la infraestructura no están alineados con los objetivos de descontaminación. Vis a vis la propensión al consumo, la oferta de infraestructura no parece ser el camino para mejorar la calidad ambiental o la congestión. El manejo de la demanda es indispensable y urgente.

La disparidad en el acceso a los autos (49% según la Encuesta Origen-Destino), su contribución a las emisiones (CO y CO₂) y las altas propensiones al consumo de autos y combustibles requerirían de significativos cambios de precios para inducir otras conductas (impuestos sobre autos y combustibles, tarifas de congestión, etc.). Si se acepta la relación ingreso, autos, combustibles, emisiones, se tiene que aceptar un paquete de políticas más decididas para controlar al transporte privado y su contribución a la contaminación global y local.

El CO₂ no forma parte de los gases controlados localmente, y vista la concentración del consumo de combustibles fósiles en los sectores de altos ingresos, éstos han sido eximidos de las políticas de control de la contaminación. Los óxidos de nitrógeno, en cambio, asociados a un parque que envejece y por tanto a los menores ingresos si son sometidos a control, configurándose así una política de control de contaminación regresiva desde el punto de vista social. Si en cambio se optara por controlar las emisiones de CO₂, al mismo tiempo que se controlan las emisiones de óxidos de nitrógeno, se estaría optando por una política de control ambiental más progresiva socialmente.

Por otra parte, en el ámbito del monitoreo, se debiera mejorar sustancialmente la operación de las estaciones y la presentación del reporte informativo para sensibilizar a la población respecto de la responsabilidad del sector privado en la contaminación en la RM y de la necesidad y oportunidad de medidas adicionales. Es indispensable masificar la comprensión del problema para lograr un cambio en el peso de la opinión ciudadana, en la perspectiva de los tomadores de decisiones y en la idea de modernidad y progreso.

En el capítulo 5, con base en medidas que se pueden aplicar en la RM, y consistentes con medidas adoptadas en otros países, se examinará cuánto puede contribuir a la mitigación de externalidades una política fiscal ad-hoc.

3.8 Anexo 3.1.-Comparación entre las Normas Primarias de Calidad de Aire de Chile con las Guías de Calidad del Aire de la OMS, los estándares de la Unión Europea y de la EPA.

		Norma de Calidad Chilena	OMS3	EPA4	Unión Europea5
MP 10	Media 24 hrs	150 ug/m3	50 ug/m3	150 ug/m3	50 ug/m3, que no podrá superarse más de 35 veces por año civil
	Media Anual	50 ug/m3	20 ug/m3	Derogada	40 ug/m3
MP 2,5	Media 24 hrs	-	25 ug/m3	35 ug/m3	-
	Media Anual	-	10 ug/m3	15 ug/m3	24 ug/m3
SO2	Media 10 minutos	-	500 ug/m3	-	-
	Media Horaria	-	-	-	350 ug/m3, que no podrá superarse más de 24 veces por año civil
	Media 24 hrs	250 ug/m3	20 ug/m3	366 ug/m3	125 ug/m3, que no podrá superarse más de 3 veces por año civil
	Media Anual	80 ug/m3	-	79 ug/m3	-
O3	Media 3 hrs consecutivas	-	-	-	240 ug/m3 (**)
	Media móvil 8 hrs consecutivas	120 ug/m3	100 ug/m3 (*)	147 ug/m3	-
CO	Media Horaria	30.000 ug/m3	-	40.000 ug/m3	-
	Media móvil 8 hrs consecutivas	10,000 ug/m3	-	10,000 ug/m3	10,000 ug/m3
NO2	Media Horaria	400 ug/m3	200 ug/m3	-	200 ug/m3, que no podrá superarse más de 18 veces por año civil
	Media Anual	100 ug/m3	40 ug/m3	100 ug/m3	40 ug/m3

Fuente: "Análisis Retrospectivo de los impactos en Calidad del Aire, Emisiones e Impactos en Salud de los 10 primeros años del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana (1997-2007)". CENTRO PREMIO NOBEL MARIO MOLINA CHILE LTDA. Santiago – Diciembre de 2008

* no especifica si deben ser promedio móvil de 8 hrs consecutivas.

** Definido como “nivel de alerta” en por la Directiva 2008/50/CE.

3.- Guías de Calidad del Aire de la OMS Relativas al Material Particulado, el Ozono, el Dióxido de Nitrógeno, y el Dióxido de Azufre. 2005

4- www.epa.gov/air/criteria.html

5.-Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo desde 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire del ambiente y una atmósfera más limpia en Europa.

3.9 Anexo 3.2.- Normas Oficiales Mexicanas, Salud Ambiental

Contaminante	Norma	Límite permisible
O₃	NOM-020-SSA1-1993	<ul style="list-style-type: none"> • 0.110 ppm, en una hora. • 0.080 ppm, en promedio móvil de ocho horas. Quinto máximo de los valores diarios.
CO	NOM-021-SSA1-1993	11.00 ppm (12,595 µg/m ³), en promedio móvil de ocho horas una vez al año
SO₂	NOM-022-SSA1-1993	<ul style="list-style-type: none"> • 0.13 ppm (341 µg/m³), promedio de 24 horas una vez al año • 0.03 ppm (79 µg/m³), promedio anual
NO₂	NOM-023-SSA1-1993	0.21 ppm (395 µg/m ³), en una hora una vez al año
PM₁₀		<ul style="list-style-type: none"> • 120 µg/m³, promedio de 24 horas. Percentil 98 de los valores diarios. • 50 µg/m³, promedio anual.
PM_{2.5}	NOM-025-SSA1-1993	<ul style="list-style-type: none"> • 65 µg/m³, promedio de 24 horas. Percentil 98 de los valores diarios. • 15 µg/m³, promedio anual.
PST		210 µg/m ³ , promedio de 24 horas. Percentil 98 de los valores diarios.
Pb	NOM-026-SSA1-1993	1.5 µg/m ³ (promedio de 3 meses)

¹ La exposición aguda que se establece en estas normas se refiere a la exposición a concentraciones mayores al valor límite en un lapso corto de tiempo y la exposición crónica se refiere a la exposición a concentraciones mayores al valor límite en un lapso prolongado de tiempo.

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, página del sistema de monitoreo atmosférico, <http://www.df.gob.mx/index.php/sistema-de-monitoreo-atmosferico-de-la-ciudad-de-mexico>, consultada el 5 de agosto de 2012.

3.10 Anexo 3.3.- Información sobre Contaminantes atmosféricos

CONTAMINANTE	PRINCIPALES FUENTES	COMENTARIOS
Monóxido de carbono (CO)	Gases de escape de vehículos de motor; algunos procesos industriales	Máximo permitido: 10 mg/m ³ (9 ppm) en 8 hr; 40 mg/m ³ en 1 hr (35 ppm)
Dióxido de azufre (SO ₂)	Instalaciones generadoras de calor y electricidad que utilizan petróleo o carbón con contenido sulfuroso; plantas de ácido sulfúrico	Máximo permitido: 80 µg/m ³ (0,03 ppm) en un año; 365 µg/m ³ en 24 hr (0,14 ppm)
Partículas en suspensión	Gases de escape de vehículos de motor; procesos industriales; incineración de residuos; generación de calor y electricidad; reacción de gases contaminantes en la atmósfera	Máximo permitido: 75 µg/m ³ en un año; 260 µg/m ³ en 24 hr; compuesto de carbón, nitratos, sulfatos y numerosos metales, como el plomo, el cobre, el hierro y el cinc
Plomo (Pb)	Gases de escape de vehículos de motor, fundiciones de plomo; fábricas de baterías	Máximo permitido: 1,5 µg/m ³ en 3 meses; la mayor parte del plomo contenido en partículas en suspensión
Óxidos de nitrógeno (NO, NO ₂)	Gases de escape de vehículos de motor; generación de calor y electricidad; ácido nítrico; explosivos; fábricas de fertilizantes	Máximo permitido: 100 µg/m ³ (0,05 ppm) en un año para el NO ₂ ; reacciona con hidrocarburos y luz solar para formar oxidantes fotoquímicos
Oxidantes fotoquímicos (fundamentalmente ozono [O ₃]; también nitrato peroxiacetílico [PAN] y aldehídos)	Se forman en la atmósfera como reacción a los óxidos de nitrógenos, hidrocarburos y luz solar	Máximo permitido: 235 µg/m ³ (0,12 ppm) en 1 hr
Hidrocarburos no metánicos (incluye etano, etileno, propano, butanos, pentanos, acetileno)	Gases de escape de vehículos de motor; evaporación de disolventes; procesos industriales; eliminación de residuos sólidos; combustión de combustibles	Reacciona con los óxidos de nitrógeno y la luz solar para formar oxidantes fotoquímicos
Dióxido de carbono (CO ₂)	Todas las fuentes de combustión	Posiblemente perjudicial para la salud en concentraciones superiores a 5000 ppm en 2-8 hr; los niveles atmosféricos se han incrementado desde unas 280 ppm hace un siglo a más de 350 ppm en la actualidad; probablemente esta tendencia esté contribuyendo a la generación del efecto invernadero

3.11 Anexo 3.4: Conversión de Unidades (ppm y ppb a Ug/m3 y Mg/m3)

Las concentraciones de metales y partículas del aire son expresadas, convencionalmente, en unidades de masa y las de los compuestos orgánicos e inorgánicos a menudo son expresadas en las siguientes unidades:

$$1 \text{ mg/m}^3 = 1,000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$$

$$1 \text{ } \mu\text{g/m}^3 = 1,000 \text{ ng/m}^3$$

$$1 \text{ ng/m}^3 = 1,000 \text{ pg/m}^3$$

Algunas veces, las concentraciones de los compuestos orgánicos e inorgánicos son expresadas en unidades de volumen, que sin embargo raramente son utilizadas para expresar las cantidades de metales y/o partículas:

$$1 \text{ ppm} = 1,000 \text{ ppb}$$

$$1 \text{ ppb} = 1,000 \text{ ppt}$$

Se necesita conocer el peso molecular (o atómico) de un contaminante para convertir las unidades de masa en unidades de volumen:

- Para convertir una concentración expresada en unidades de ppb a una concentración expresada en unidades de $\mu\text{g/m}^3$: multiplicar la concentración (en ppb) por el peso molecular del contaminante (en gramos/moles) y dividir por $24,45^{130}$.
- Para convertir una concentración expresada en unidades de $\mu\text{g/m}^3$ a una concentración expresada en unidades de ppb: multiplicar la concentración (en $\mu\text{g/m}^3$) por 24,45 y dividir por el peso molecular (en gramos/moles) del contaminante.

Fuente: Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos.

http://www.atsdr.cdc.gov/es/training/arsenico/conversion_unidades.html consultado el 9 de agosto de 2012.

¹³⁰ Esta cifra resulta del comportamiento de un mol (masa expresada en gramos) de gas a presión y temperatura normales (una atmósfera y temperatura expresada en grados Kelvin).

3.12 Bibliografía

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. www.epa.gov/air/criteria.html.

Anuario Estadístico de Transporte, Comunicación y Parque Vehicular 1980 a 2005. Vehículos motorizados.

Brown, B., F. Pia, S. Campos (2011) “Comparación de Costos Operativos del Sistema Nuevo y Antigo del Transporte Público de Santiago”. Seminario de Título de Ingeniero Comercial con Mención en Economía. Universidad de Chile, Facultad de Economía y Negocios. Santiago de Chile

Button, K., N. Ngoe y J. L. Hine (1993) “Modelling vehicle ownership and use in low income countries”, *Journal of Transport Economics and Policy*, 27(1), 51-67.

Centro premio nobel Mario Molina chile Ltda (2008). Análisis Retrospectivo de los impactos en Calidad del Aire, Emisiones e Impactos en Salud de los 10 primeros años del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana (1997-2007)”. Santiago de Chile.

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA, 2005) “Actualización del inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región 2005 Metropolitana”. Santiago de Chile.

Dargay, J., D. Gately y M. Sommer (2007) “Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030”, *The Energy Journal*, 28(4), 143-170

Galetovic, A. y Pablo Jordán (2006) “Santiago: ¿Dónde estamos?, ¿hacia dónde vamos?”, *Estudios Públicos No. 101*. Centro de Estudios Públicos.

Gobierno del Distrito Federal, página del sistema de monitoreo atmosférico, <http://www.df.gob.mx/index.php/sistema-de-monitoreo-atmosferico-de-la-ciudad-de-mexico>, consultada el 5 de agosto de 2012.

Heinrichs, D., K. Krellenberg, B. Hansjürgens y F. Martínez (2012) “*Risk Habitat Megacity*”. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Instituto Nacional de Estadísticas (2005) “Chile, ciudades, pueblos aldeas y caseríos”. Santiago de Chile.

Instituto Nacional de Estadística y Censos de Chile (varios años) “Anuario Estadístico de Transporte y Comunicación: 1980 al 2004, Motorización”. Santiago de Chile.

IPCC (2006) “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 (Energy)” Preparado por the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H. S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan

Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2011) “Informe del Estado del Medio Ambiente 2011”. Disponible en <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-52016.html>

Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005) “Guías de Calidad del Aire de la OMS Relativas al Material Particulado, el Ozono, el Dióxido de Nitrógeno, y el Dióxido de Azufre”. OMS.

Pardo, V. y M. Pedrosa (2012) “Evaluación de las Mejoras Ambientales en el Transporte Público en Santiago, 2007-2010”. CEPAL-AECID, Santiago, 2012.

Parlamento Europeo (2008) “Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo desde 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire del ambiente y una atmosfera más limpia en Europa”. Unión Europea.

Bases de datos:

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos. http://www.atsdr.cdc.gov/es/training/arsenico/conversion_unidades.html. Consultado el 9 de agosto de 2012.

División de Desarrollo Sostenible. Emisiones de CO2. Cálculo realizado con base en los factores de emisión del IPCC (2006).

CEPAL, Información estadística: CEPALSTAT. Santiago de Chile.

ILPES, CEPAL. PIB: Series de datos anuales, valores constantes, 1996.

Fuentes del Gobierno Regional Metropolitano:

<http://www.gobiernosantiago.cl/>

<http://www.subdere.gov.cl/divisi%C3%B3n-administrativa-de-chile/gobierno-regional-metropolitano-de-santiago>.

<http://www.gobiernotransparentechile.cl/directorio/entidad/2/81>.

Banco Central de Chile. <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>

Comisión Nacional de Energía. Consumo de combustibles (m3), varios años.

Inventario de Emisiones de la Región Metropolitana. Contaminantes.

Sistema Nacional de Información. Contaminantes locales.

CAPÍTULO IV

**LOS INSTRUMENTOS ECONÓMICOS DISPONIBLES EN LA
RM PARA MITIGAR EXTERNALIDADES DEL TRANSPORTE
PRIVADO**

4 Los instrumentos económicos disponibles en la RM para mitigar externalidades del transporte privado

4.1 Introducción

En este capítulo se hace una revisión de los instrumentos económicos disponibles en la RM que tienen efectos tanto directos sobre el consumo, como indirectos sobre la demanda de viajes, de autos y por ello sobre las emisiones y la congestión. En las políticas disponibles se pueden distinguir las regulatorias y las de mercado o instrumentos económicos. Estas segundas se pueden distinguir entre las relacionadas con los precios (impuestos, cargos y subsidios) y las relativas a cantidades (permisos y certificados). Nos concentraremos en el análisis de los instrumentos de mercado por enviar señales vía precios para el cambio de conductas, dado que estas señales abren opciones individuales flexibles, dependiendo de elecciones sobre características del auto, modos de transporte, horarios y, lugares para hacer uso del automóvil.

Además tienen impactos sobre la recaudación de fondos públicos y por tanto, un potencial de financiamiento para la mejora del sistema de transporte como alternativa al transporte privado en automóvil (Thielmann y Schwaab, 2001; Santos, *et al.*, 2010). Tienen, asimismo, el efecto pedagógico de visibilizar los reales costos del transporte privado (Naciones Unidas, 2011)¹³¹.

Se reconocen las limitaciones de los instrumentos de mercado para alcanzar un nivel de emisiones óptimo, la celeridad u oportunidad de las respuestas, la posible pérdida de competitividad de la urbe y una eventual reducción de la base de ingresos, conforme se afinca la conducta buscada. Estas objeciones pueden ser significativas. Dado que en Santiago no existe una capacidad de carga definida aún, esa capacidad de carga puede ser rebasada por los niveles altos de contaminación y de congestión, llevando a un peligroso descenso de la calidad del aire local y al colapso vial por congestión. Por lo tanto el cambio deseado puede ser demasiado gradual y lento, aunque se produzca en el sentido deseado.

¹³¹ Ver el lineamiento 3 para el Desarrollo Sostenible: Internalizar los costos y beneficios ambientales y sociales de las decisiones económicas, públicas y privada, en La Sostenibilidad del Desarrollo a 20 Años de la Cumbre para la Tierra. Avances, brechas y lineamientos estratégicos para América Latina y el Caribe. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, CEPAL, Santiago de Chile, 2012.

Con relación a la preocupación por una eventual pérdida de competitividad urbana o comercial por aumentos en los precios de los combustibles fósiles, es importante considerar que éstos sólo son repercutibles a los servicios ofrecidos en la Región Metropolitana y podría afectar servicios como el turismo. Las principales exportaciones del país, como se señaló en la primera parte de esta investigación, son producidas fuera de Santiago. Un reordenamiento del tránsito y una mejora de la calidad del aire pueden contrapesar dichos aumentos. En cuanto a la magnitud y finitud de los recursos recaudados, es posible estimar los cambios tanto en emisiones como en recaudación con base en las elasticidades actuales, y calcular el monto total de recursos financieros que la medida podría rendir y su capacidad de contribuir a la mejora del transporte público. Una vez que la recaudación se haya reducido hasta un punto dado, se habrá logrado la mejora buscada del transporte público hasta donde sea posible con este enfoque de política económica (Thielmann, December 2001, pág. 26).

Es importante dejar en claro que al buscar disminuir las externalidades por emisión de contaminantes y congestión no se busca paralizar la actividad en las ciudades¹³², sino modificar gradualmente y a partir del reconocimiento de las limitaciones en las medidas aplicadas, los patrones de producción y consumo hacia otros más limpios, incluidos los relativos a las opciones de movilidad y uso del espacio. A fin de corregir las fallas de mercado y de gobierno que resultan en externalidades atmosféricas y de congestión se han identificado medidas para la reducción de la tenencia de vehículos y para la reducción de su uso, las que se describen y analizan a continuación (Thielmann, December 2001).

4.2 Instrumentos económicos relacionados con la tenencia de vehículos

La aplicación de impuestos a los vehículos puede responder a varios argumentos y cumplir simultáneamente más de un objetivo, pero su incidencia fundamental potencial o real es sobre la tasa de motorización.

¹³² El ministro de medio ambiente canadiense declaró el 11 de diciembre de 2012, al regresar de la 17 Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Cambio Climático que para cumplir con su compromiso en el Protocolo de Kioto se tendrían que retirar todos los vehículos de circulación y cerrar toda calefacción en edificios, como argumento insostenible, interesado y autoprofético, pues su propia administración ya había hecho más difícil aún el cumplimiento con el Protocolo. New York Times, 12 de Diciembre de 2012.

La base conceptual para la aplicación de tributos a la tenencia, es su contribución genérica al costo de provisión de infraestructura, y podría extenderse a la internalización del desgaste de la infraestructura o de la degradación de la calidad atmosférica.

En su versión más básica, menos refinada, equivale a un pago por acceder al sistema vial y no por el uso real que entrega la vialidad. Por ello, una vez pagado el impuesto y el auto, se transforma en un incentivo al uso de los vehículos para maximizar la utilidad vis a vis el impuesto. La aplicación de impuestos a los vehículos se toma como contribución imprecisa y por ello genérica y por regla general insuficiente, al financiamiento de los costos para la dotación y operación de la infraestructura. El impuesto a la tenencia de vehículos permite distinguir por tipo de vehículo, usualmente por peso y fecha de fabricación, tamaño o potencia del motor y por tipo de combustible, lo que permite un diseño progresivo puesto que a mayor tamaño mayor costo, normalmente. Visto de otro modo, el impuesto distingue el desgaste y costo que impone a la infraestructura, el peso creciente. Al ser los vehículos pesados en general, más caros y ser adquiridos por personas de mayores ingresos, la aplicación de un impuesto creciente por peso es progresiva desde el punto de vista del ingreso.

Pero también podría introducirse el criterio del potencial contaminante con base en el etiquetado energético de los vehículos, o bien hacerse como un instrumento fiscal neutro como en el caso del enfoque “bonus-malus”, como se aborda más adelante en el capítulo. Conceptualmente el impuesto al vehículo se asimilaría entonces a un cobro por el acceso a la función de sumidero de la atmósfera local y global, además de inducir la compra de vehículos de menor consumo o emisiones.

No se descarta, pues, un cargo basado en conceptos y mecanismos más modernos y/o combinados como formas de aplicar un impuesto progresivo, que refleje apropiadamente el costo de introducción y mantenimiento de infraestructura y el costo de acceso a un recurso natural, la atmósfera, que hoy no tiene costo.

El cobro del impuesto puede ser aplicado una sola vez, en el momento de la compra o bien como anualidad. El impuesto anual por ser más flexible, permite realizar ajustes que pueden reflejar los costos cambiantes de la infraestructura o el mayor nivel de presión sobre el medio ambiente, por ejemplo si el impuesto cambia en función no sólo del potencial contaminante, creciente con la edad de los vehículos, y además considerar el creciente nivel de saturación de la cuenca atmosférica.

Los impuestos son aplicables a la compra, tenencia, transferencia y destrucción de vehículos. Sus objetivos, además de los declaradamente recaudatorios, pueden ser, explícitamente la reducción de la tenencia de autos y/o de sus registros (una posibilidad es la compra del auto y demorar su puesta en uso, por ejemplo por razones de status, como bien posicional). Aplicar combinadamente el impuesto a la tenencia y al registro, puede ser una forma de aumentar el desincentivo a la motorización.

4.2.1 El registro del auto.

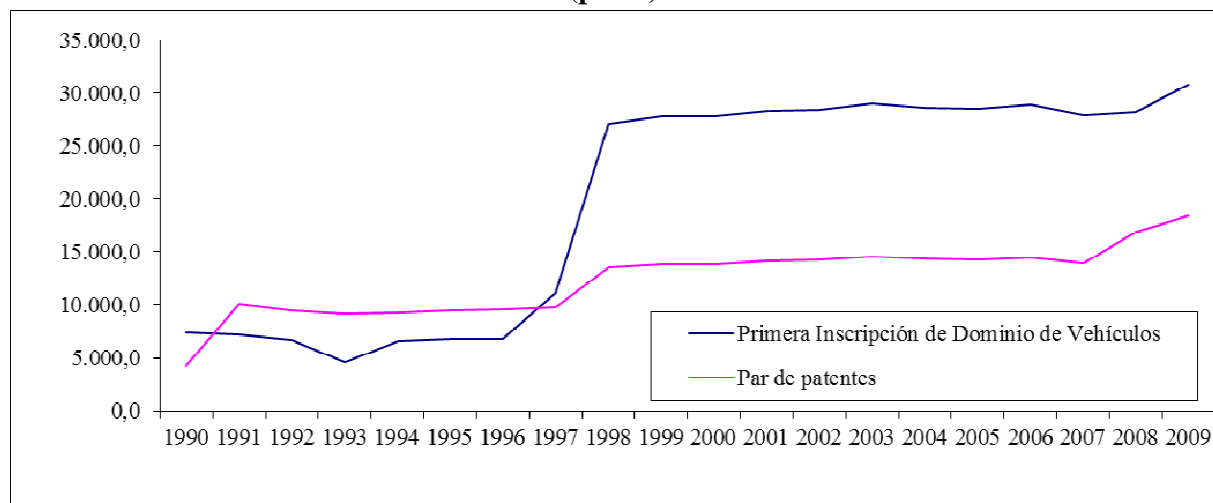
Actualmente en Chile no se aplica un impuesto ni a la tenencia ni a la destrucción del auto. Se aplica el impuesto al valor agregado al momento de la compra de 19%, impuesto que no forma parte del universo de análisis por no ser específico a los automotores y 6 % ciento ad valorem por derechos de aduana, también aplicable a toda importación. Se aplica, sin embargo, un cobro por registro, por la llamada “Primera Inscripción de Dominio de Vehículos¹³³” en el Registro Civil y la emisión de las placas para los autos nuevos. La variación de los precios en pesos corrientes entre 1990 y 2009 se presenta en el Gráfico 4.1. Ambos valores han mostrado una tendencia similar con picos de crecimiento en distintos momento¹³⁴. En el caso de la Primera Inscripción, este se observa entre los años, 1996 y 1997. A partir del año 2009 y hasta el presente, el valor se ha mantenido constante. En el caso de la emisión de las placas, el pico se observa un año más tarde, entre 1997 y 1998. Dicho valor percibió además, otro aumento

¹³³ Todos los vehículos motorizados que circulen por calles y caminos públicos deben estar inscritos en este Registro, según lo establecen la Ley N° 18.290 de 1984 (Ley de Tránsito) y el D.S. N° 1.111/84 (Reglamento del Registro de Vehículos Motorizados). Los valores actuales están vigentes a contar del 01-03-2009 y fueron aprobados por los Decreto Exento de Precios N° 451/2009, y el Decreto Exento N° 649, del Ministerio Justicia, publicados en el Diario Oficial el 02-02-2009 y el 19-02-2009.

¹³⁴ De acuerdo a la Ley 8.290, los montos y los respectivos reajustes son definidos por decretos supremos del Ministerio de Justicia.

significativo entre los años 2007-2008. Los valores del gráfico fueron calculados a valor presente del 2008.

Gráfico 4.1. Variación del valor de la primera inscripción y emisión de placas, 1990-2009 (pesos)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Registro Civil, 2012.

Nota: Cifras en pesos.

4.2.2 El permiso de circulación

Adicionalmente se aplica un cobro anual por el emplacamiento o patente del auto, equivalente al permiso de circulación de la flota vehicular. Este cobro es uno de los componentes de los ingresos municipales, que contribuye al Fondo Común Municipal (FCM), y en el año 2009, correspondió a un 19% de dicho Fondo, como se puede apreciar en el Gráfico 4.2. A partir de la modificación de la Ley¹³⁵ respectiva, el FCM representó, en el 2009, un 31%¹³⁶ en promedio de

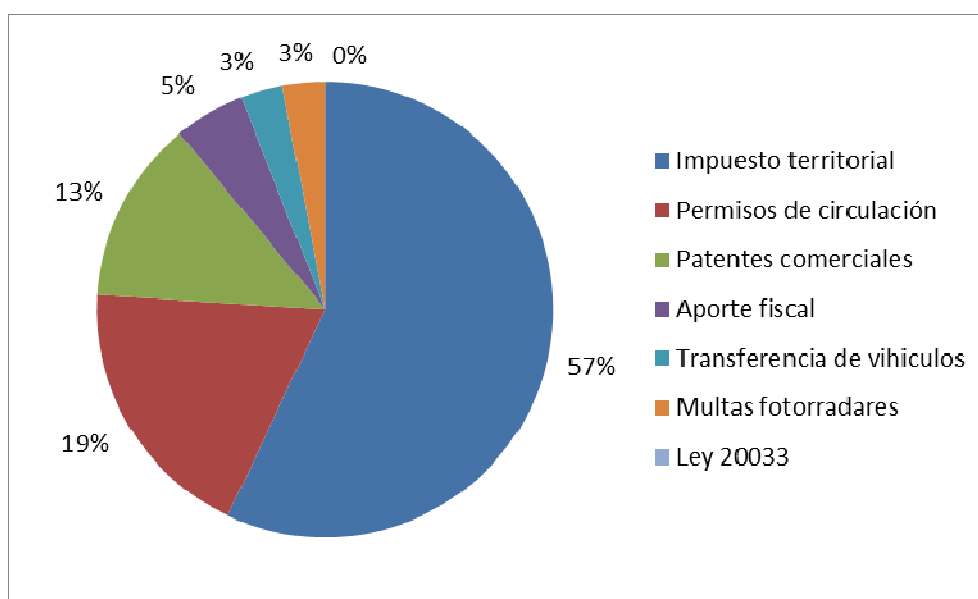
¹³⁵ La configuración actual del Fondo Común Municipal y sus mecanismos de funcionamiento se determinan principalmente a través de la ley 20.037, promulgada el año 2007, la cual establece el marco general del FCM en la ley sobre rentas municipales y la orgánica constitucional de municipalidad, y por el decreto 1.293 del Ministerio del Interior, promulgado el año 2009, que establece aspectos procesales y formulas de cálculo de los coeficientes utilizados. El sistema de financiamiento municipal está definido en la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades y en el Decreto Ley 2.385 del 2010 de Rentas Municipales, incluyendo el reglamento del Fondo Común Municipal

¹³⁶ Este valor puede ser diferente para cada comuna, dada la conformación de los ingresos municipales:

- 1) Ingresos Propios Permanentes:
 - a. Rentas de la propiedad municipal
 - b. El excedente del impuesto territorial recaudado una vez descontado el aporte al FCM
 - c. 37,5% de lo recaudado por permisos de circulación

los ingresos municipales¹³⁷. Dichos ingresos están compuestos además, de la recaudación por ingresos propios que alcanzó, un 42% en promedio en aquél año. El principal componente de los ingresos propios son los impuestos territoriales y las patentes, que aportan el 56% del total de estos. Las transferencias son recursos para financiar directamente programas sectoriales. Los principales son los de educación y salud, además de vivienda, protección social, seguridad, urbanismo, y los proyectos de inversión obtenidos a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional.

Gráfico 4.2. Composición del FCM en 2009



Fuente: Centro de Sistemas Públicos, 2011.

El comportamiento del valor de los permisos de circulación, a precio constante en pesos chilenos para el período 1990-2009 y el del parque vehicular nacional, se presentan en el Gráfico 4.3, abajo, pudiéndose observar que en el año 2009 alcanzó un valor cercano a 84 dólares. En el año

- d. Los ingresos por recaudación de patentes municipales de beneficio directo
- e. Los ingresos por patentes mineras y acuícolas
- f. Derechos de aseo
- g. Ingresos por licencias de conducir y similares.
- h. Derechos varios
- i. Ingresos por concesiones
- j. Ingresos por el impuesto a las sociedades operadoras de casino
- k. Ingresos por multas de beneficio directo y sanciones pecuniarias

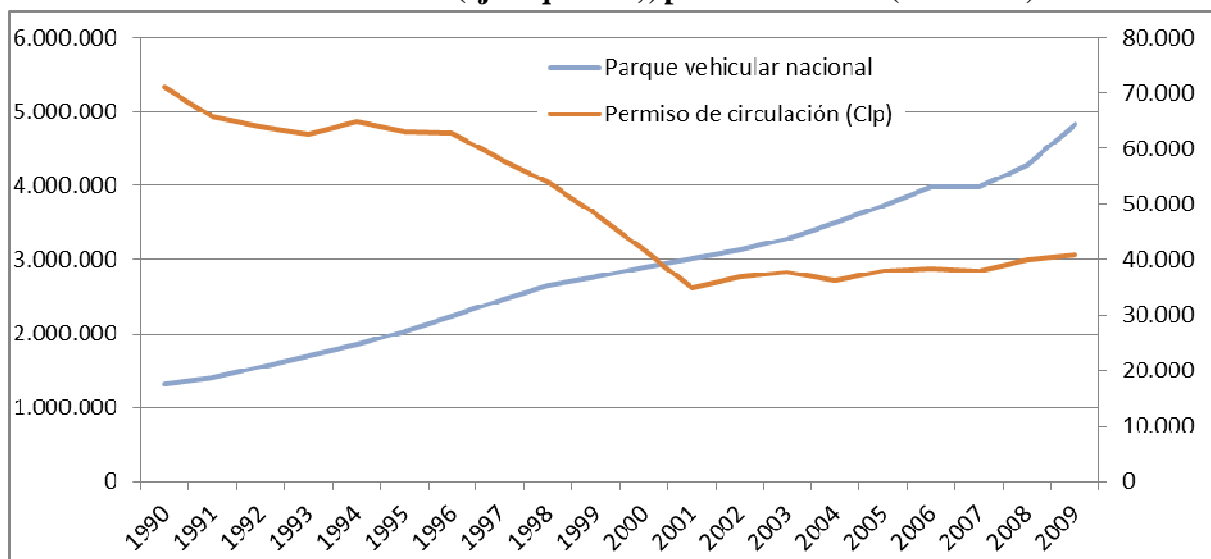
2) Fondo Común Municipal

3) Transferencias (Programas sectoriales y fondos concursables para la inversión)

¹³⁷ Centro de Sistemas Públicos, 2011.

1990, este monto era de 142 dólares. En paralelo, el comportamiento del parque vehicular nacional casi se ha quintuplicado en el mismo período. La reducción del costo de las patentes es un estímulo más al aumento del parque vehicular, especialmente de vehículos de alto costo, cuyo impacto en el precio final es significativo, y cuyo comportamiento, a su vez, incide en el costo de la patente, como se puede observa en el Gráfico 4.3.

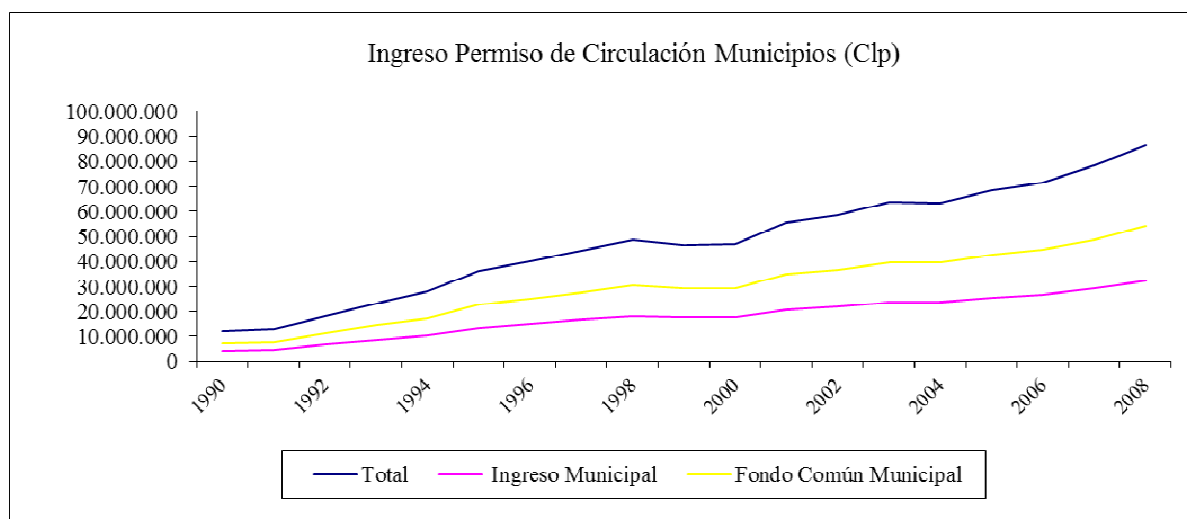
Gráfico 4.3. Valor del permiso de circulación (eje derecho) y evolución de parque automotriz nacional (eje izquierdo), pesos constantes (2008=100)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Instituto Nacional de Estadísticas, 2011.

Los cobros por permisos de circulación (patente o emplacamiento) representan un ingreso importante para las finanzas municipales, como se señaló anteriormente. Por tanto la proliferación de autos y las obras públicas pro auto en los municipios en sus respectivas jurisdicciones se refuerzan entre sí haciendo difíciles los cambios de conducta. La evolución del ingreso municipal para el período 1990-2008, se presenta en el Gráfico 4.5. En el año 2008, el ingreso por permisos de circulación fue 11% del total de los ingresos municipales. En el año 2009, bajó a 6%, debido fundamentalmente a la crisis del año 2008, que se reflejó en la recaudación del año siguiente. Pero si se analiza el comportamiento del parque automotriz, que en los últimos veinte años casi se ha quintuplicado, la tendencia de dicho ingreso se seguirá manteniendo, e incluso aumentará su participación en el total de ingresos de los municipios.

Gráfico 4.4. Evolución ingreso municipal entre 1990 y 2008



Fuente: Datos de 1990 - 2000 Contraloría General de la República. Datos de 2001-2008 -2008 SINIM (Sistema Nacional de Información Municipal) <http://www.sinim.gov.cl/>. Accedido 27/04/10.

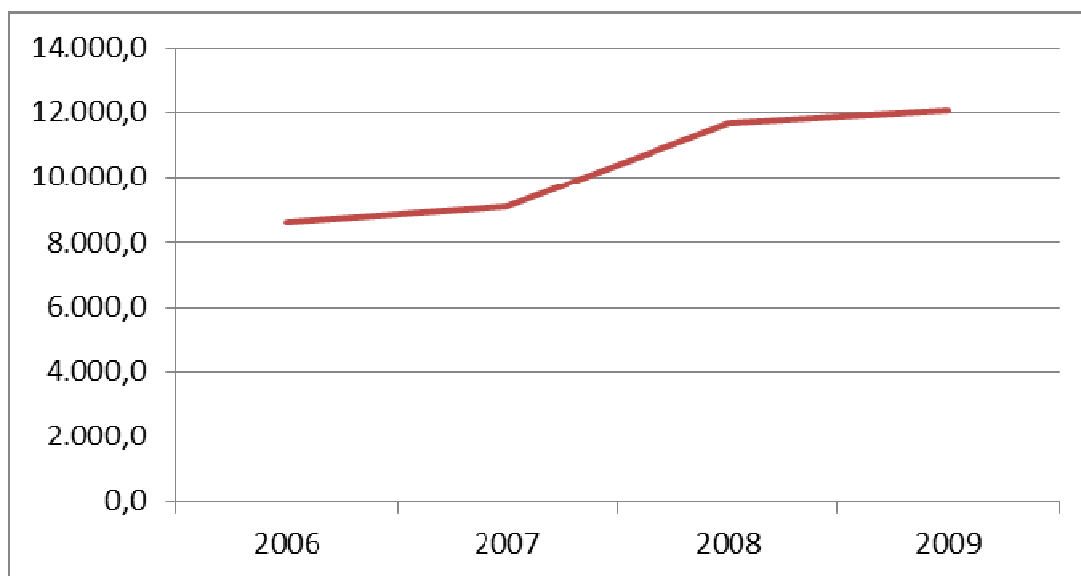
Nota: Cifras en pesos.

Los recursos canalizados hacia el FCM se reparten entre todos los municipios a fin de balancear la disparidad de ingresos producto de la segregación socio-espacial del país, y especialmente de Santiago, donde los mayores recursos están precisamente en los municipios donde está la población de mayores ingresos y la mayor motorización (Lo Barnechea, Las Condes, La Dehesa, Vitacura y Providencia).

4.2.3 El Seguro Obligatorio

El valor del seguro anual obligatorio (SOAP), que debe ser adquirido junto con el permiso de circulación, se ha ido incrementando gradualmente, como se puede observar en el Gráfico 4.5. A diciembre de 2006 su costo fue cercano a los 15 dólares, percibiendo un incremento de alrededor de 30% entre los años 2006 y 2009. En el 2012 el costo del SOAP se redujo considerablemente, alcanzando 8,900 pesos chilenos, equivalentes a 18 dólares (aproximadamente). Este cobro no es aplicado por el gobierno, sino por empresas aseguradoras privadas, por lo tanto, su comportamiento está condicionado a la competencia y comportamiento del mercado.

Gráfico 4.5. Evolución de costo del SOAP



Fuente: Serie de precios anuales Instituto Nacional de Estadística, 2010.

Nota: Cifras en pesos corrientes.

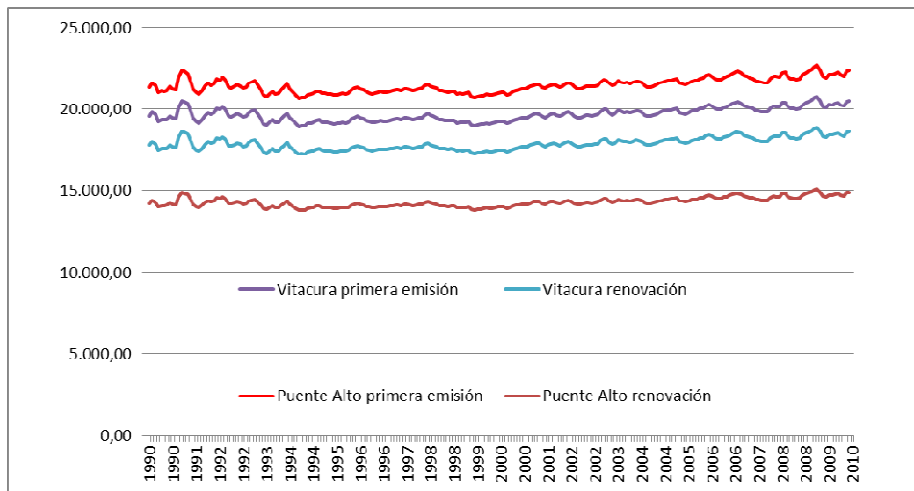
En el país se aplican otros cargos que encarecen la tenencia, cuyo valor depende de cada comuna por concepto de licencias de manejo, impuesto a la transferencia de autos usados, a la “declaración consensual”, al momento de la reventa.

4.2.4 La licencia de manejo

El costo de la licencia de manejo se establece por Ordenanza Municipal y en Unidades Tributarias Mensuales¹³⁸ (UTM) y varía entre comunas, como se puede observar en el Gráfico 4.7, en el cual se compara el costo de emisión de la primera licencia de manejo y de su renovación, en dos comunas de la Región Metropolitana. En ambos casos, los montos no variaron entre los años 1990 y el 2010 (en precios corrientes al 2008), lapso que coincide con el aumento del parque automotriz.

¹³⁸ Unidad de Cuenta que se aplica a las deudas para mantener constante su valor, y que tiene una tasa de depreciación relacionada con la inflación.

Gráfico 4.6. Costo de licencias de conducir en las comunas de Vitacura y Puente Alto

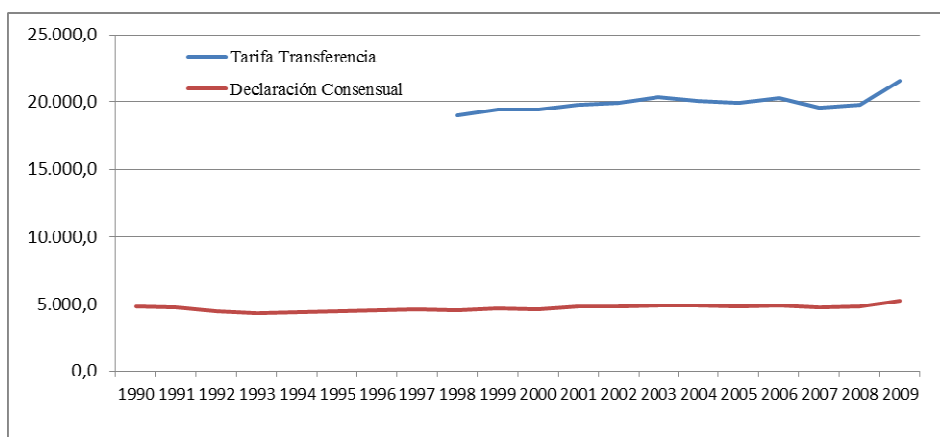


Fuente: Ordenanza de derechos de rentas de la Municipalidad de Vitacura. Ordenanza n° 1/ 2010. Decreto Alcaldicio n° 10/ 3016, 22/10/09.

4.2.5 Cobros a la venta.

La evolución del cargo por venta de vehículos usados y la Declaración Consensual de dicha venta se presenta en el siguiente gráfico (Gráfico 4.8). En el caso de la Declaración, los datos corresponden al período 1990-2010 y para la tarifa de Transferencia, a 1998-2010. En ambos casos, los valores no cambiaron en los años analizados.¹³⁹

Gráfico 4.7. Evolución del cargo por venta de vehículos usados y la Declaración Consensual



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Registro Civil.

¹³⁹ El Servicio de Impuestos Interno cobra 1.5% de la tasación del auto

4.3 Instrumentos económicos para reducir el uso del vehículo

4.3.1 Impuestos a los combustibles fósiles.

El instrumento más relevante asociado al uso del automóvil en Chile es el impuesto a los combustibles fósiles¹⁴⁰. Este impuesto, al acumularse en función del kilometraje recorrido por el vehículo, es un desincentivo al uso. Dependiendo de su nivel contribuye, más o menos, a la internalización de las externalidades provocadas por las emisiones y por el desgaste de la infraestructura. Sin embargo, para países de América Latina y el Caribe su función de desincentivo a las emisiones es de escasa efectividad por la baja elasticidad de corto plazo del consumo con relación al precio y al uso del vehículo, una vez que los autos han sido adquiridos¹⁴¹. De ahí que su efecto en el corto plazo sea fundamentalmente recaudatorio y la imposición deba ser creciente y sostenida en el tiempo para modificar las elasticidades del consumidor, y de inducir la reducción de los kilómetros recorridos y la compra de modelos de menores consumos.

Los subsidios a los combustibles fósiles limitan la capacidad de innovación en materia de eficiencia energética¹⁴². A la inversa, un impuesto a los combustibles fósiles puede incentivar

¹⁴⁰En México, de forma anómala visto desde la normalidad fiscal, se usaron sobreprecios locales, sólo aplicados en el Distrito Federal. Presentación de Alejandro Encinas, ex Jefe de Gobierno del Distrito Federal y de Eduardo Vega, ex Secretario de Medio Ambiente de México, analizando la aplicación de un sobre precio a la gasolina, en acuerdo con Hacienda, en el Distrito Federal para alimentar el Fideicomiso asociado inicialmente a la recuperación de Vapores, Mejora de los Combustibles y posteriormente al mejoramiento y estudio de la Zona Metropolitana del Valle de México, como parte de un crédito ambiental otorgado por el Banco Mundial. Presentación de Alejandro Encinas. Talleres de Política Fiscal, 26 y 27 de enero de 2011, CEPAL, Santiago de Chile.

¹⁴¹Presentación de Luis Miguel Galindo en el Taller de Política Fiscal, 19 de enero de 2011, CEPAL, Santiago de Chile.

¹⁴² Los subsidios a los combustibles fósiles tienen las siguientes consecuencias negativas de acuerdo con el FMI: 1.-“... desalientan las inversiones de empresas privadas y estatales en el sector de la energía para ampliar la producción”...2.-“...” absorben recursos que podrían usarse en gastos públicos que estimulen el crecimiento, incluidos gastos en infraestructura, educación, salud y la red de protección social. Algunos países gastan más en subsidios a la energía que en salud y educación pública, en perjuicio del desarrollo del capital humano.”...3.-“...”provocan que los recursos se asignen de manera ineficiente a actividades de uso intensivo de capital y energía, con una utilización excesiva de tecnologías subsidiadas. La reforma de los subsidios puede propiciar una asignación más eficiente de los recursos, lo cual ayudará a promover un mayor crecimiento económico a largo plazo. La eliminación de los subsidios a la energía también puede prolongar la disponibilidad de recursos energéticos no renovables y reforzar **los incentivos para investigación y desarrollo de tecnologías alternativas y de ahorro de energía.**”...4.-“...”ejercen presión sobre la balanza de pagos de los países que son importadores netos de energía.”...5.-“agravan el cambio climático y empeoran la contaminación y la congestión locales. Con tan solo eliminar los subsidios preimpositivos, las emisiones de CO₂ se reducirían entre 1% y 2%... Dicho de otro modo,

mayor investigación y desarrollo en torno a dichos combustibles y sus sustitutos (como los biocombustibles), a los vehículos y a la gestión del tráfico, para lograr mayor eficiencia y menores consumos individuales, además de otros cobeneficios.

Cualquiera sea la efectividad del impuesto, inducirá en el margen (debido a sus bajas elasticidades precio) menores externalidades por la combinación de menor contaminación debido a los menores consumos, menor accidentalidad y menor congestión, que pueden ser contrapesados por los efectos de escala del parque automotor y en su caso, por el efecto rebote si se induce mayor eficiencia¹⁴³. Sin embargo, en este caso la reducción no es por mayor eficiencia sino por mayor precio, por lo que se esperaría que este efecto rebote no se produzca y en todo caso se produzca una sustitución modal en el transporte y no un aumento en el ingreso disponible.

Los impuestos a los combustibles no distinguen, empero, por el peso del vehículo ni por la hora o lugar de su quema, y no son capaces, por tanto, de internalizar equitativa y diferenciadamente los costos externos adicionales por congestión, por concentración geográfica de emisiones o por requerimientos adicionales de infraestructura (por ejemplo la mayor demanda de resistencia en puentes o la ampliación de carriles).

aproximadamente un 15% a 30% de una meta clave de reducción de emisiones puede lograrse con tan solo dejar de incentivar el uso excesivo de energía con subsidios preimpositivos.” Reforma de los subsidios a la energía: El camino por delante, Presentación de David Lipton, Primer Subdirector Gerente, Fondo Monetario Internacional 27 de marzo de 2013. Disponible en: <http://www.imf.org/external/spanish/np/speeches/2013/032713s.htm>.

¹⁴³ ..”Hay una confusión total de ideas al pensar que la economía en el uso de combustible equivale a un consumo menor. Lo cierto es lo contrario”. “Como norma, las nuevas formas de economizar conducen a un aumento en el consumo”. “Si la cantidad de carbón utilizado en un horno industrial, por ejemplo, disminuye en comparación con su rendimiento, las utilidades de ese oficio se incrementarán, atraerán nuevo capital, el precio del arrabio caerá pero su demanda se incrementará; y finalmente el mayor número de hornos más que compensará la reducción en el consumo de cada uno de ellos”. William Stanley Jevons, en *The Coal Question*, 1866, p.123, 124 y 125, citado en “The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements”. John Polimeni, Kozo Mayumi, et al. Earthscan. USA-UK, 2008, pp. ix y x del prefacio. También se cita en la presentación (en palabras distintas) de Jaume Freire González, ENT, Environment and Management de la Universitat Autònoma de Barcelona, Ier Encuentro de la Asociación de Economía Ecológica de España, Barcelona, 2-3 de junio de 2011, disponible en <http://www.ecoeco.es/wp-content/uploads/downloads/2011/06/Presentaci%C3%B3n-EcoEcoEs-Jaume-Freire-junio2011.pdf>, consultado el 14 de mayo de 2013. En ésta se clasifica el efecto rebote en directo, indirecto y para toda la economía, y donde se cita un efecto rebote del transporte vehicular de entre 10 y 30 por ciento con base en 22 estudios analizados por L. A. Greening, D. L. Greene y C. Difiglio (2000) “Energy Efficiency and consumption-the rebound effect-a survey”, *Energy Policy*, 28(6-7), 398-401.

En Chile se aplica un impuesto “específico” a los combustibles fósiles de 6 Unidades Tributarias Mensuales (UTM) por metro cúbico a 2012. Una UTM, en el 2008 equivalía a 37.652 pesos, correspondiente a unos 75 dólares. A marzo de 2012, su valor alcanzaba a los 39,412 pesos, lo que equivale a 79 dólares, o 7.9 centavos de dólar por litro. Al transformar las 6 UTM por metro cúbico a litros, el equivalente el impuesto específico de la gasolina equivalía a 48 centavos de dólares por litro. En el caso del diesel dicho impuesto alcanza 1.5 UTM por metro cúbico, equivalente a 12 centavos de dólar por litro.

Adicionalmente, derivado del diseño del Sistema de Protección al Consumidor (SIPCO) se aplica un impuesto contingente en caso de que el precio del petróleo se contraiga más allá del nivel inferior de la banda de valores de referencia, y un subsidio si el precio se ubica por arriba del umbral superior. En caso de estar entre dichos umbrales, no aplica acción fiscal.

El SIPCO fue creado el 24 de febrero de 2011 (Ley 20.493) para aumentar el subsidio a los fósiles ante las variaciones en los precios internacionales de los combustibles que repercuten sobre la gasolina automotriz, el petróleo diesel, el gas licuado de petróleo de uso vehicular y el gas natural comprimido de uso vehicular. Mantiene la cobertura del Fondo de Estabilización de Precios del Petróleo (FEPP) para el kerosene doméstico. El FEPP precedió al SIPCO. El sistema fijó una banda de 12,5% por sobre o bajo el precio internacional usado como referencia y no depende de un fondo, sino que actúa modificando el Impuesto Específico a los Combustibles (IEC) cobrado a los consumidores.

El FEPP entró en vigor en 1991 (Ley 19.030) con un respaldo de 200 millones de dólares. En marzo del año 2000, en vista del agotamiento del fondo, se promulgó la Ley 19.681 para incrementar sus recursos en 62.38 millones de dólares¹⁴⁴. Los consumos protegidos por el FEPP eran gasolina, kerosene doméstico, diesel, gas licuado, nafta y petróleo combustible. Entre los años 2000, cuando el FEPP recibió el fondeo mencionado anteriormente, y 2009, este fondo y el

¹⁴⁴ En su momento se especuló diciendo que se trataba de una aplicación de los ingresos extraordinarios de la compañía estatal de cobre CODELCO por el aumento del valor de la libra. Sin embargo en Chile no hay destinos específicos para los ingresos públicos, por lo que la recaudación extraordinaria aportada por CODELCO fue a Hacienda a los fondos generales. El fondeo de los subsidios solo puede atribuirse al cobre de manera indirecta.

Fondo de Estabilización de Precios de los Combustibles Derivados del Petróleo, FEPC¹⁴⁵, generaron un costo fiscal neto acumulado de US\$ 1.177 millones. La existencia de ambos fondos impactó además la recaudación de Impuesto al Valor Agregado, IVA, pues al subsidiar el precio final de los combustibles hizo que la recaudación de IVA fuera menor. El impuesto, cuando se aplicó, también fue excluido de la base de IVA (otra reducción al precio). Sumando ambas vías, la menor recaudación de IVA en aquella década se estima alcanzó US\$ 87 millones por efecto del FEPP y US\$ 230 millones por efecto del FEPC. El costo fiscal global alcanzó US\$ 2.344 millones en diez años, de los cuales US\$ 1.910 fueron entre 2006-2010. (Diario Oficial¹⁴⁶, 2011).

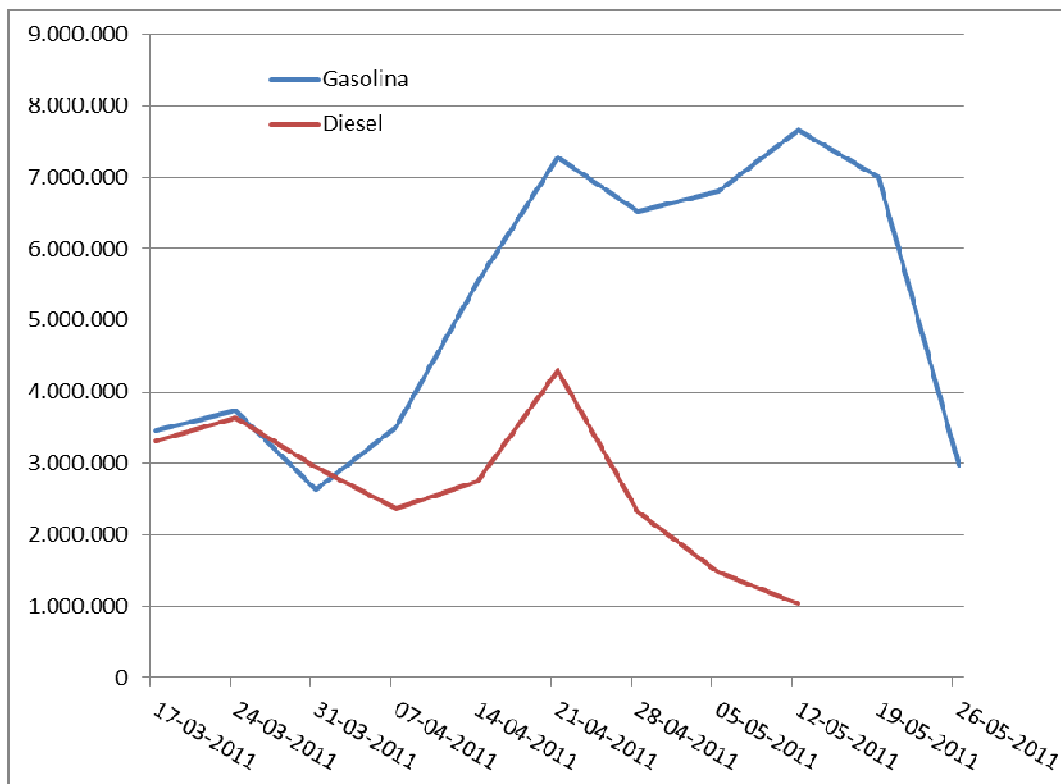
En el Grafico 4.9 se ilustra la participación del SIPCO, que entró en plena vigencia a fines de febrero de 2011. A julio del 2011 fue activado en once oportunidades (20 semanas¹⁴⁷), sumando un valor cercano a 57 millones de dólares para la gasolina. En el diesel, el sistema actuó en nueve oportunidades en el mismo período habiendo alcanzado 24 millones de dólares. Su aporte como desembolso de recursos públicos en esta primera etapa fue menor que los del FEPP y el FEPC, y su impacto en el valor de los combustibles ha sido fugaz, dado que estos han mantenido una tendencia al alza, concordante con la realidad internacional. El aumento del parque vehicular aumenta el consumo de combustibles lo que aumenta también la base de recaudación del Impuesto Específico a los Combustibles, con lo que se da produce un circuito autorreforzante donde el interés de Hacienda y los consumidores se tensa y se resuelve en espirales cada vez más amplias.

¹⁴⁵ El FEPC fue creado en 2005 en respuesta a la baja cobertura que entregó el FEPP después del huracán Katrina. Operó con un ancho de banda de +/-5% del precio de referencia y volvió a la tasa de cobertura previa a la reforma de 2000, que era de un 100% cualquiera fuera el tamaño del fondo. En junio de 2010 dejó de operar, pasando sus atribuciones al FEPP, para todos los combustibles.

¹⁴⁶ Diario Oficial de 14 febrero, 2011. Historia de la Ley N° 20.493. Crea un nuevo sistema de protección al contribuyente ante las variaciones en los precios internacionales de los combustibles.

¹⁴⁷ El valor de los combustibles en Chile, se reajusta semanalmente.

Gráfico 4.8. Subsidio del SIPCO entre marzo y julio de 2011

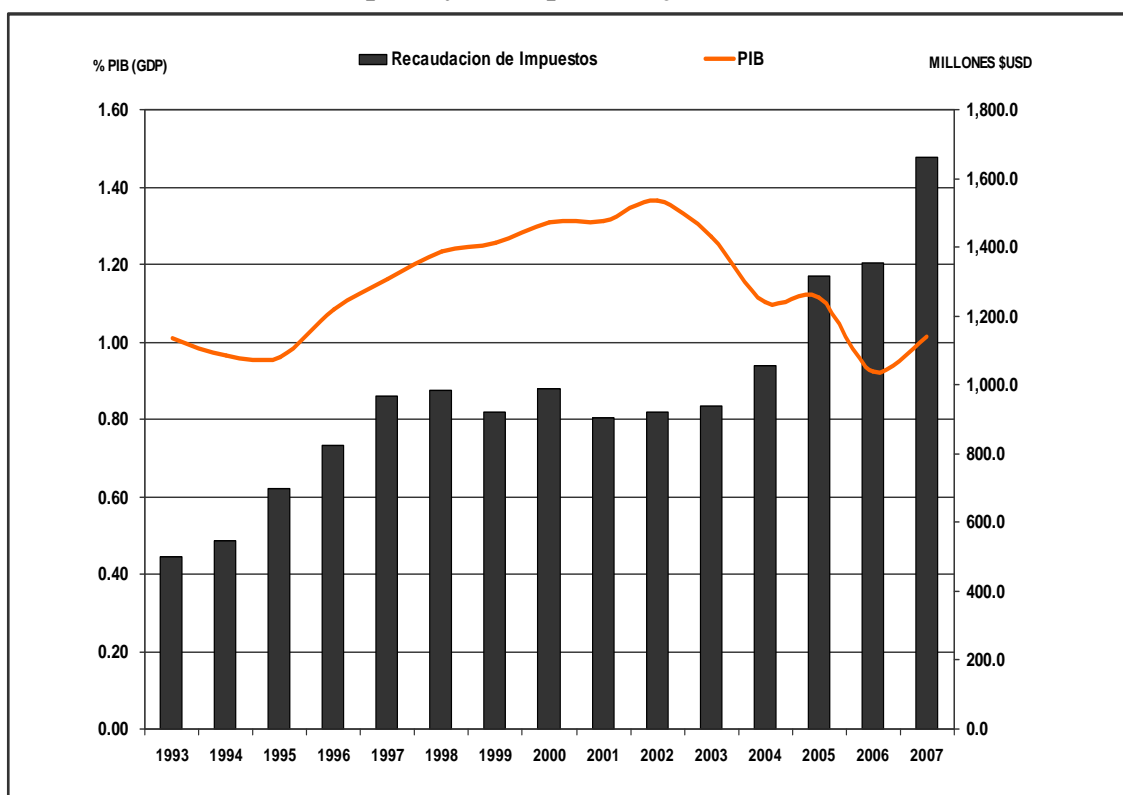


Fuente: Comisión Nacional de Energía, 2012.

Nota: Cifras en dólares de los Estados Unidos.

La política tributaria seguida no envía señales a favor de la sostenibilidad ambiental ni económica (ver capítulo dos) para el desarrollo del país, y para que la Región Metropolitana se descarbonice. Chile no es una excepción en el marco de la política latinoamericana reciente relativa al consumo de combustibles fósiles, caracterizada por la reducción de los impuestos para mitigar los impactos de los aumentos de precios internacionales de los combustibles fósiles. Al mismo tiempo la subida en el ingreso por la mejora en los términos de intercambio y su asociación al consumo energético resultó en un aumento de las emisiones, que ha mantenido la recaudación en aumento en términos absolutos, pero reduciéndose en términos de su importancia dentro del PIB, como se aprecia en el gráfico 4.10, abajo.

Gráfico 4.9. Ingresos tributarios provenientes de los impuestos a los combustibles líquidos en pesos y como porcentaje del PIB.



Fuente: Presentación de Hugo Altomonte “Alingning energy development and social development”. Ex Director de la División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, en Regional Conference, ARPEL, Sustainable Energy Development, Punta del Este, 31 de marzo de 2011.

La lógica ambiental sugiere hacer una diferenciación en los impuestos a favor de combustibles menos contaminantes como la gasolina sin plomo y a favor de la gasolina con relación al diesel. Sin embargo la lógica que en realidad opera está basada en el costo de producción y del costo de amortizar la tecnología para descontaminar los combustibles, haciéndolos más caros en el mercado y por tanto enviando una señal contradictoria con la sostenibilidad. Esto refleja con claridad el efecto de la contabilidad parcial de costos y beneficios en el proceso de producción y de inversión, pues ni daño ni ventaja ambiental se valoran en los procesos de inversión y comercialización haciendo que el funcionamiento normal de la economía opere en contra, en lugar de a favor de la sostenibilidad del desarrollo.¹⁴⁸

¹⁴⁸ Ver lineamientos 2y 3 del documento sobre contabilidad plena y sostenibilidad en “El desarrollo sostenible a 20 de la Cumbre para la Tierra : avances, brechas y lineamientos estratégicos para América Latina y el Caribe”, marzo de 2012, CEPAL, Santiago de Chile.

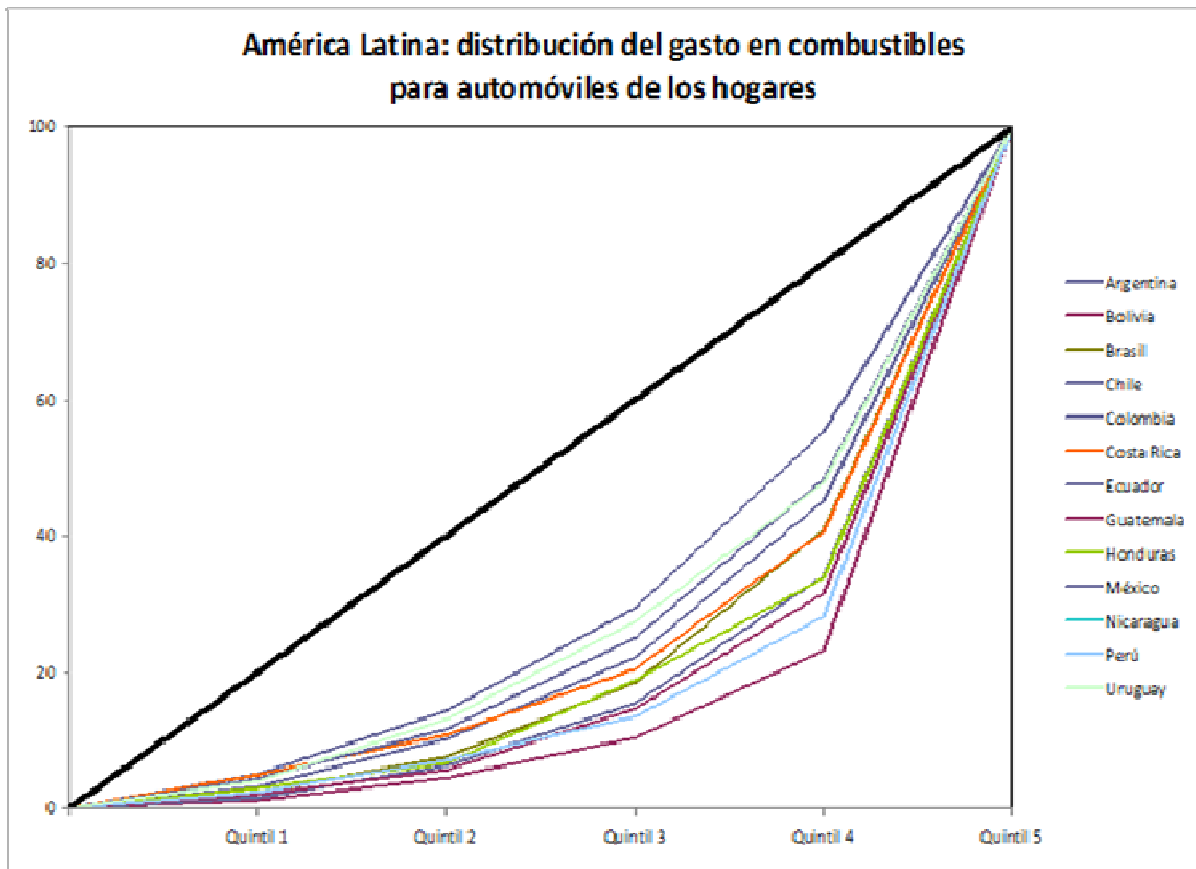
A esta lógica se añaden intereses sectoriales, o de política macroeconómica como la estabilización de precios, que conjugan el interés de transportistas con el de las autoridades hacendarias que también hacen que el diesel tenga una menor carga tributaria que las gasolinas.

En los países europeos, a la inversa, se optó por acelerar la eliminación del plomo en las gasolinas encareciendo la gasolina plomada con relación a la gasolina sin plomo. En dichos países además, se ha tendido a gravar el diesel por su aporte a contaminantes como el NO₂ y el material particulado fino (PM 2.5). También se optó por incentivar el uso de convertidores catalíticos que no son compatibles con las gasolinas con plomo, acelerando su adopción mediante una rebaja al pago en vías de cuota¹⁴⁹.

Respecto a la distribución de los subsidios a la gasolina, existe evidencia de su clara regresividad. Esto se debe a que la tenencia de autos privados en Chile y el resto de los países de América Latina, está concentrada en los sectores de más altos ingresos. El Gráfico 4.11 muestra la distribución del consumo de gasolinas y por tanto la distribución del subsidio en América Latina y el Caribe (ALC) donde, al igual que en Chile, se concentra en los quintiles de mayor ingreso.

¹⁴⁹ In all European countries...the higher tax levied on leaded fuel significantly contributed to the phase-in of unleaded petrol into the market. Also, in Eastern European countries a mix of tax differentials between leaded and unleaded gasoline and discounted road tax charges for cars equipped with catalytic converters have been successfully applied to phase out leaded gasoline (e.g. in Slovakia). (Thielmann, December 2001), p. 65.

Gráfico 4.10. Gasto en combustibles según quintiles de ingreso en países de ALC



Fuente: Presentación de Hugo Altomonte “Aligning energy development and social development”, Director de la División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, en Regional Conference, ARPEL, Sustainable Energy Development, Punta del Este, 31 de marzo de 2011.

El monto de estos subsidios es significativo con relación a otros renglones de gasto, como se puede apreciar en la Tabla 4.1, abajo, que muestra su monto relativo al Producto Interno Bruto y al gasto de salud para algunos países de América Latina. Irónicamente el gasto en salud se incrementa por efecto, así sea parcial, de los propios subsidios al consumo de fósiles.

Tabla 4.1. América Latina (Países Seleccionados): Subsidios A Los Combustibles Fósiles Y Gasto Público En Salud, 2008-2010

(En miles de millones de dólares y porcentajes del PIB)

	Subsidios a los combustibles fósiles						Gasto público en salud	
	<i>(en miles de millones de dólares)</i>			<i>(en porcentajes del PIB)</i>			<i>(en porcentajes del PIB)</i>	
	2008	2009	2010	2008	2009	2010		
Argentina	18,1	5,9	6,5	5,5	1,9	1,8	5,3	(2008)
Colombia	1,0	0,3	0,5	0,4	0,1	0,2	1,9	(2009)
Ecuador	4,6	1,6	3,7	8,4	3,1	6,7	1,3	(2006)
El Salvador	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	5,6	3,4	(2007)
México	22,5	3,4	9,5	2,1	0,4	0,9	2,8	(2008)
Perú	0,6	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	1,2	(2008)
Venezuela (República Bolivariana de)	24,2	14,1	20,0	7,8	4,3	5,1	1,8	(2006)

Fuente: División de Desarrollo Sostenible propia sobre la base de montos de subsidios a los combustibles fósiles publicados en Agencia Internacional de Energía (AIE), *World Energy Outlook 2011* [en línea] <http://www.iea.org/subsidy/index.html>; Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), cifras oficiales de PIB y base de datos sobre gasto social para el gasto público en salud. En **La Sostenibilidad del Desarrollo a 20 Años de la Cumbre para la Tierra. Avances, brechas y lineamientos estratégicos para América Latina y el Caribe.**, CEPAL, Santiago de Chile, 201

4.3.2 Cargos por verificaciones técnicas a los vehículos

En Chile (como en la ZMCM) se exige la verificación del nivel de emisiones de los autos dentro de las respectivas normas como una autorización adicional para circular. Es, en efecto, por su diseño, un complemento a los costos de tenencia, pues se basan en año y modelo del vehículo para su aplicación. Sin embargo, considerando la naturaleza técnica y detallada del ejercicio de verificación de emisiones, con un esfuerzo marginal se podría ajustar mejor para hacerla con base en el kilometraje/peso/emisiones, internalizando así de manera más precisa los costos externos de usar los vehículos período a período. Actualmente los recursos van a los talleres concesionados y éstos a su vez pagan el costo de la concesión. Una parte del costo de la

concesión podría entonces ser calculada con base en las variables adicionales mencionadas y los ingresos adicionales, ser recaudados por parte de la autoridad local.

Es importante recordar en este punto las implicaciones distributivas de las distintas formas de costeo-tributación. Los impuestos a los fósiles son de tipo nacional, mientras que los de tenencia y otros de uso del vehículo (distintos del consumo de fósiles y salvo que exista un sobreprecio local) son fundamentalmente locales.

En Chile, el valor de la verificación de los vehículos puede presentar diferencias entre comunas. En efecto, en las comunas de la RM el año 2012, este varió, de 8 a 20 dólares. Los montos son definidos en los procesos de licitación del servicio que es realizado por empresas privadas, lo que ha incidido en los precios, puesto que se adjudican a los que ofrecen los más bajos. Las bases de licitación están vigentes desde el año 2003.

4.3.3 Incentivos a la ocupación de los vehículos y a menores emisiones per cápita

Los cargos o descuentos, cuando existen, se basan en el nivel de ocupación. El objetivo es desincentivar la subutilización de auto y reducir el consumo/emisiones per cápita. Si los cargos aplican al kilometraje recorrido, el objetivo será inducir menores viajes de media distancia y distribuir mejor el uso de las vías o zonas de peaje y potencialmente entre distintos modos de transporte de personas. En Chile no se aplican cargos a la ocupación de los vehículos, tampoco se ha establecido algún incentivo como el que se aplica en Los Ángeles, California, para que los autos circulen con una mayor cantidad de ocupantes.

4.3.4 Otros instrumentos con impacto sobre la demanda de viajes, sin objetivos ambientales, con impacto ambiental y demandantes de gasto público

4.3.4.1 Ralentización del tránsito (*traffic calming*)

Estas políticas no se traducen en instrumentos económicos sino en disuasores basados en infraestructura. Tienen por objetivo la reducción de la velocidad del tráfico básicamente por

motivos de seguridad y de mitigación de la accidentalidad. Incluyen pavimentos poco apropiados a las altas velocidades, obstáculos en el camino como topes o lomos de toro y señalización vial que reduce la velocidad. Sin embargo podrían incluirse en esta categoría la operación de las señales de tránsito desincronizada en los corredores viales, con poco tiempo en verde, con sincronía en el rojo y con largos tiempos de detención. Estas medidas reducen el atractivo del auto privado si son aplicadas de manera generalizada, y canalizan el tráfico hacia corredores viales cuando son aplicadas de manera selectiva a ciertas vías, que así dejan de servir como lugares de paso o corredores y se tornan aptas sólo para la demanda local de tránsito. En su contra, no se traducen en ingresos fiscales y su introducción requiere de inversión en infraestructura *ad-hoc*.

4.3.4.2 El atractivo del transporte público para disminuir el uso del auto

Subsidios al transporte público para reducir sus tarifas¹⁵⁰. Además de instrumentos como los reseñados arriba para modificar la demanda de viajes, la OCDE considera como parte de una estrategia integral¹⁵¹ la creación de alternativas al transporte privado al mismo tiempo que éste se encarece. Asimismo se inscriben en el objetivo de optimizar el uso de las redes existentes. Un cambio modal a favor del transporte público podría descongestionar las vías temporalmente y reducir tiempos de traslado generales y estimular las ganancias en eficiencia en el sistema. Sin embargo el efecto rebote podría conducir a una situación pendular donde la mayor eficiencia aumenta también la demanda privada de viajes por la menor congestión.

Sin embargo, vistas las tendencias actuales en la participación modal del transporte ese objetivo es sumamente difícil de alcanzar. De acuerdo con las encuestas Origen-Destino disponibles (1991 y 2001¹⁵²) en 1991 el 14.6% de los viajes se realizaba en autos y el 56.8% en bus y metro. Al 2001 el auto particular subió a 27%, y los viajes en transporte público bajaron a 35.4%, un cambio impresionante que duplicó la participación del auto. La tasa de autos por hogar, en este período creció de 0.36 a 0.56, lo que representa una variación de un 56%. En 2010, 3.375.523

¹⁵⁰ Complementariamente a las políticas para los autos, son relevantes las aplicadas al bien sustituto principal, el transporte público.

¹⁵¹ Expert Group on Influencing Road Traffic Demand (MM2), M. Micozzi, 2001), OECD, Paris.

¹⁵² SECTRA, 2001. Encuesta Origen Destino de Viajes-Santiago 2001.

vehículos pagaron su permiso de circulación en el país. En 1990 esta cantidad ascendía a 1.143.631 vehículos. La variación representa casi un 300% en 20 años. La misma tendencia se observó en la RM, que a su vez, concentra más del 40% del total de los automóviles del país ¹⁵³. Entre 1991 y 2011, de acuerdo a las dos encuestas de Origen-Destino disponibles y previsiones expertas, los viajes en auto pasaron de 1 millón 100 mil al día a 3 millones 600 mil. Los viajes en auto aumentaron su participación de cerca del 15 por ciento, a 37 por ciento en 2010 y para el 2030 se espera esa cifra llegue a 40 por ciento.

Tabla 4.2. Partición Modal del Transporte en la RM 1991-2030

Modo	Encuesta OD 1991	Encuesta OD 2001	Estimación* 2010	Estimación *2030
Bus	47.1	30.4	49.0**	44.2**
Metro	6.7	5.0		
Auto	14.6	27.4	36.6	39.7
Taxi / taxi colectivo	2.8	4.1	3.2	2.9
Caminata	21.1	26.6	11.2	10.2
Otro	7.7	6.5	-	3.0***

Fuente: SECTRA 2002.

Notas: Cifras en porcentaje. *resultados de la modelación con ESTR AUS para transporte y redes en Santiago hecha por los autores de “Santiago 2030...”. **buses y metro pasan a formar un solo sistema. ***bicicletas. Publicado en “Santiago 2030: Perspectives on the Urban Transport System”, Andreas Justen, Francisco Martínez, Barbara Lenz, and Cristián Cortés, en Heinrichs, Krelleberg, Hansjurgens y Martínez, “**Risk Habitat Megacity**”, Chapter 10, Springe Verlag, Berlin Heidelberg, 2012 pp. 210 y 219..

4.3.4.3 El transporte público en la RM

En los 70 el transporte público chileno carecía de regulación lo que facultaba a cualquier operador a prestar el servicio, establecer tarifas, elaborar trazados y manipular las frecuencias. Lo anterior conllevó a un aumento excesivo de operadores y una sobreoferta de transporte público, llegando a circular en Santiago cerca de 13 mil buses a fines de la década del ochenta.

¹⁵³ En http://www.sectra.gob.cl/Indicadores_de_Movilidad/Indicadores/parque_vehicular.html consultada el 18 de marzo de 2012. Ministerio del Transportes

Entre 1990 hasta 2007 el modelo cambió hacia un llamado “período de licitación” con la regulación parcial del transporte público. Se formalizaron los servicios y se normó la operación de los vehículos tanto en términos físicos como ambientales. Se introdujeron fórmulas de reajuste de las tarifas para evitar su alza a criterio de los operadores. Pero aún con estas reformas, el sistema perdió importancia en los modos de transporte, observándose dos tendencias.

Hasta el 2002, el 82% de los servicios que operaban en Santiago –cerca de 350- pasaba por el centro de la ciudad. El circuito promedio de cada uno de estos servicios era de 64 kilómetros, entre paradero de origen, destino y regreso al origen. Algunos circuitos, llegaban a más de 100 kilómetros de extensión. Este sistema atomizado, con un esquema de licitaciones y recorridos agotado, había perdido sus virtudes y era muy vulnerable frente al escenario que venía, pues en 2002 estaban por entrar en operación las autopistas concesionadas, lo que significó un incentivo más al uso del automóvil y, por tanto, aumentaba la competencia entre ambos modelos de transporte¹⁵⁴.

4.3.4.4 El Transantiago

En 2007 empezó una nueva etapa para el transporte público de la Región Metropolitana. Se implementó el Transporte Público de Santiago, o Transantiago, un sistema integrado de buses y tren subterráneo. Disponía al 2012, de 365 servicios de superficie que recorrían 34 comunas del área metropolitana, divididos en recorridos de grandes distancias sobre las principales arterias de Santiago, denominados “troncales”, y otros de menor extensión conocidos como alimentadores, que circulan al interior de las comunas y permiten la combinación con metro y troncales¹⁵⁵.

El sistema representó una revolución en el modelo de transporte público. Redujo, modernizó y ordenó la flota. Opera con base en un sistema de empresas que acatan leyes sociales y laborales, lo que impactó, además de la calidad del servicio, las condiciones laborales de los trabajadores y

¹⁵⁴ Informe de la Comisión Especial Investigadora encargada de analizar los errores en el proceso de diseño e implementación del plan Transantiago, 2007.

¹⁵⁵ <http://www.transantiago.cl/QUIENESSOMOS/HISTORIA/index.htm> consultada el 17 de marzo de 2012.

el medio ambiente. Se trató de vehículos nuevos normados según las leyes ambientales vigentes y sus emisiones quedaron sujetas al Plan de Descontaminación de Santiago, con rutas optimizadas. En el año 2000, el transporte público (buses) fue responsable del 22% de las emisiones de la Región.

La flota operativa se compone de casi seis mil buses, 11.395 kilómetros de servicio y la cobertura más de 100 km del tren subterráneo o metro de Santiago que cuenta con 5 líneas, lo que le permite realizar más de 4,2 millones de viajes diarios en días laborales. El sistema, supone vías exclusivas de circulación y un sistema integrado de pago, que incluye los viajes en metro. La red de corredores de transporte público alcanza a los 87,2 kilómetros de extensión. Adicionalmente, 101 Km son pistas en las cuales sólo circulan buses y 31 Km de vías exclusivas. Estas últimas son calles que en horarios de punta (mañana y tarde) son de uso exclusivo del transporte público¹⁵⁶. Desde su debut, hubo problemas de diseño y de infraestructura en el sistema, lo cual se vio reflejado en una alta insatisfacción de los usuarios y en la dependencia de subsidios no previstos para su funcionamiento (siempre se previó que la infraestructura vial fuera provista por el gobierno).

El sistema fue proyectado para autofinanciarse, pero a 2012 dependía fuertemente del subsidio operativo del gobierno para asegurar su financiamiento. En 2009, por medio de la Ley n° 20.378¹⁵⁷, se creó un subsidio nacional para el transporte público remunerado de pasajeros, por 230.000 millones de pesos. La ley estableció que este límite máximo se reajustará anualmente en la Ley de Presupuestos, considerando la variación que experimente el Índice de Precios al Consumidor. El monto que se considere en la Ley de Presupuestos de cada año para la aplicación del mecanismo de subsidio nacional se asigna en partes iguales entre las distintas ciudades del país.

Dicha Ley estableció el subsidio permanente para asegurar el financiamiento del Transantiago (que como se dice arriba, para ser aprobado debió ser de aplicación nacional y no sólo para el transporte de la capital). El monto del subsidio santiaguino se define con base en lo que informa

¹⁵⁶ <http://www.transantiago.cl/QUIENESSOMOS/HISTORIA/index.htm> consultada el 17 de marzo de 2012.

¹⁵⁷ http://www.bcn.cl/actualidad_legislativa/temas_portada.2008-05-07.1198924740 consultada el 17 de marzo de 2012. Este monto correspondió a cerca de 450 millones de dólares.

y proyecta la Coordinación Transantiago, organismo dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, y que se especializa en la supervisión del funcionamiento del Sistema. Los recursos para asegurar el financiamiento del Transantiago son transferidos por el Ministerio, a través de la División de Subsidios a las cuentas del Sistema, las que son administradas por el Administrador Financiero de Transantiago (AFT) como parte de su mandato de recaudar, administrar y distribuir los ingresos entre los operadores del Sistema¹⁵⁸.

Desde la implementación de Transantiago a inicios de 2007, el gobierno, según algunos especialistas, habría invertido más de US\$4.000 millones en subsidios. Anualmente, el aporte alcanza cerca de 365 millones de dólares para gastos de operación del Transantiago, y no para la infraestructura de circulación en carriles exclusivos y estaciones cerradas prepagas que mejorarían el rendimiento económico de la inversión ya realizada. Por ello, el subsidio no redundaría en una mejora estructural de la velocidad de operación y la rentabilidad del sistema¹⁵⁹.

Actualmente, en Chile el Ministerio de Transportes analiza un proyecto¹⁶⁰ para dotar de financiamiento permanente el Transantiago, mediante un Panel de Expertos que junto al Ministerio de Hacienda, pueda decidir aumentos del fondo en el futuro. En principio, se contemplan hasta 350.000 millones de pesos anuales, monto que representa el 40% del costo total del sistema¹⁶¹. De acuerdo al Ministerio, el gasto anual de transporte por habitante en Santiago asciende a 528.4 dólares.¹⁶² Otro problema que acentúa su deficiente capacidad de generar recursos es la evasión de pagos. Desde su puesta en marcha, los niveles de evasión habían crecido a un ritmo de 1% anual: en 2007 alcanzaba 13,4%, en 2008 un 14% y en 2009 un 15%. En el 2010, subió a un 18% y en el 2011, alcanzó un 21% aumentando la tasa de crecimiento a 3% anual. El aumento en esos dos últimos años se debió principalmente a un aumento en la tarifa de 40%, en dicho período, La evasión representa una pérdida de siete

¹⁵⁸ <http://www.subtrans.cl/apps/subsidios/index.php/subsidio-al-transantiago/> consultada el 17 de marzo de 2012

¹⁵⁹ De acuerdo con Ana Luisa Covarrubias, Exdirectora de Planeación del Transantiago, los presupuestos del Ministerio de Obras Públicas se organizan conforme a otras prioridades y de ahí la falta de infraestructura, aunque no de recursos del propio ministerio. Conversación personal, febrero de 2013, Santiago de Chile.

¹⁶⁰ En el mardo de un plan maestro de transporte 2020 según anunció la Subsecretaria de Transportes Gloria Hutt Hesse.

¹⁶¹ Y alrededor de 750 millones de dólares.

¹⁶² Entrevista al Ministro de Transporte, Pedro Pablo Errázuriz, para el diario La Tercera, el 2 de febrero de 2012. En <http://diario.latercera.com/2012/02/02/01/contenido/pais/31-99217-9-transantiago-informe-senala-que-subsidio-estatal-es-el-tercero-mas-bajo-de-la.shtml> consultada el 17 de marzo de 2012.

millones de dólares mensuales¹⁶³. En marzo de 2012, para atajar este problema entraron vigencia nuevos contratos del gobierno con las empresas operadoras, que les trasladaron la responsabilidad de controlar la evasión pues el pago pasó a ser por pasajero transportado validado con la tarjeta de prepago utilizada en el sistema¹⁶⁴.

La insuficiente inversión en infraestructura debilitó uno de los principales atributos del sistema, que era la reducción de los tiempos de viajes. De acuerdo a datos del Observatorio del Transporte Público de Santiago (Instituto Libertad y Desarrollo, 2011) el tiempo promedio de viaje total (caminata + espera + viaje), en el 2011 era de 71 minutos, similar al año 2008 que era de 72. En tanto, en el año 2006, antes de su implementación, el tiempo medio era de 62 minutos. En la Tabla 4.3, se presentan los resultados más importantes de la encuesta realizada en el 2008.

Tabla 4.3. Tiempos de viaje: resultados más importantes de la encuesta 2008

Variable	oct 06	mar 07	mar 08	Dif	mar08/mar07 %
Viajes semanales promedio	4,5	4,4	4,2	0,2	-4,5%
Viajeros que hacen transbordos	29%	48%	69%	21%	43%
Viajeros que usan el Metro	40%	59%	65%	6%	10%
% de viajes de estudio o trabajo	63%	73%	69%	-5%	-5,5%
Tiempos de viaje (min.)	62	75	72	-3	-4,2%
- caminata	18	20	16	-4	-25,0%
- espera	12	19	19	0	0,0%
- viaje	32	36	37	1	3,5%
Tiempos de viaje bus s/ transbordo	s/i	67	52	-15	-22,4%
Tiempos de viaje en Metro	s/i	55	47	-8	-14,5%
Tiempo de viaje con transbordo					
- bus – bus	s/i	91	89	-3	-3,3%
- bus – Metro	s/i	89	81	-8	-9,0%
Gasto en transporte	1.060	1.149	978	-171	-7,3%
Calificación del sistema (1 a 7)	4,6	4,0	4,3	0,2	-10,9%

Fuente: Serie Informe Económico N° 192, Libertad y Desarrollo, 2008¹⁶⁵

¹⁶³ “El ministro de Transportes y Telecomunicaciones, Pedro Pablo Errázuriz, reconoció que aunque esta cifra representara un 0%, el sistema de transportes igual seguiría presentando déficits”... “El sistema público mantendría las pérdidas, dado a que hay otros costos más significativos”. Publicado en octubre 22, 2012 por CELN, Publicado en la web de Estrategia on Line. <http://celnp.wordpress.com/2012/10/22/gobierno-reconoce-que-si-evasion-de-transantiago-fuera-cero-igual-habria-deficit/>. Consultado el 5 de mayo de 2013.

¹⁶⁴ <http://www.cdc.gob.cl/2011/12/12/empresas-del-transantiago-asumiran-costos-de-la-evasion/> consultada el 17 de marzo de 2012

¹⁶⁵ Observatorio del transporte público de Santiago, LyD, 2011

En un estudio del Hidalgo y Carrigan¹⁶⁶ que comparó la velocidad del Transantiago con la de otras ciudades de América Latina y del mundo que han implementado sistemas de transporte rápido, el sistema chileno sólo es más rápido que el Transjakarta y es igual al de Sao Paulo¹⁶⁷ y León, en México, con una velocidad de 18 Km/h.

En el Transantiago, como se comentó anteriormente, esta velocidad se debe en gran medida, a las incipientes inversiones en infraestructura que redundó en la falta de carriles efectivamente segregados, en la imposibilidad de pagar el recorrido antes de ingresar al bus y a la competencia por el espacio en las calles y avenidas más transitadas, como se puede observar en la imagen abajo (Figura 4.2).

Además, impactan en la lentitud otras deficiencias de diseño, por ejemplo, que buses articulados de gran longitud tengan que maniobrar en esquinas de calles secundarias que no han sido habilitadas para vehículos de esta envergadura o que los tiempos en los semáforos están sincronizados para los vehículos menores, no habiendo sido implementada bajo la modalidad de Transporte Rápido tipo BRT.¹⁶⁸

¹⁶⁶ Hidalgo, D. y Carrigan, A. 2010. Lecciones aprendidas de mejoras en sistemas de autobuses de Latinoamérica y Asia. Modernización del transporte público. World Resources Institute.

¹⁶⁷ Nota de los autores: los datos de Santiago, São Paulo y Curitiba son del año 2006.

¹⁶⁸ Bus Rapid Transit

Figura 4.1. Transantiago



Fuente: Diario La Tercera 2011¹⁶⁹. Santiago de Chile

El estudio reportó que el costo de capital (infraestructura y equipamiento) por kilómetro varió desde 12.5 millones de dólares en Bogotá hasta 1.4 millones de dólares en Yakarta. Con relación a las tarifas, en la mayoría de los sistemas éstas fueron inferiores a 0.80 dólares por viaje en 2009, a excepción de Curitiba y São Paulo cuyas tarifas fueron de 1.27 dólares y 1.33 dólares, respectivamente, siendo las más altas entre los sistemas estudiados. La mayoría de los sistemas con tarifas inferiores a 0.40 dólares (Beijing, Ahmedabad, Yakarta, Quito, Ciudad de México) reciben subsidios o han tenido dificultades financieras.

Los fondos para las agencias de supervisión y planificación derivan usualmente del presupuesto municipal general y no de las tarifas para los usuarios del transporte público. Sin embargo, Guayaquil pudo operar el sistema de Metrovía con tarifas de 0.25 dólares sin subsidios, debido a su muy alta productividad (13,2 entradas de pasajeros por km-bus, y 2.975 entradas de pasajeros por autobús por día). En Transantiago, cuya tarifa alcanzaba 0.74 dólares, el sistema no ha podido autofinanciarse.

¹⁶⁹En <http://diario.latercera.com/2011/11/03/01/contenido/pais/31-89119-9-transantiago-deficit-supera--us-500-millones-y-piden-mas-fondos-para-el-sistema.shtml> consultada el 18 de marzo de 2012

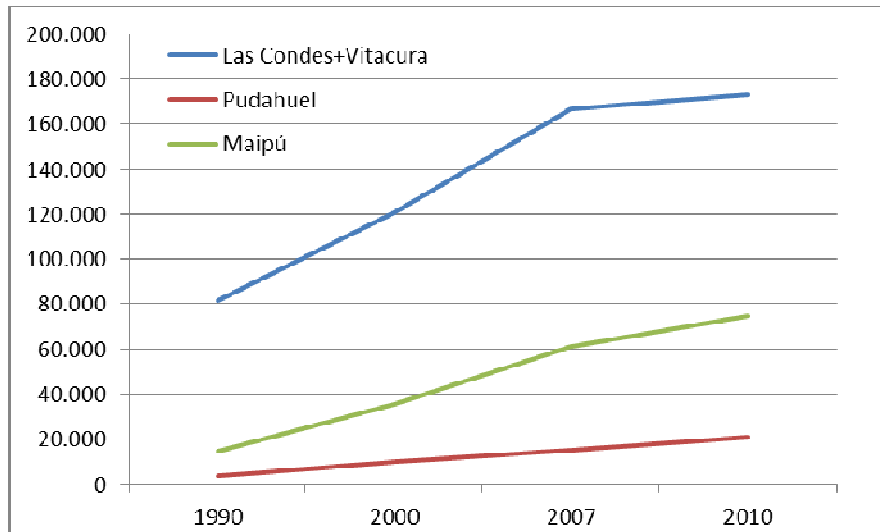
De acuerdo con un estudio realizado por los académicos de la Universidad Católica (¹⁷⁰), Juan Pablo Montero, Francisco Gallego y Christian Salas, quienes investigaron los efectos del plan, el uso del automóvil aumentó 33% durante los diez meses posteriores a la puesta en marcha de Transantiago. Las ventas de autos nuevos aumentaron 30%; las de autos usados, 10%, y la de gasolina, 6% (la cifra fue obtenida controlando todos los demás factores, por lo que fue posible imputar ese aumento únicamente al Transantiago y no a un cambio en el ingreso de la población). El estudio concluyó que el mal funcionamiento del sistema incentivó la compra de autos.

Sin embargo como se puede observar en el Gráfico 4.12 la evidencia estadística posterior y menos inmediata deja margen para la duda sobre la perdurabilidad del efecto incentivo señalado arriba. En Pudahuel, el crecimiento entre los años 2000 y 2007, fue cercano a un 60% mientras que en Maipú, alcanzó más del 70%, comunas de baja tasa de motorización de inicio. En Las Condes-Vitacura¹⁷¹ donde la tasa de motorización es de partida, más elevada, fue del orden de 40%. Entre los años 2007 y el 2010, posterior a la entrada en vigor del sistema, el crecimiento fue menor, de un 40% y un 22% respectivamente, y en la comuna Las Condes+Vitacura este alcanzó sólo un 4%. Las tendencias de motorización de mediano plazo no sólo no parecen haber sido transformadas negativamente (al alza) con la entrada en vigor del sistema Transantiago, sino que incluso se dio una reducción de la tasa de crecimiento histórica cuando entró en operaciones.

¹⁷⁰ Francisco Gallego, Juan-Pablo Montero and Christian Salas. 2011. The Effect of Transport Policies on Car Use: Theory and Evidence from Latin American Cities. Department of Economics, Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC-Chile).

¹⁷¹ Nota del autor: hasta el año 1993, Vitacura era parte de la comuna de Las Condes

Gráfico 4.11. Variación de la cantidad de vehículos totales en tres comunas de la RM entre 1990 y 2010



Fuente: elaboración propia en base a Parque Vehicular INE 1990-2010¹⁷², 2012.

Entre las múltiples causas que han condicionado el éxito de este tipo de sistemas, de acuerdo con Hidalgo y Carrigan (2010), la más significativa, incluyendo al Transantiago, son su planificación, la implementación y las restricciones financieras e institucionales, más que las capacidades del equipamiento físico. Para que la población pueda adoptarlo como el medio de transporte “preferido” deberá seguir mejorándose para poder competir con el sostenido crecimiento del parque automotriz y la disminución de la cantidad de personas que usa este medio de transporte.

4.3.5 Instrumentos indirectos sobre el costo de usar un auto: costo del uso del espacio vial público, costo del uso del estacionamiento público y cargos por congestión.

Un tercer grupo de instrumentos económicos está dirigido a reducir la externalidades derivadas de la congestión. La congestión es, además de una externalidad, un reflejo del desfase

¹⁷² En http://www.sectra.gob.cl/Indicadores_de_Movilidad/Indicadores/parque_vehicular.html consultada el 18 de marzo de 2012.

administrativo¹⁷³ respecto de la dinámica del transporte, y tiene dos efectos negativos en materia de externalidades: por un lado hay un efecto de “recargo” o disminución sobre la productividad al inmovilizar bienes y personas que en general tendrían un uso alternativo a estar parados en el tráfico consumiendo combustibles sin avanzar o haciéndolo a un ritmo sustancialmente menor. Esta externalidad equivale a un mayor costo de llevar a cabo lo mismo o hacer menos a un costo mayor que sin congestión. Por otro lado, aumenta la externalidad sobre la salud pues aumentan las emisiones de GEI y otros contaminantes “innecesariamente” en comparación con una situación sin congestión. La congestión contrarresta, como otras externalidades negativas, las externalidades positivas de la aglomeración tornándose en una deseconomía y un desincentivo a la urbanización.

En Santiago, la combinación de la extensión urbana, el valor de los pasajes del transporte público y la congestión dificultan la movilidad y el acceso, especialmente de quienes deben moverse a grandes distancias para llegar a su trabajo y a los servicios, que es la normalidad de las poblaciones de menores ingresos, que viven en la periferia de las grandes ciudades y alejados de los centros de empleo. La congestión implica mayores emisiones por kilómetro y por unidad de riqueza, lo que aumenta la intensidad energética y contaminante del PIB local y por kilómetro recorrido. La consecuencia de la congestión es desproporcionadamente elevada sobre la población de menor ingreso, que como se menciona en el capítulo 3, contribuye en menor proporción a las emisiones absolutas y per cápita, y ocupan menos espacio vial cuando están en tránsito. Sea pues por congestión, por contaminación o por la dificultad de acceso a sus destinos, la población de los primeros quintiles es desproporcionadamente perjudicada por las externalidades del modelo vial.

4.3.5.1 La tarificación del acceso al espacio vial

La tarificación vial se usa no sólo para financiar la infraestructura necesaria para agilizar la circulación. Los sistemas permiten diferenciar cobros por horario, lugar y tipo de usuario, con lo que es posible aproximar mejor que otros instrumentos la internalización de costos por el uso

¹⁷³ Cities and Climate Change, p. 91 2011

real de la infraestructura vial. Y permite también aplicar diferenciadamente cobros por costos de infraestructura y por congestión. La tarificación vial de Santiago tiene hoy por objeto exclusivo la rentabilidad. Sin embargo podría además, mediante un enfoque y componentes de política pública, ayudar en la protección de bienes públicos, como el combate a la congestión. Hoy se aplican tarifas diferenciadas por horario, aprovechando la inelasticidad de la demanda de vialidad en horas pico y la mayor disposición a pagar del conductor para aumentar la rentabilidad. El mismo comportamiento privado se aprovecha en otras ciudades como parte de la gestión del bien público, como sucede en Londres, donde la propia autoridad aplica las tarifas por congestión¹⁷⁴.

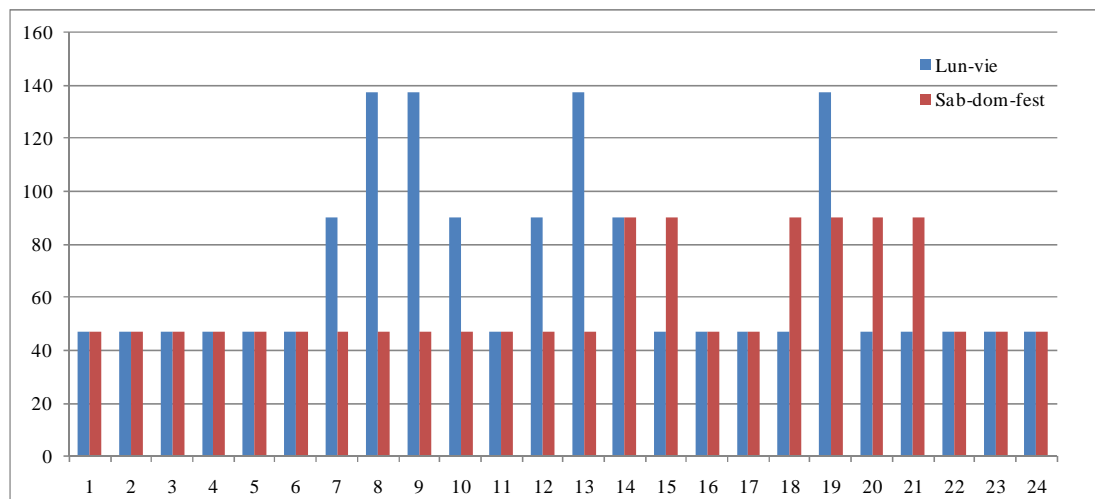
Una tarifa al nivel adecuado podría alterar la distribución de la demanda horaria del espacio vial, y consecuentemente del tiempo de traslado para los demás vehículos en las vías, menor uso del transporte motorizado y mayor uso del transporte urbano sobre todo en determinadas horas del día. Las tres modalidades aplicadas de tarificación vial son el cobro por kilómetro dependiendo de la hora del día en vías urbanas, igual conceptualmente al cobro en las carreteras de cuota interurbanas, la tarificación por el acceso a un determinado perímetro, como se hace en Londres o Singapur, y el cobro diferenciado por zonas por estacionamiento en vía pública como se hace en muchas ciudades¹⁷⁵.

¹⁷⁴ “...Finalmente, los pagos de multas recaudados mediante la aplicación de las normas de tráfico, se utilizarán para mejorar las carreteras de Londres y el control del tráfico.” **No. Conozca**, de Transport of London 2007. En http://www.tfl.gov.uk/tfl/languages/espanol/Spanish_10p_Enforcement_160407.pdf. Complemento de la política de no congestión, Londres aplica la llamada Zona de Bajas Emisiones, que requiere también de un pago diario cuando el vehículo no cumple con las normas requeridas y para obtener un permiso de circulación en la zona restringida. En <http://www.epcplc.com/clients/tfl/lez/home.php>. Consulta el 26 de mayo de 2013.

¹⁷⁵ Para datos sobre la política y precios de **tarificación de congestión por zona** se puede consultar la información de la autoridad de Transporte de Londres en <http://www.tfl.gov.uk/tfl/languages/espanol/#cc>. En Madrid, por ejemplo se usa la política de **precios por estacionamiento** con una diferenciación interesante que combina zona con emisión del vehículo: Artículo 3, fracción 9 de la ordenanza municipal *Tasa por Estacionamiento de Vehículos en Determinadas Zonas de la Capital y de delimitación de la Zona de Estacionamiento Regulado Marginal: ANM 2001\101*: “Los vehículos que no sean de combustión interna (eléctricos, de pila de combustible o de emisiones directas nulas), los vehículos eléctricos enchufables PHEV (Plug in Hybrid Vehicle) y los vehículos eléctricos de rango extendido, siempre que se exhiba, en lugar visible, el distintivo que los acredita como tales, expedido por el Ayuntamiento de Madrid” están exentos de las restricciones a estacionamiento por tiempo. En <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Ayuntamiento/Movilidad-y-Transportes/Aparcamiento/ANM-2001-101-Tasa-por-Estacionamiento-de-Vehiculos-en-Determinadas-Zonas-de-la-Capital-y-de-delimitacion-de-la-Zona-de-Estacionamiento-Regulado?vnextfmt=default&vnextoid=7d859d2e3fd4f010VgnVCM1000009b25680aRCRD&vnextchannel=7c5d9ad016e07010VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&titulo1=1>. Consultado el 26 de mayo de 2013.

La Región Metropolitana corresponde al primer caso, donde se cobra por uso de vías rápidas concesionadas construidas a partir del año 2003 con un sistema de tarifas que varía según la hora y tramo reflejando tanto el kilometraje recorrido entre entrada y salida como el nivel de congestión en los diversos tramos. En el Gráfico 4.13 se presentan las tarifas y su respectiva distribución en una vía rápida que cruza la RM de Oriente a Poniente, denominada Costanera Norte, donde se aprecia el recargo por congestión dependiendo de las horas pico del día, que son tres entre semana y dos en los fines de semana. Sin embargo, dicho recargo no se puede considerar un disuasor del uso de la vía, como se señaló al principio de este apartado (nivel de cobro y baja elasticidad). En el año 2005, cuando esta entró en operación el flujo vehicular estimado máximo era de 150 mil pasadas de autos al día. Al 2012, el flujo alcanzó las 197 mil pasadas al día. Otro indicador que muestra al mismo comportamiento es la cantidad de televías entregadas (medidor de pasadas adosado al auto). En el año al 2005 eran 399 mil. Al 31 de diciembre de 2011 pasaron a 660 mil sobre un universo total entre todas las demás vías, de 1.923 mil¹⁷⁶, lo que representa un 34% para la Costanera Norte.

Gráfico 4.12. Tarifas horarias en la Costanera Norte



Fuente: Elaboración propia con base en datos de página de la operadora Costanera Norte¹⁷⁷

¹⁷⁶ Costanera Norte Memoria anual 2005 y Memoria anual 2011, pp 31 y 41. En: http://www.costaneranorte.cl/descargas/memorias/CN_memoria2011.pdf. Consultado el 26 de mayo de 2013.

¹⁷⁷ En www.costaneranorte.cl consultada el 24 de febrero de 2012.

El precio base en hora valle en febrero de 2012 en dicha vía, alcanzó a 47 pesos por kilómetro (9 centavos de dólar aproximadamente). El valor casi se triplica al añadirse el cobro privado por sobredemanda. El precio valle en otra avenida tarifada importante que circunvala la ciudad, Américo Vespucio Sur parte en 44.2 pesos. Las tarifas promedio para las distintas categorías en Costanera Norte se presentan, en dólares en la Tabla 4.3 y el Gráfico 4.14.

Tabla 4.4. Valores promedio de la tarifa de las cuatro vías concesionadas y tarifadas de la RM

Vía tarifada/valor	Tarifa Clp/Km											
	TBFP				TBP				TS			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Autos, camionetas y motos	47.0	44.2	44.2	45.7	90	88.4	88.4	91.4	137.0	no	132.6	no
TBFP Tarifa Base Fuera de Horario Punta TBP Tarifa Base Horario Punta TS Tarifa Sujeta o por congestión 1 Costanera Norte 2 Vespucio Norte 3 Vespucio Sur 4 Autopista Central eje N-S y General Velázquez												

Fuente: Elaboración propia con base en datos de página de las diferentes operadoras¹⁷⁸, 2012.

Para facilitar el análisis de las medidas que se presentan en el capítulo 5 se obtuvo el valor promedio de las tarifas viales presentadas en la Tabla 4.4 considerando que al aplicar un aumento porcentual, en la práctica, este se aplicará sobre cada tramo tarifario, pero que en su conjunto afecta la demanda promedio de viajes sobre las pistas de cuota. Además es impráctico trabajar con las tarifas individuales en la media en que no interesa en este trabajo predecir el número de autos que circularían por cada vía, el tipo de vehículo y los horarios. Es de interés estimar la elasticidad demanda de viajes/consumo de combustibles en función de sus precios y tener una aproximación en la reducción esperada en el conjunto de usuarios de las vías tarifadas. En el Gráfico 4.13 y la Tabla 4.5 se presentan los valores promedio, en dólares de las tarifas de las vías rápidas de cuota en el 2012 en la RM.

¹⁷⁸ En www.costaneranorte.cl, <http://www.autopistacentral.cl/>, <http://www.vespuciosur.cl/> y www.vespucionorte.cl/ consultadas el 24 de febrero de 2012.

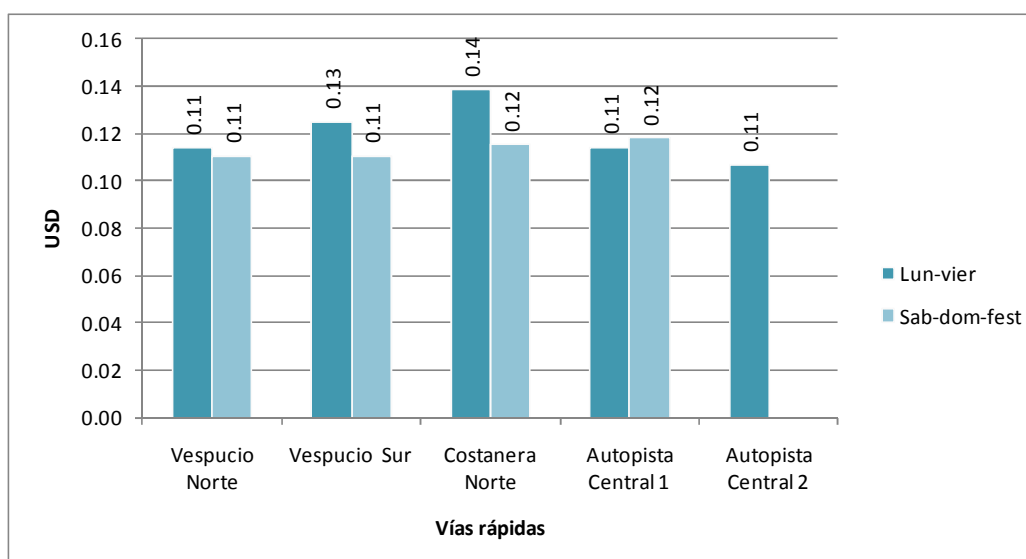
Tabla 4.5. Valores promedio tarifa cuota en vías rápidas urbanas de la RM

Vias Cuota	Valores promedio peaje (\$/Km)	
	Lun-vier	Sab-dom-fest
Vespucio Norte	0.11	0.11
Vespucio Sur	0.13	0.11
Costanera Norte	0.14	0.12
Autopista Central 1	0.11	0.12
Autopista Central 2	0.11	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de página de las diferentes operadoras¹⁷⁹, 2012.

Nota: Cifras en dólares.

Gráfico 4.13. Valores promedio de las tarifas de las autopistas de cuota en el 2012



Fuente: Elaboración propia con base en datos de página de las diferentes operadoras¹⁸⁰, 2012.

Nota: Cifras en dólares.

¹⁷⁹ En www.costaneranorte.cl, <http://www.autopistacentral.cl/>, <http://www.vespuciosur.cl/> y www.vespucionorte.cl/ consultadas el 24 de febrero de 2012.

¹⁸⁰ En www.costaneranorte.cl, <http://www.autopistacentral.cl/>, <http://www.vespuciosur.cl/> y www.vespucionorte.cl/ consultadas el 24 de febrero de 2012.

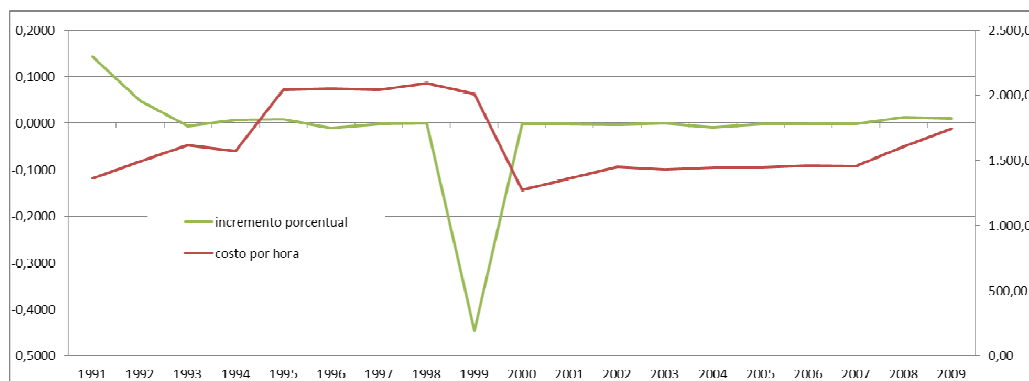
4.3.6 Impuestos y cargos al estacionamiento de los vehículos en las zonas urbanas

Estos cargos pueden gravar el uso del espacio público o del espacio privado dispuesto para el estacionamiento de vehículos. El cargo puede distinguir entre días laborales y fines de semana, horas pico, estacionamiento de corto o de largo plazo (por ejemplo con un tope máximo por hora o por día), tipo de vehículo, y la tarifa varía en función de cada criterio. En el caso de los parquímetros en la vía pública además de los criterios ya señalados, puede modificarse también el tiempo durante el que aplica el cobro, ampliándolo o reduciéndolo. Con el creciente avance tecnológico, los parquímetros y estacionamientos podrían automatizar la distinción por tipo de auto, y cambiar la tarifa según peso, o con más finura, por potencial contaminante.

El cobro no sólo contribuye al financiamiento de la infraestructura, sino que tiene efectos sobre el uso de vehículos particulares. Tarifas altas en los centros urbanos desincentivan el acceso en auto e incentivan el uso de los medios públicos, tarifas accesibles en los lugares alejados incentivan no ingresar los autos en zonas congestionadas y promueven el intercambio modal. La habilitación de espacios para bicicletas, por ejemplo, favorece el transporte no motorizado. El estacionamiento pues, facilita o dificulta el intercambio modal entre transporte privado y público y contribuye o mitiga la congestión en las zonas centrales.

El Gráfico 4.14 ilustra la evolución de los precios de los estacionamientos reportados por el Instituto Nacional de Estadísticas de Chile y el incremento de su valor para el periodo 1990-2009. El último valor, para el 2009 fue de 1,815 pesos por hora, equivalente a 3.6 dólares.

Gráfico 4.14. Valor de los estacionamientos en Chile, 1990-2009 a precios constantes del 2008



Fuente: Elaboración propia en base a serie de precios anuales INE, 2012.

Nota: Cifras a enero de cada año

En la Región Metropolitana los precios fluctúan según la localización del servicio, entre 500 pesos a 1,000 pesos por media hora en el aeropuerto, que junto con algunas localizaciones muy demandadas, se cuenta entre los más caros de la Región.¹⁸¹

¹⁸¹ Lugar y precio por estacionar 2 horas y media en la semana. Consultado en <http://tacometro.grupopublimetro.cl/los-10-estacionamientos-mas-caros-de-santiago>, el 3 de marzo de 2012. Para el dato del Mall Alto Las Condes, se consultó <http://www.emol.com/noticias/economia/2012/02/20/527176/automovilistas-y-cobro-por-estacionar-en-alto-las-condes-nos-parece-injusto.html>, el 3 de marzo de 2012.

Tabla 4.6. Costos de Estacionamiento 2012, Santiago de Chile

	Megacenter	aeropuerto	costanera/ia dehesa	edificio birman 24	Alto Las Condes
Tramo	Tarifa	tarifa	tarifa	tarifa	
primera hora	600	2,000	1,000	1,200	1,000
cada 30 min	300	700	500	600	500
Máximo día	7.200.-	10,000	5,000	14,400	
Ticket Perdido	7.200.-	10,000	5,000	10,000 y estadía	

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información comercial de los respectivos operadores¹⁸², 2012.

Santa Lucía	3,850
Plaza de Armas	3,850
Calle Barcelona	3,500
Municipales Providencia	3,350
Aeropuerto	3,000
Lira 25 (Hospital Clínico UC)	3,000
Plaza Perú	2,400
Terminal de Buses Alameda	1,900
Clínica Indisa	1,800
Clínica Santa María	1,800

Fuente: El Mercurio, 24 de mayo de 2011

Los municipios aplican una tarifa de alrededor de 300 pesos por cada media hora en el espacio público, dentro del horario hábil, de 8am a 8pm y los sábados de 8am a 2pm.

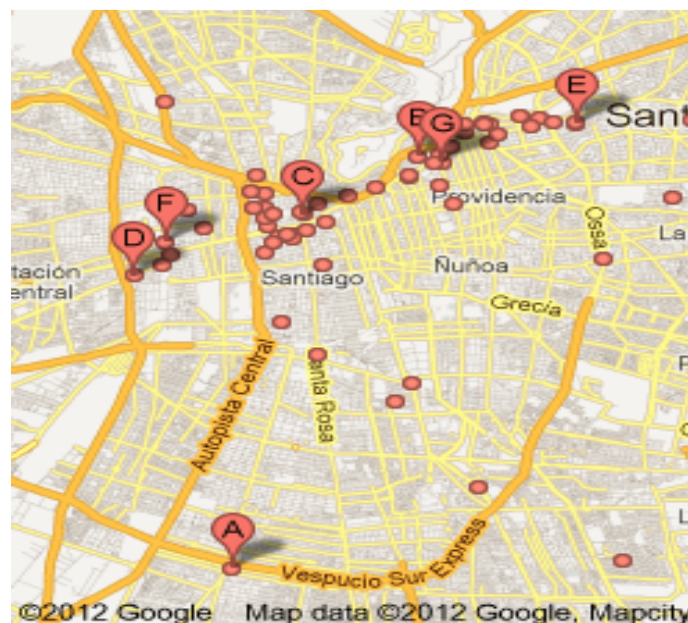
Con relación a la cantidad y localización de los estacionamientos, que son mayoritariamente concesiones, negocio cuyo debut se realiza en el año 1995 en la comuna de Santiago, al año 2012, sumaban 113 espacios en la Región Metropolitana, siendo las comunas con mayor oferta Las Condes, Providencia y Santiago Centro, las que concentraban el 80% de este servicio, con 45, 36 y 25 espacios públicos en cada caso¹⁸³.

¹⁸² En http://www.republicparking.cl/site/index.php?option=com_content&view=article&id=73&Itemid=91, y <http://www.aeropuertossantiago.cl/estacionamientos/estacionamientos.html>, consultado el 3 de marzo de 2012.

¹⁸³ Esta información es sólo ilustrativa dado que no se ha podido obtener datos oficiales. Se basa en la información presentada en línea en <http://www.seconstruye.cl/titulares/estacionamientos-las-condes/> consultado el 18 de marzo de 2012.

De acuerdo a estadísticas de Mapcity¹⁸⁴ y que se pueden apreciar en el mapa abajo (Figura 4.3), los estacionamientos se localizan mayoritariamente en el eje oriente poniente (paralelo a la Costanera Norte), en línea con la principal arteria que comunica la ciudad en este sentido (La Alameda-Andrés Bello). Esto que permite que sea posible acceder fácilmente en auto al centro de la ciudad. Este eje congrega además la mayor cantidad de vehículos particulares de la Región, dado que la población de las comunas situadas al oriente de esta son a la vez, habitadas por la población de mayor poder adquisitivo a nivel nacional.

Figura 4.2. Localización de estacionamiento públicos en la RM



Fuente: www.mapcity.com.

4.3.7 Institucionalidad para la aplicación de las medidas

En la Región Metropolitana existe la institucionalidad para la aplicación de todas las medidas arriba señaladas, sea por instituciones nacionales como el Ministerio de Hacienda o la Empresa Nacional de Abastecimiento de Petróleo (ENAP) en el caso de los combustibles, o de las municipalidades, para el resto de los cobros analizados. El Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Chile tiene la facultad y el ejercicio de transferir subsidios al sistema de

¹⁸⁴ www.mapcity.com.

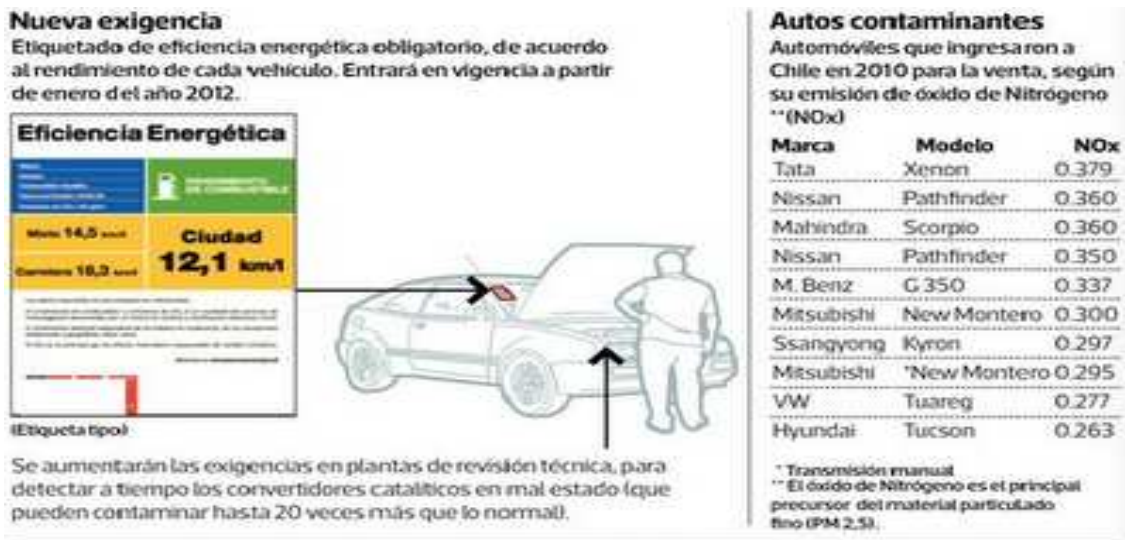
transporte público y el Ministerio de Obras Públicas cuenta con las facultades para la inversión en vialidades y obras complementarias. Por tanto la estructura institucional de Chile y de la Región Metropolitana está en capacidad de modificar los valores de los instrumentos económicos actualmente en uso a fin de cambiar precios relativos y operar sobre la demanda de viajes, de combustibles y de vehículos, por un lado, y para mejorar la oferta de transporte público, por el otro. Es sin embargo importante notar que la coordinación de esta institucionalidad para lograr un fin común son extremadamente débiles pues cada una de ellas actúa en silos y en ausencia de mecanismos transversales de coordinación que deberán ser creados para la protección de los bienes públicos en el contexto urbano.

4.3.8 Potenciales adiciones al paquete instrumental: mecanismos para la protección de la atmósfera global

El paquete de instrumentos reseñado muestra que no ha sido usada la diferenciación de las propiedades ambientales o químicas de los combustibles fósiles ni el potencial contaminante de los autos, para graduar los cobros. Sin embargo Chile tiene bajo consideración legislación que aplique incentivos (sistema bonus-malus aplicado en Francia¹⁸⁵) en la compra de vehículos nuevos con base en la eficiencia o su inversa, el potencial contaminante. De este modo la totalidad del paquete de instrumentos señalados son aplicables en la RM.

¹⁸⁵ En Francia...Desde el día 1 se ha impuesto un sistema de bonus-malus...en función de las emisiones de CO₂/km...La idea...es que se fomente la venta de coches pequeños y de bajas emisiones, mientras que los coches de mayores emisiones sean muy penalizados...En 2011 un modelo que emitiese 201 gramos pagaba 2.300 euros de recargo.... Seguramente los recargos a los coches potentes o grandes compensen de sobra las ayudas a los más ecológicos....**en España...**un coche de 60.000 euros y 201 gramos paga un 14,75% de impuesto de matriculación: 8.850 euros. Fuente: <http://www.motorpasion.com/industria/la-nueva-politica-de-impuestos-al-coche-en-francia-no-dejara-a-nadie-indiferente>, publicado el 2 de enero de 2013 y consultado el 26 de mayo de 2013.

Figura 4.3. Etiquetado de eficiencia energética en autos



Fuente: Ministerio de Medio ambiente. Centro Mario Molina; Centro de Control y certificación vehicular.¹⁸⁶

Tabla 4.7. Bonus-malus francés: descuentos y recargos en el valor de los autos según emisiones en gramos de CO2 por kilómetro.

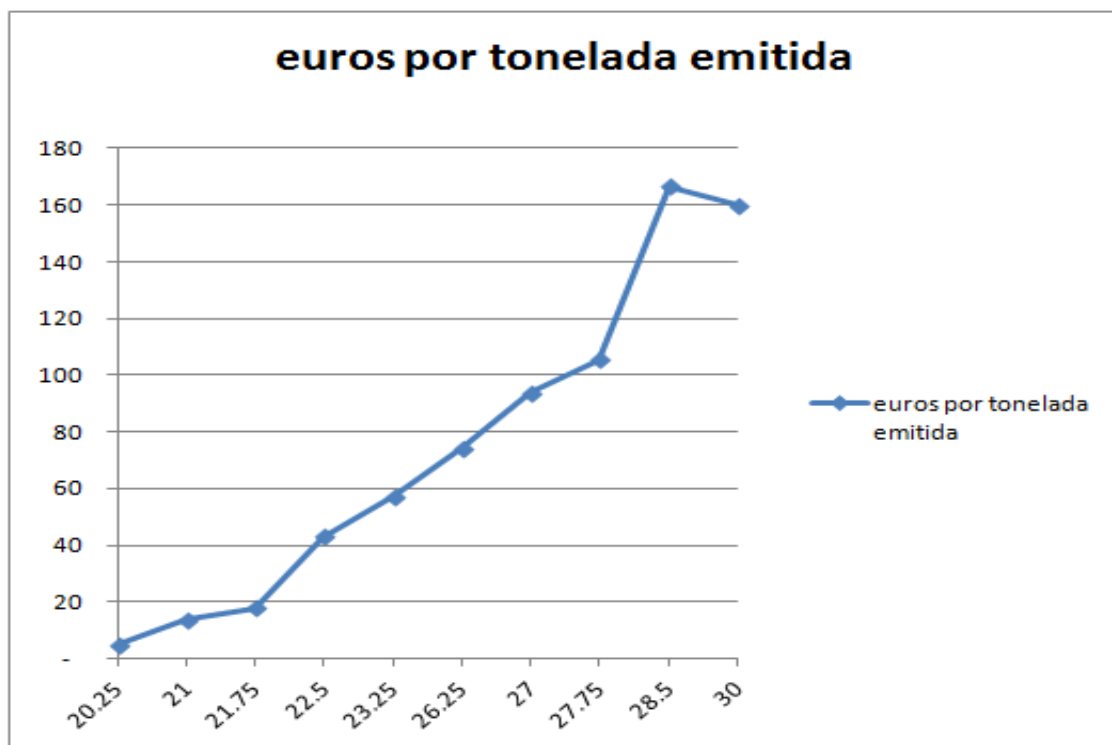
Baremo impositivo	
Emisiones de CO2 (g/km)	tasa
menos de 20 (eléctricos)	-7.000 €
21 a 50	-5.000 €
51 a 60	-4.500 €
menos de 110 (híbridos)	-4.000 €
61 a 90	-550 €
91 a 105	-200 €
103 a 135	0 €
136 a 140	100 €
141 a 145	300 €
146 a 150	400 €
151 a 155	1.000 €
156 a 175	1.500 €
176 a 180	2.000 €
181 a 185	2.600 €
186 a 190	3.000 €
191 a 200	5.000 €
más de 200	6.000 €

Fuente: Motorpasión en <http://www.motorpasion.com/industria/la-nueva-politica-de-impuestos-al-coche-en-francia-no-dejara-a-nadie-indiferente>, Consultado del 26 de mayo de 2013.

¹⁸⁶ “ Medio Ambiente prepara proyecto de ley para estimular la compra de autos según rendimiento. Si hasta ahora la motivación de conocer el rendimiento del vehículo estaba dada por la cantidad de combustible que consumiría nuestro automóvil, a partir de 2012 se agregará otro factor: la eficiencia energética y la menor emisión de partículas serán clave para obtener incentivos o castigos tributarios. Así lo establece la propuesta que trabaja el Ministerio de Medio Ambiente, denominada "Movilidad Baja y Cero Emisión". La iniciativa está orientada a bajar las emisiones de óxido de nitrógeno,particulado fino o PM 2,5 y del dióxido de carbono o CO2 que, no han bajado en los últimos cinco años en el país.” La propuesta se trabaja en base al modelo francés, implementado en 2007. En Chile, una de las alternativas es que el sistema opere a través del impuesto a la renta, es decir, descontando la tributación al tener un vehículo menos contaminante, según los kilómetros por litro que dé el auto”. La Tercera.18 de julio de 2011.

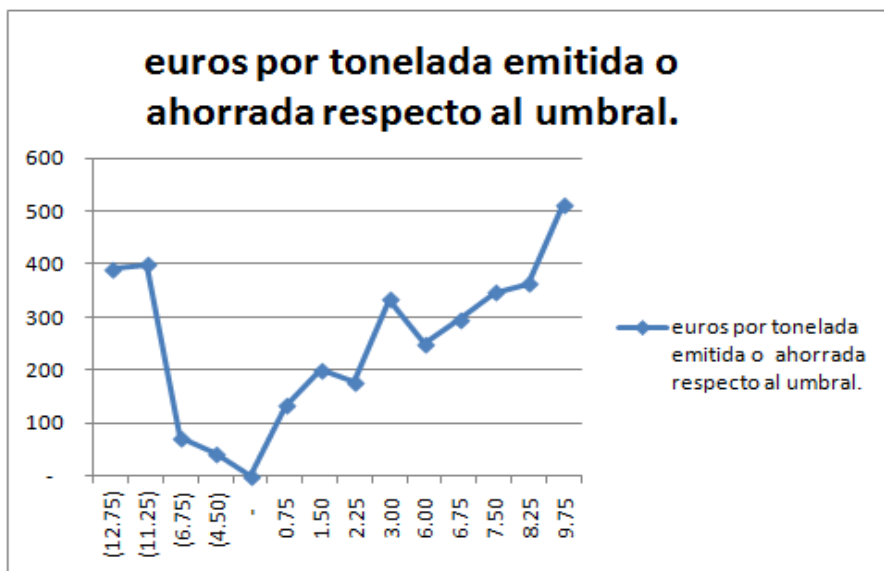
La decisión de aplicar un bonus-malus implica también poner un precio implícito a la tonelada de carbón emitida durante la vida útil de un auto. Los precios implícitos en la regulación de Francia se presentan en los Gráficos 4.15 y 4.16. En ellos se asume una vida útil de un auto de 150 mil kilómetros. En el valor por tonelada se aprecia que los primeros tres escalones, donde se supone estaría la mediana de los autos vendidos en ese país, tiene un precio algo inferior a los 23 euros por tonelada que se esperaba fuera el precio del mercado de derechos de emisión de Europa (ETS).

Gráfico 4.15. Precio (ordenadas) implícito de la tonelada de carbono (abscisas) en el sistema bonus-malus francés.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4.16. Precio implícito por tonelada excedida respecto de la franquicia y premio implícito por ahorros con relación a la franquicia en el bonuls-malus francés.



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, el Ministerio de Desarrollo Social tiene uno de los más desarrollados sistemas de transferencias directas de América Latina¹⁸⁷ lo que permite incluir medidas compensatorias en los deciles de menores ingresos que pudieran resultar afectados negativamente por los cambios para la contención de la demanda de autos y viajes particulares.

4.4 Instrumentos para la protección de la atmósfera nacional y global

Chile, como México, ha diseñado planes de control de la contaminación para las ciudades que representan una amenaza para la salud. La Región Metropolitana tiene su plan de descontaminación en el que se consideran los instrumentos regulatorios usuales, como la mejora en los combustibles, restricciones vehiculares y de operación de otras fuentes de emisión, y monitoreo atmosférico. Sin embargo los programas son pobres, en instrumentos para la gestión

¹⁸⁷ Para una descripción resumida de los programas chilenos de transferencias condicionadas, ver <http://dds.cepal.org/bdptc/>, consultada el 26 de mayo de 2013. También se puede consultar **Programas de Transferencias Condicionadas: Balance de la experiencia reciente en América Latina y el Caribe** de Simone Cechini y Aldo Madariaga, *Cuadernos de la CEPAL*, N° 95, LC/G.2497-P, Junio 2011, 220pp. Santiago de Chile.

de la demanda de autos y de viajes más allá de las situaciones críticas puntuales. No hay instrumentos para modificar estructuralmente la demanda de autos y de viajes de los vehículos privados. También carecen de una relación de responsabilidad entre la calidad de la atmósfera en la región específica, como la RM, y la nación.

Los instrumentos específicamente diseñados para la protección de la atmósfera global y por tanto para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero están en una situación muy distinta a los instrumentos reseñados en la sección anterior, pues carecen por completo de institucionalidad y la mayoría incluso de precedente. Entre los instrumentos que se podrían diseñar para estos efectos se consideran los , regulatorios, de precios que se basan en instrumentos de mercado y los mixtos.

4.4.1 La aplicación de un mecanismo regulatorio de gobernación de la atmósfera nacional¹⁸⁸

Desde el punto de vista de la gestión integral de la atmósfera nacional, Chile, como país unitario tiene una reglamentación que le permite al gobierno nacional declarar zonas saturadas atmosféricamente cuando en las ciudades se rebasa un determinado nivel de contaminación del aire, usualmente partículas suspendidas debido a la quema de leña, sobre todo en las ciudades del sur¹⁸⁹. La declaratoria obliga a medidas de tipo local, sin embargo no conlleva la aplicación de instrumentos económicos como cobros-multas desde el gobierno nacional hacia la administración urbana de la zona saturada, que incentiven el retorno a los niveles seguros de concentración de emisiones. La saturación no es una infracción en la legislación actual ni genera compensación alguna. Se requeriría un cambio en la gobernanza de la atmósfera nacional.

¹⁸⁸ Basado en Samaniego, José Luis “Desarrollo Sostenible y Energía”, ponencia presentada en el Foro de Políticas Públicas, Centro Banamex, Ciudad de México, 2007.

¹⁸⁹ En México la ley también ofrece bases para avanzar en este mismo sentido. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental, título 4, artículo 111, fracciones. 1 y 10, que establecen la facultad de regular al calidad del aire por zonas o regiones con base a normas oficiales mexicanas de calidad del aire. Esto asemejaría la atmósfera a un “medio receptor” de emisiones y eso abre la posibilidad de normar el acceso a ese medio receptor, como se ha hecho para normar las descargas residuales al agua. En el caso del aire, los grandes usuarios de la atmósfera como medio receptor serían los municipios, como los son para el agua también. La Ley prevé la búsqueda de soluciones costo-efectivas que podrían ser intra e interurbanas. El Artículo 111 fracción 11, establece la posibilidad de generar mercados, y el art 112 faculta a las localidades a controlar la atmósfera local.

La introducción de infracciones atmosféricas permitiría acompañarlas de cobros-multas (cuyo destino sería materia de discusión) a la administración urbana, mandado así una clara señal al gobierno local y a sus ciudadanos sobre su responsabilidad en la mitigación. Si la multa-cobro fuera a su vez repercutida sobre los emisores, podría llevar a importantes cambios en los patrones de consumo energético locales y sobre los estilos de vida. Es previsible que la individualización se exprese como límites a la emisión, mercados de derechos de emisión internos, inspecciones a fuentes puntuales y a multas individuales, o sus combinaciones.

Un problema estriba en que la suma de pequeñas emisiones de una fuente no vehicular puede hacer un aporte marginal a la saturación, como cuando se suman las emisiones de los autos y estufas a leña, resultando en una mezcla que requiere de mecanismos claros para la asignación de responsabilidad. Estos pueden estar basados en consideraciones como el ingreso u otras, como la peligrosidad de las emisiones asociadas, para repartir la carga de mitigación al interior de las ciudades.

El sistema de cobros-multas desde la nación hacia la RM tendría un efecto sumamente visible sobre la ciudadanía y sobre su contribución económica individual a la mitigación, más allá de las puras restricciones cuantitativas a la circulación de vehículos. Es previsible también que diera lugar a un fuerte debate sobre el mecanismo de reparto de las responsabilidades.

En gran medida los formadores de opinión pública y los percentiles altos de ingreso, que incluyen a la clase política, tendrían que ser autocríticos, cosa que suele no suceder. De hecho la actitud contraria es dominante: demandar el subsidio a los combustibles fósiles o la eliminación a sus impuestos específicos¹⁹⁰, como si no hubiera liga entre este fenómeno y el del deterioro ambiental y de la salud. Como se ha señalado en otros puntos de esta investigación, los beneficios del subsidio son claramente percibidos, mientras que los perjuicios de la contaminación aparecen difusos.

Otras consecuencias deseables de una gobernanza así mejorada serían las siguientes:

¹⁹⁰ La eliminación del impuesto específico a los combustibles es una constante demanda de la Unión Democrática Independiente, el partido más conservador y adinerado de Chile.

- se crearía un sistema vinculante para las ciudades,
- se fortalecería el control de la contaminación atmosférica nacional y local, lo que implica mejorar la institucionalidad, fortalecer los presupuestos de monitoreo y control,
- daría mayor previsibilidad a la evolución de la contaminación al interior de las ciudades evitando así llegar a niveles de motorización o emisión con mayor dificultad de control,
- el costo de no cumplimiento sería visible, y
- se modificarían los incentivos de mediano y largo plazo relativos no sólo a la motorización y quema de combustibles, sino incluso para la ocupación del territorio, el uso del espacio urbano, los sistemas de movilidad y el uso de materiales de construcción, que también determinan el nivel de emisiones¹⁹¹.

Es importante el diseño del mecanismo de mercado para la generación de los recursos considerados. Si se trata de un ingreso fiscal los fondos provenientes del cobro-multa van a rentas generales, pues en Chile se rechaza el concepto de “destino específico” para los ingresos públicos. De ahí que fuera mejor considerarlos como aporte a un fondo sea para la mejora del transporte público, como se propone en esta investigación, o bien para la mitigación de emisiones de otras fuentes, como las estufas y aislamientos edilicios.

Sin embargo es difícil producir escenarios para esta medida. Hay precedente en la fórmula sugerida, pues es aplicada por los Estados Unidos para las denominadas “non attainment areas” designadas así por la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) del gobierno federal cuando las zonas urbanas están por arriba de la norma ambiental de calidad del aire¹⁹². En ALC la propuesta tiene un precedente en el medio hídrico, pues este mecanismo se

¹⁹¹ LGADM 2006

¹⁹² The Clean Air Act and Amendments of 1990 define a "nonattainment area" as a locality where air pollution levels persistently exceed [National Ambient Air Quality Standards](#), or that contributes to ambient air quality in a nearby area that fails to meet standards. Designating an area as nonattainment is a formal rulemaking process, and EPA normally takes this action only after air quality standards have been exceeded for several consecutive years. Nonattainment areas are given a [classification](#) based on the severity of the violation and the type of air quality standard they exceed. EPA designations of nonattainment areas are only based on violations of national air quality standards for carbon monoxide, lead, ozone (1-hour), particulate matter (PM-10), and sulfur dioxide. EPA has not yet designated areas based on the newer 8-hour ozone or PM 2.5 standards. Currently, there are no nonattainment

asemeja al que regula los cauces de agua nacionales como medios de descarga de aguas residuales, que, como en México y Colombia, tiene un costo para los gobiernos locales y se paga un derecho por ello.

Una reforma como la que aquí se plantea (ver capítulo 5) permitiría a la autoridad nacional tratar las ciudades como grandes unidades contaminantes, y tutelaría la calidad del recurso ambiental degradado (como se hace para los océano, lagos, atmósfera local y suelos); la atmósfera nacional y la contribución a la contaminación de la atmósfera global (Samaniego, 2007).

La forma de operacionalizar esta modificación en la gobernanza de la atmósfera nacional podría asumir varias modalidades como las que a continuación se describen:

1.-Limite y Comercio (Cap and Trade): La preocupación dominante que se atiende con el instrumento es asegurar un límite a la contaminación. Se fija, pues, una descarga máxima (límite o cap) internamente en la Región Metropolitana (o la porción de ésta que se quiera controlar) y distribuye gratuitamente o con costo el derecho de uso de la atmósfera nacional como sumidero de gases contaminantes locales y/o globales mediante la emisión de derechos individuales. Fijada la cantidad, el precio estará sujeto a las fluctuaciones del mercado y de los costos de cumplir con el límite para los distintos agentes en un mercado de derechos de emisión (comercio o trade). Esta opción está en consideración de nuevo, después que fuera desechada en 2003¹⁹³. Si bien Chile está considerando un sistema de Limite y Comercio para todo el país (Brant 2012), no parece viable su aplicación sólo para el transporte vehicular privado pues los márgenes de ahorro y excedencia son demasiado bajos con base en la tecnología. Este sector podría hacer parte del sistema nacional.

Para su aplicación al transporte privado en la RM habría que limitar alguna cantidad, sea la gasolina que se vende, cosa que no parece probable, o bien los permisos para los autos con base en una relación objetiva, como número de vehículos con relación al espacio ambiental o al

listings for nitrogen dioxide. En http://scorecard.goodguide.com/env-releases/def/cap_naa.html. Consultada el 26 de mayo de 2013.

¹⁹³ Documento inédito producido por Arturo Brandt, 2012, y documento en preparación para el Ministerio de Medio Ambiente por el Centro Mario Molina. Entrevista llevada a cabo por Jorge Cáceres para conocer mi opinión sobre el sistema propuesto, 1º de marzo de 2012, CEPAL.

espacio vial. Sin embargo el mecanismo tiene una importante restricción, pues los ahorros individuales significativos sólo se pueden hacer con relación a la demanda de viajes o al uso del vehículo. La tecnología ofrecida en el parque vehicular es virtualmente homogénea y salvo que se produjera un cambio enorme en la oferta de tipos de vehículos privados, el sistema de cap and trade sería equivalente a un esquema de venta de permisos de compra de combustible y como mercado privado posiblemente sería relativamente muy caro de operar entre particulares.

Para que tuviera sentido la posibilidad de opción individual y atractivo económico simultáneamente, el sistema de mercado tendría que abarcar una multiplicidad de alternativas de ahorro, más allá del sistema de transporte privado. Tendría posiblemente sentido incluso como un mecanismo urbano (vs un mecanismo nacional), y por lo tanto como una restricción aplicable a todo el sistema metropolitano. De este modo habría alternativas de mitigación cuyos costos presentarían importantes variaciones con relación al precio promedio implícito en el mercado y por tanto un estímulo importante a su funcionamiento (OECD, 2008).

2.-Venta de Derechos de emisión o consumo. Si la preocupación dominante es moderar la carga económica, se puede introducir gradualmente un cobro por derechos de emisión o para el consumo de sus precursores, los combustibles fósiles, que envíe las señales de precios en el sentido correcto a la región metropolitana. El cobro puede:

- reflejar la externalidad,
- simplemente ser un derecho de emisión, o
- funcionar como multa o penalidad una vez que se llegue a un cierto nivel de concentración. Esta última modalidad es la que se aplica a la concentración de contaminantes locales, que cuando se elevan más allá de un límite pasan a denominarse zonas saturadas.

3.-Introducir nuevos contaminantes en la regulación. Una tercera modalidad es tratar las emisiones de gases de efecto invernadero como contaminantes, que hoy no lo son, en las legislaciones nacionales pues no se ha establecido su impacto indirecto sobre la salud y la calidad de vida (vectores, enfermedades y eventos extremos). EUA hizo un intento en 2010 para aplicar las facultades regulatorias de la Agencia de Protección Ambiental a los gases de efecto

invernadero como contaminantes locales con base en el llamado “endangerment finding” que estableció el vínculo entre salud y emisiones y eludió así, la resistencia del congreso a legislar en materia de autos durante algún tiempo¹⁹⁴.

Las ciudades serán actores importantes en el escenario del cambio climático, tanto en materia de adaptación como de mitigación. Y con motivaciones poderosas para la mejora, posiblemente superiores a las de los países, debido a la asociación entre contaminantes locales y globales. Sin embargo ni en el nivel internacional ni en el nacional se les reconoce debidamente su protagonismo aún¹⁹⁵.

4.-Reducciones con base proyectos de mitigación para el mercado de carbono voluntario o para el Mecanismo de Desarrollo Limpio. Un instrumento distinto a los anteriores sería la producción y venta de reducciones de emisiones (o su inversa, retiro de emisiones y venta de derechos de emisión) en los mercados de carbono. Estos pueden ser los que operan bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio de la Convención Marco de las Naciones Unidas, o bien los que operan en los mercados voluntarios.

El país puede aprovechar las oportunidades de las reformas al MDL de 2005 (proyectos agrupados y programáticos) para el desarrollo de políticas con beneficios nacionales y globales. Estas reformas introdujeron la posibilidad de agrupar o empaquetar proyectos abriendo así la puerta a la suma de los ahorros de emisiones individuales en el marco de una acción de mayor

¹⁹⁴ On December 7, 2009, the Administrator signed two distinct findings regarding greenhouse gases under section 202(a) of the Clean Air Act:

- **Endangerment Finding:** The Administrator finds that the current and projected concentrations of the six key well-mixed greenhouse gases -carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs), and sulfur hexafluoride (SF₆) -in the atmosphere threaten the public health and welfare of current and future generations.
- **Cause or Contribute Finding:** The Administrator finds that the combined emissions of these well-mixed greenhouse gases from new motor vehicles and new motor vehicle engines contribute to the greenhouse gas pollution which threatens public health and welfare.

These findings do not themselves impose any requirements on industry or other entities. However, this action was a prerequisite for implementing greenhouse gas emissions standards for vehicles. In collaboration with the National Highway Traffic Safety Administration, EPA finalized emission standards for light-duty vehicles (2012-2016 model years) in May of 2010 and heavy-duty vehicles (2014-2018 model years) in August of 2011. En <http://www.epa.gov/climatechange/endangerment/>. Consultada el 26 de mayo de 2013.

¹⁹⁵ Cities and Climate Change: Key Messages from the OECD. www.oecd.org/gov/cities/climatechange, consultado el 1º de marzo de 2012.

envergadura. Los proyectos denominados “agrupados” permiten el registro de un solo proyecto en el que puede participar un número predeterminado de individuos o unidades y los programáticos, el número de participantes puede aumentar en el tiempo, todos basados en la misma metodología.

Estos proyectos tienen el potencial de reducir considerablemente el tiempo y costo de aprobación para cada participante individual, especialmente en los programáticos¹⁹⁶, donde se aceptan participantes adicionales durante la vida del proyecto. De este modo los cambios que decidan hacer los particulares, sea por cambio en combustibles, vehículos o demanda de viajes podrían ser fácilmente verificables, alcanzar un tamaño significativo y así recompensar monetariamente el esfuerzo de mitigación de gases de efecto invernadero. En caso que esta fuera una iniciativa del gobierno de la ciudad, sería un mecanismo para aumentar los ingresos con base en una convocatoria ciudadana o bien con base en políticas y medidas relacionadas con la mitigación de gases de efecto invernadero (es el principio de las Actividades Nacionalmente Apropriadas de Mitigación o NAMAS en el marco de la CMCCNU).

En ese mismo marco es posible considerar, de un modo semejante a cómo se procesó la segunda etapa del Transmilenio en Bogotá, un mecanismo estadístico como el aplicado en esta investigación para determinar la línea base o tendencial de la motorización privada, en ausencia de medidas, y la mitigación de emisiones con base en políticas y medidas alternativas como las que se proponen en esta investigación para la validación del proyecto. En la etapa de verificación se mediría la reducción efectivamente lograda y se acreditaría la reducción de emisiones para su posterior venta en el mercado de carbono. En el capítulo siguiente se presentan estimaciones del retorno monetario de las medidas aplicadas para reducir la contaminación y la congestión y por tanto también se podrían calcular los recursos adicionales (a los recaudados con las medidas fiscales como las propuestas) provenientes del mercado de

¹⁹⁶ Como el proyecto de cambio de luminarias de edificios Ilumex en México (ver <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/437/odon.html>) y los 135 proyectos registrados el 2007 por Chile en diversos sectores (ninguno en transporte), ver Negocios y Proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA), del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile (a través de la Fundación para la Transferencia Tecnológica (UNTEC), en conjunto con la Fundación SERCAL. Santiago de Chile 2007. En <http://www.chile-co2.cl/wp-content/uploads/2009/10/manual-mdl-pymes.pdf>, consultada el 26 de mayo de 2013.

carbono que se podrían obtener con base en el registro de las modificaciones sugeridas en esta investigación.

5.-El Súper MDL o los Planes Apropriados Nacionales de Mitigación (NAMAS por sus siglas en inglés). Otra modalidad dentro del marco de los mercados de carbono establecidos por el Protocolo de Kioto equivale a un escalamiento del Mecanismo de Desarrollo Limpio para reconocer proyectos que podrían ser nacionales, de escala urbana, multisectoriales. No tendríamos como base metodologías por sector, sino un resultado final, como ha sido propuesto por algunos¹⁹⁷. Este mecanismo, que reúne la protección de la atmósfera local y global, sería una forma de pago por servicios ambientales que incentivaría a los gobiernos locales a sumarse a los esfuerzos de mitigación. Su base es el cambio en las políticas y medidas y en los incentivos al cambio de los patrones de producción y consumo con importantes cobeneficios en materia de salud y de cohesión social.

6.-Tasación del carbono en los combustibles fósiles. Un mecanismo más sencillo que los anteriores es aplicar un cargo o impuesto por el contenido de carbón de los combustibles, que se transmitiría a través de todas las cadenas de valor en la producción y al consumo. Preocupa a las autoridades su impacto sobre el índice de precios al consumidor con sus efectos sobre los equilibrios macroeconómicos y también consideraciones sobre su impacto sobre el poder de compra de los sectores pobres de la población. Se puede, no obstante compensar este último impacto mediante los mecanismos ya establecidos como el usado para las transferencias condicionadas del Ministerio de Desarrollo Social de Chile. El impacto sobre los precios ocurriría cada vez que se ajuste el precio. Si se hace de manera gradual el efecto en la demanda sería un factor de mitigación. Esta medida desincentivaría el consumo de fósiles en general y en particular los que se aplican a los vehículos privados. El impuesto al carbono sería un mecanismo para internalizar externalidades locales y globales del consumo de fósiles.

¹⁹⁷ JL Samaniego, Tesis de Maestría, 2002, capítulo 5, La reforma al MDL: el Súper MDL; Samaniego y Figueres en Climate of Trust, Kevin Baumert, Compilador, el S-CDM, 2003, World Resources Institute, Washington, y Cities and Climate Change: Key Messages from the OECD, en www.oecd.org/gov/cities/climatechange consultado el 1° de marzo de 2012. El protocolo ha aceptado la presentación de Planes Nacionales Apropriados de Mitigación que identificarían una reducción capaz de ser llevada a cabo por los países, de manera autónoma, y otra parte que requiere de financiamiento externo. Esto equivale a la venta de servicios ambientales y lleva implícito un precio de la tonelada de carbono.

Es difícil establecer una relación clara entre el valor del tributo y el de la suma de externalidades por su alto grado de incertidumbre y difusión. Resulta secundario, sin embargo establecer esta relación precisa, pues el objetivo de política es dar señales en el sentido correcto y gradualmente ajustar el tributo en la medida en que se alcancen las metas fijadas y que mejore el conocimiento de la magnitud de las externalidades.

Una ventaja de un impuesto gradualmente creciente sería el cambio gradual de precios relativos a favor de patrones de producción y consumo más limpios sin tener que modificar otros ordenamientos jurídicos. Esto es particularmente relevante para los procesos de inversión y compras públicas, que verían coincidir en mayor medida las opciones más limpias y de menores externalidades, con las más baratas¹⁹⁸.

Si adicionalmente en la valoración de proyectos de inversión de la banca nacional e internacional se introdujera un precio de cuenta¹⁹⁹ a las emisiones de gases de efecto invernadero y para los contaminantes locales, también se lograría el efecto de gradualmente hacer coincidir lo económicamente rentable con lo ambientalmente deseable. Dicho de otro modo, se haría coincidir lo limpio con lo barato.

El impuesto al carbono tendrá el efecto de reconocer en el mercado las externalidades positivas netas de las energías renovables, reduciendo la necesidad de aplicar otros subsidios de apoyo a su introducción.

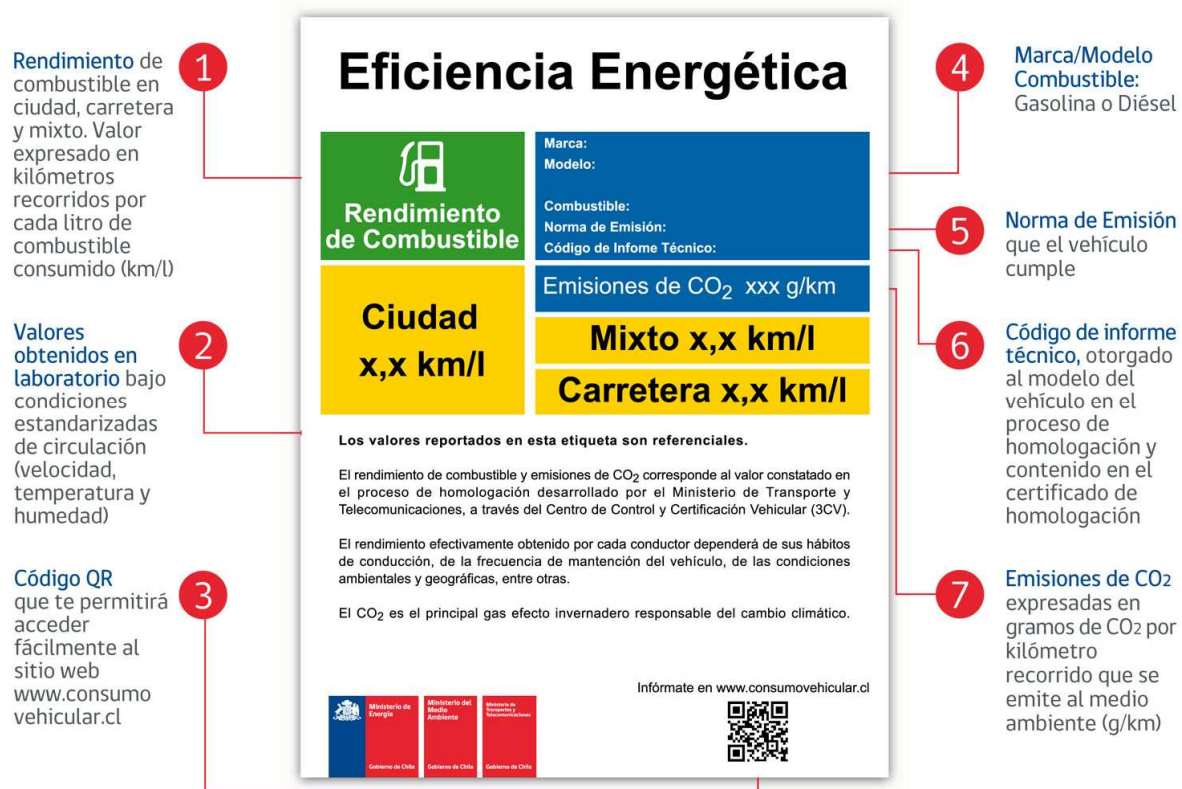
7.-Cobro por Huella de Carbono Vehicular. Es la tasación en los cobros de tenencia de vehículo por las emisiones incorporadas en su fabricación, así como las emisiones potenciales durante su vida útil y otros desgastes. De este modo se estaría aproximando mejor el costo de

¹⁹⁸ Este efecto en las inversiones también se puede lograr asignando precios a los gases de efecto invernadero (de hecho a toda externalidad) que en las evaluaciones harían gradualmente acercarse los procesos más limpios con los más rentables, haciendo que el mecanismo de inversión se rigiera por una contabilidad ambientalmente plena y operase a favor de la sostenibilidad del desarrollo. Actualmente se utiliza predominantemente un mecanismo de doble contabilidad; el económico de evaluación de rentabilidad, y el físico, que responde a preferencias o reglas del inversionista para elegir lo ambientalmente mejor. Ver lineamiento 3 sobre “contabilidad plena” en **La Sostenibilidad del Desarrollo a 20 Años de la Cumbre para la Tierra: Avances, brechas y lineamientos estratégicos para América Latina y el Caribe**, LC/L.3346/Rev 1, CEPAL, 2012.

¹⁹⁹ El Banco Mundial asigna 20 US/ton de CO₂ en sus cuentas de Ahorro Genuino, y que se podría trasladar hacia la valoración de los proyectos de inversión.

mercado de los autos a sus costos sociales. Este mecanismo es más limitado comparado con las otras opciones sugeridas, y específico a la tenencia de autos. En Chile se aplica el etiquetado de emisiones y rendimiento a los vehículos nuevos a partir de febrero de 2013, pero esto no se asocia a ningún tipo de cobro.

Figura 4.4 Etiqueta energética y ambiental para autos nuevos



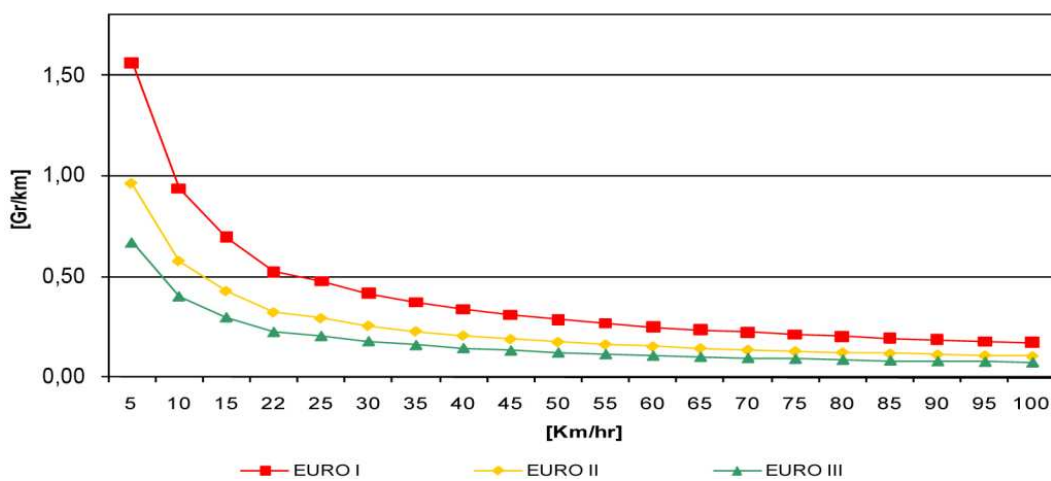
Fuente: Portal de indicadores de consumo energético y emisiones vehiculares del Ministerio de Energía de Chile.²⁰⁰

8.-Desarrollo de normas para tasar la congestión. Actualmente los cobros por congestión son decisiones cuyo fundamento se desconoce, tomadas sólo por los operadores de las carreteras concesionadas. Sin embargo la Secretaría de Transporte, SECTRA, en su evaluación de proyectos viales evalúa a la par de los ahorros en combustibles, que tienen precio de mercado, el ahorro en tiempo, que no lo tiene, con base en estudios de valor estadístico del tiempo. Si el

²⁰⁰ En <http://www.consumovehicular.cl/>. Consultado el 26 de mayo de 2013. La iniciativa, desarrollada por los ministerios de Energía, Transportes y Telecomunicaciones y Medio Ambiente, en conjunto con ANAC, se aplica en todos los vehículos livianos de pasajeros –automóviles y SUV- de uso particular y de menos de 2700 kilos a partir de febrero de 2013.

nivel de congestión estuviera claramente normado, no sólo las concesionarias, sino los gobiernos municipales podrían aplicar el cobro por congestión, y fuera de las vías concesionadas, ampliando así el instrumental a disposición de las políticas públicas para el control de la demanda y de las emisiones locales y globales. Como se muestra en el gráfico 4.16, a menores velocidades de circulación las emisiones de contaminantes locales se incrementan considerablemente.

Gráfico 4.17. Curva de emisiones del transporte público de Santiago por norma de emisión (gramos de PM10 por kilómetro)



Fuente: SECTRA (Secretaría de Planificación de Transporte, Gobierno de Chile)²⁰¹.

9.-Reglamentación de Accesibilidad. Una medida adicional que también reduciría la demanda de viajes y por tanto las emisiones sería contar con una reglamentación municipal sobre accesibilidad de servicios, que dotara a las distintas circunscripciones territoriales de satisfactores básicos, como hospitales, delegaciones de oficinas públicas y servicios comparables, que orientaran el desarrollo urbano. Esta medida estaría asociada posiblemente a los precios de los permisos de edificación o de uso del territorio, en manos de los respectivos municipios en un diálogo horizontal con las autoridades de transporte.

²⁰¹ Citado en Evaluación de las mejoras ambientales en el transporte público de Santiago, 2007-2010. Vicente Pardo y Mariano Pedroza, CEPAL-AECID, marzo de 2012, Santiago de Chile.

4.5 Algunos otros ejemplos internacionales destacados de aplicación de instrumentos económicos.

En Bogotá la gasolina tiene un sobreprecio local del que 50% se utiliza para financiar la expansión del sistema Transmilenio. La gasolina es consumida por el 19% de la población de dicha ciudad, el quintil más alto, lo que implica que los usuarios del transporte privado están financiando parcialmente la expansión de la infraestructura del transporte público, que es usada por el 72% por ciento de la población. El gobierno nacional contribuye al financiamiento de Transmilenio, y también la ciudad con base en los ingresos recaudados con el sobreprecio a la gasolina. A partir del 2001 las contribuciones se establecieron en 1, 296 millones de dólares para el gobierno nacional y las de Bogotá en 674 millones para un total de 1970 millones de dólares, 66% por ciento a cargo del gobierno nacional²⁰².

Dentro de las mejores prácticas se puede citar también el caso alemán que estableció un impuesto con objetivos ambientales, el “ecotax” aplicado tanto a los combustibles fósiles como a la energía eléctrica, mediante un anuncio sobre la suba en el mediano plazo, de 3 centavos de dólar por año durante 6 años²⁰³, para permitir la adaptación tanto de personas como de fabricantes de autos a los nuevos precios del combustible. A pesar de haber sido recibido con resistencia inicialmente, pasado un breve lapso, la situación se normalizó. El ejemplo subraya la conveniencia de programar las alzas de manera transparente, moderada y continua a lo largo de un lapso largo.

Adicionalmente el impuesto ecológico se etiquetó para financiar la seguridad social, con el objetivo de encarecer relativamente la energía con respecto a la mano de obra favoreciendo

²⁰² Sobretasa a la gasolina por Decreto-Ley 1421 de 1993 que autoriza hasta 20% de sobretasa, y el Acuerdo 42 de 1999 extiende la facultad hasta 2016. De lo que recauda, 50% va al transporte público, 20 por ciento a vialidades y 30 por ciento a mejora de barrios. Los aportes de la nación están reglamentados por las Leyes 310 y 336 de 1996 y por el Convenio Nación distrito de 1998, que definen montos, objeto y fechas de pago. Ver http://centrourbal.com/sicat2/documentos/81_200832262_R8P2-01A-dt4-spa1.pdf, consultado el 26 de mayo de 2013.

²⁰³ Los combustibles fósiles tienen el 16% de impuesto al valor agregado que sumado al ecotax es de 50 y 52 centavos de dólar para la gasolina de bajo y alto azufre, respectivamente y de 40 y 42 centavos de dólar para el diesel de bajo y alto azufre, respectivamente. Los impuestos representan el 70% aprox., del valor de expendio y 7 por ciento de la recaudación, de unos 28 mil millones de dólares y tercera en importancia en Alemania. (Thielmann, December 2001).

actividades intensas en trabajo por sobre las actividades intensas en energía, buscando así un doble dividendo (Thielmann, December 2001)(p73) y con el efecto de desplazar la carga desde las contribuciones a la seguridad social hacia el consumo de fósiles, neutralizando así el impacto fiscal total.

En Alemania se da un ejemplo de una política diferenciada mixta. Se aplica un impuesto a la tenencia anual, que diferencia según la cilindrada o tamaño, así como por tipo de combustible, más bajo para la gasolina que para el diesel, a fin de compensar los menores impuestos aplicados al diesel. Al momento de la compra se aplica un descuento para inducir la elección hacia menores emisiones, aplicable a los vehículos a gasolina, semejante a como hace el sistema bonus-malus ya citado. La recaudación por estos impuestos fue de 6.4 mil millones de dólares en el año 2000, equivalentes al 1.5% del presupuesto nacional. En Holanda la aplicación de un impuesto diferenciando según el potencial contaminante de los autos tuvo como efecto, tras estar tres años en vigor con una diferenciación creciente, de aumentar la flota de autos bajo normas mejoradas que exigen el convertidor catalítico de ciclo cerrado, de 0.6% de la flota a 17% entre 1989 y 1991. En 1994 el 94% de todos los autos nuevos contaban con el convertidor de ciclo cerrado. Entre las lecciones aprendidas de este instrumento fue que una diferenciación demasiado baja torna inefectivo el estímulo, al igual que una norma demasiado laxa. Asimismo el incentivo gana en efectividad si se alinea con un cambio tecnológico en desarrollo. Adicionalmente, la estructura del incentivo mostró que el costo adicional del convertidor podía ser contrapesado mediante el estímulo fiscal (Thielmann, December 2001).

También como una práctica exitosa y reproducible se cuenta el financiamiento para el Fondo Ambiental de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México que entre 1992 y 1997 recibió cerca de 70 millones de dólares mediante la aplicación de un sobreprecio a las gasolinas de 1 a 4 centavos de dólar, recaudado localmente y que por ello se pudo usar eficazmente para financiar objetivos ambientales, comenzando por la recuperación de vapores de dicho combustible en las estaciones de servicio al momento del reabastecimiento vehicular²⁰⁴.

²⁰⁴ Encinas. IDEM.

En Quito se aplica un cobro en los estacionamientos del centro urbano para el financiamiento de su sistema de Bus Rápido.

Singapur destaca por la integralidad de su enfoque. Singapur ha centralizado en una única autoridad tanto los departamentos encargados de infraestructura para el transporte como los dedicados a registrar y a normar el tráfico público y privado a fin de asegurar coherencia en la política de transporte y aplica un exitoso esquema de tarificación sobre vías (1998) y áreas (1970), e impuestos diferenciados a los vehículos por tamaño, tipo de vehículo y de combustible, un sistema de cuotas de vehículos mediante subastas de placas (1990) (cuyos precios son cercanos a los 30 mil dólares (2003) por década y que se subastan mensualmente) y cobros de estacionamiento como políticas para regular la demanda. La tarificación vial distingue por zona de la ciudad, por tipo de vehículo y por hora. La revisión periódica del sistema permite ajustarlo a las variaciones de congestión que se producen a lo largo de los meses. El sistema ha sido exitoso para contener la congestión y para favorecer una mejor distribución entre modos privados y públicos de transporte. Los recursos obtenidos financian tanto los costos de infraestructura vial como la mejora del transporte público. (Breithaup, 2006)

Otros ejemplos puntuales surgidos como parte de las medidas sectoriales durante el período de estímulos como respuesta a la crisis del 2007 son los siguientes:

- Dinamarca introdujo un impuesto reducido a los vehículos híbridos que abarata su costo con relación al los convencionales, en un contexto de alto costo del uso del auto (Barbier, p. 74) (un estímulo ambiental regresivo socialmente).
- China duplicó—a US\$85 mil millones—la inversión en transporte a riel como alternativa al transporte carretero y aéreo, y como opción más baja en carbono.
- Alemania aceleró las inversiones urgentes en transporte y durante 2009 y 2010 se lanzó un nuevo programa de US\$1.26 mil millones en cada uno de esos años. La expansión de las vías férreas y de los canales se subsidió. Los autos nuevos experimentaron una exención fiscal de un año y los de bajas emisiones por dos años (también regresivo socialmente). La moratoria fiscal finalizó el 31 de diciembre de 2010.
- La Unión Europea presupuestó US\$6.4 mil millones para una iniciativa europea de autos “verdes” o de más baja emisión (misma observación).

4.6 Conclusiones

Los instrumentos disponibles para la mitigación de problemas como la contaminación local y la congestión son numerosos. Incluso en años recientes se ha enriquecido el universo instrumental para mitigar la contaminación global producida por los gases de efecto invernadero. Es pues un herramental, como se ha podido reseñar amplio y versátil.

En Chile, sin embargo, rige, desde el punto de vista de la política pública y siendo Santiago una zona problemática en estas materias, un enfoque anclado en el plan de descontaminación diseñado en los 90, donde los municipios o comunas no forman parte de la gestión de la calidad del aire, ni de la congestión²⁰⁵.

Como hemos podido ver, los instrumentos relativos a la congestión son solo aplicados por el sector privado con un objetivo de lucro y están ausentes de la política pública, existiendo los medios tecnológicos para su aplicación.

Así pues tanto desde el punto de vista de la demanda de combustibles como de la demanda de viajes, hay un apreciable campo de mejora. Es sin embargo, indispensable crear instancias de coordinación para la aplicación de políticas de prevención de la contaminación y de la congestión con una visión de región metropolitana que articule los niveles comunales y nacional, que hoy no se da para la aplicación de instrumentos de gestión de la demanda de transporte privado sobre el consumo de combustibles, la tenencia y el uso de los autos.

Con arreglos distintos, basados en asociaciones público privadas y entre niveles de gobierno distintos sería posible coordinar los instrumentos aplicados y diversificar los que se podrían incorporar a la política pública. Cada uno de ellos podría hacer una contribución a estos objetivos. Además de el logro de metas ambientales se podría lograr una mayor recaudación para el para también mejorar el transporte público, como veremos en el capítulo siguiente.

²⁰⁵ Salvo exigir para los trámites de emisión de placas o patentes la verificación de emisiones establecida por disposición nacional.

Una consideración no menor es que la aplicación de una política de descontaminación y descongestión puede ser muy progresiva si se compensa adecuadamente a los quintiles de menor ingreso , como se deduce de la partición modal en Santiago, como se vió en la distribución del consumo de combustibles fósiles en Chile y otros países de América Latina, y como se menciona en el caso del Transmilenio. Ha sido sin embargo muy alta la cautela de las autoridades con relación a la gestión de la demanda privada, si se compara con las iniciativas tomadas en otras regiones del mundo. Lamentablemente se ha minimizado la gestión del auto privado para objetivos de política pública y para la protección de los bienes de uso común en el capítulo de la lucha contra la degradación ambiental en una sociedad altamente desigual donde auto privado y altos niveles de ingreso son una mancuerna, lo contrario de una política económica vial y de transporte a favor de las mayorías.

4.7 Anexo 4.1. Medidas Aplicadas en Países de la OCDE²⁰⁶.

Motor Fuels

- Leaded/unleaded differential
- Gasoline (quality differential)
- Diesel (quality differential)
- Carbon/ energy tax
- Sulphur tax
- Other excise taxes (excluding Value Added Tax)

Vehicle Registration

- Sales/excise/registration tax differential
- Road/registration tax differential

Direct Tax Provisions

- Free company car part of taxable income
- Employer-paid commuting expenses part of taxable income
- Free parking part of taxable income
- Commuting expenses deductible from taxable income if public transport is used

²⁰⁶ Table 2.3: **Examples of Economic Instruments in environmental transport policy in OECD countries** Sources: OECD 1997, pp. 20-22 (Thielmann, December 2001, pág. 39)

4.8 Bibliografía

Bandivadekar Anup, He, Hui; A Review and Comparative Analysis of Fiscal Policies Associated with New Passenger Vehicle CO₂ Emissions. International Council on Clean Transportation, Washington DC 20005, 2011.

Cecchini, S. y A. Madariaga (2011) “Programas de Transferencias Condicionadas: Balance de la experiencia reciente en América Latina y el Caribe”. Cuadernos de la CEPAL, N° 95LC/G.2497-P. CEPAL. Santiago de Chile.

CEPAL (2012) “*La Sostenibilidad del Desarrollo a 20 Años de la Cumbre para la Tierra. Avances, brechas y lineamientos estratégicos para América Latina y el Caribe*”. CEPAL, Santiago de Chile.

Gallego, F., J. P. Montero y C. Salas (2011) “*The Effect of Transport Policies on Car Use: Theory and Evidence from Latin American Cities*”. Department of Economics, Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC-Chile).

Greening, L. A., D. L. Greene y C. Difiglio (2000) “Energy Efficiency and consumption-the rebound effect-a survey”, *Energy Policy*, 28(6-7), 398-401.

Hidalgo, D. y A. Carrigan (2010) “*Lecciones aprendidas de mejoras en sistemas de autobuses de Latinoamérica y Asia. Modernización del transporte público*”. World Resources Institute.

Informe Económico N° 192. Observatorio del Transporte Público de Santiago, Instituto Libertad y Desarrollo. Santiago de Chile, 2008.

Jevons, William Stanley (1866) “The coal question”. London and Cambridge: Macmillan and Co.

Martínez, F., A. Justen, B. Lenz y C. Cortés (2012) “*Santiago 2030: Perspectives on the Urban Transport System*”, En: Heinrichs, Krelleberg, Hansjurgens y Martínez (eds.), *Risk Habitat Megacity*, Springer Verlag.

Mayumi, K. et al. (2008) “*The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements*”. Earthscan. USA-UK.

Micozzi, M. Expert Group on Influencing Road Traffic Demand (MM22001), OECD, Paris. 2001

Pardo, V. y M. Pedroza (2012) “Evaluación de las mejoras ambientales en el transporte público de Santiago, 2007-2010”. CEPAL-AECID, Santiago de Chile.

Samaniego, J. L. y C. Figueres (2002) “Evolving to a Sector-Based Clean Development Mechanism”. En: K. Bumert, O. Blanchard, S. Llosa y J. Perkaus (Eds.), *Climate of Trust*, World Resources Institute.

Samaniego, José Luis (2002) Capítulo 5 “Una propuesta para la evolución del tratado de climático para el involucramiento de los países en vías de desarrollo en la mitigación del cambio climático”. Tesis de Maestría: El Mecanismo de desarrollo limpio en el protocolo de Kioto: Los acuerdos del 2001, una propuesta para la evolución del MDL y su aplicación a un proyecto de reforestación en el suelo de conservación. México DF. Universidad de las Américas, 2001.

Santos, G., H. Behrendt y A. Teytelboym (2010) “Part II: Policy instruments for sustainable road transport”, *Research in Transportation Economics*, 28(1), 46-91.

Thielmann, S. y J. A. Schwaab (2001) “Economic Instruments for Sustainable Road Transport - An Overview for Policy Makers in Developing Countries”. GTZ, Eschborn, Alemania.

Diarios: El Mercurio, La Tercera, New York Times

Leyes:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental, México.
- Decreto Alcaldicio n° 10/ 3016, 22/10/09.
- Decreto 1,293 del Ministerio del Interior, promulgado el año 2009.
- Decreto Exento N° 649, del Ministerio Justicia
- Decreto Exento de Precios N° 451/2009 Diario Oficial (02-02-2009 y 19-02-2009)
- Decreto Ley 2.385 del 2010 de Rentas Municipales
- Decreto Supremo N° 1.111/84 (Reglamento del Registro de Vehículos Motorizados).
- Diario Oficial de 14 febrero, 2011. Historia de la Ley N° 20.493
- Ley 8.290,
- Ley N° 18.290 de 1984 (Ley de Tránsito) y
- Ley 19.030
- ley 20,037, promulgada el año 2007 del Fondo Común Municipal
- Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades
- Ordenanza de derechos de rentas de la Municipalidad de Vitacura.
- Ordenanza n° 1/ 2010.
- Reglamento del Fondo Común Municipal

Fuentes en Ministerios:

- Comisión Nacional de Energía
- Informe de la Comisión Especial Investigadora encargada de analizar los errores en el proceso de diseño e implementación del plan Transantiago, 2007.
- Instituto Nacional de Estadística.
- Ministerio de Energía de Chile: portal de indicadores de consumo energético emisiones vehiculares.
- Ministerio del Transportes. SECTRA, Encuesta Origen Destino de Viajes-Santiago 2001. En http://www.sectra.gob.cl/Indicadores_de_Movilidad/Indicadores/parque_vehicular.html
- Ministerio del Transportes: http://www.sectra.gob.cl/Indicadores_de_Movilidad/Indicadores/parque_vehicular.html consultada el 18 de marzo de 2012.
- Ministro de Transporte y Telecomunicaciones, Pedro Pablo Errázuriz. Publicado en La Tercera, 2 de febrero de 2012. En <http://diario.latercera.com/2012/02/02/01/contenido/pais/31-99217-9-transantiago->

informe-senala-que-subsidio-estatal-es-el-tercero-mas-bajo-de-la.shtml consultada el 17 de marzo de 2012

- Ministro de Transportes y Telecomunicaciones, Pedro Pablo Errázuriz, Publicado en CELN por en la web de Estrategia on Line. [://celnp.wordpress.com/2012/10/22/gobierno-reconoce-que-si-evasion-de-transantiago-fuera-cero-igual-habria-deficit/](http://celnp.wordpress.com/2012/10/22/gobierno-reconoce-que-si-evasion-de-transantiago-fuera-cero-igual-habria-deficit/). Consultado el 5 de mayo de 2013.
- Negocios y Proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), Programa de Gestión y Economía Ambiental (PROGEA), del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile (a través de la Fundación para la Transferencia Tecnológica (UNTEC), en conjunto con la Fundación SERCAL. Santiago de Chile 2007. En <http://www.chile-co2.cl/wp-content/uploads/2009/10/manual-mdl-pymes.pdf>, consultada el 26 de mayo de 2013.
- Proyecto Ilumex en México (ver <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/437/odon.html>)
- Registro Civil.
- Sistema Nacional de Información Municipal. <http://www.sinim.gov.cl>

Presentaciones:

- Altomonte, Hugo Presentación “*Aligning energy development and social development*”, Director de la División de Recursos Naturales e Infraestructura, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, en Regional Conference, ARPEL, Sustainable Energy Development, Punta del Este, 31 de marzo de 2011.
- Encinas, Alejandro. Talleres de Política Fiscal, 26 y 27 de enero de 2011, CEPAL, Santiago de Chile.
- Freire G. J. (2011) *Environment and Management* de la Universitat Autònoma de Barcelona, Ier Encuentro de la Asociación de Economía Ecológica de España, Barcelona, 2-3 de junio de 2011. Disponible en: <http://www.ecoeco.es/wp-content/uploads/downloads/2011/06/Presentaci%C3%B3n-EcoEcoEs-Jaume-Freire-junio2011.pdf>.
- Galindo, Luis Miguel. Presentación en el Taller de Política Fiscal, 19 de enero de 2011, CEPAL, Santiago de Chile.
- Lipton, David Primer Subdirector Gerente, Fondo Monetario Internacional *Reforma de los subsidios a la energía: El camino por delante*, Presentación del 27 de marzo de 2013. Disponible en: <http://www.imf.org/external/spanish/np/speeches/2013/032713s.htm>.
- Samaniego, José Luis. “Desarrollo Sostenible y Energía”, ponencia presentada en el Foro de Políticas Públicas, Centro Banamex, Ciudad de México, 2007.

Fuentes en internet:

- Bonus-Malus en Francia. En <http://www.motorpasion.com/industria/la-nueva-politica-de-impuestos-al-coche-en-francia-no-dejara-a-nadie-indiferente>, publicado el 2 de enero de 2013 y consultado el 26 de mayo de 2013.
- Cities and Climate Change: Key Messages from the OECD. www.oecd.org/gov/cities/climatechange, consultado el 1° de marzo de 2012.
- Comisión Especial Investigadora encargada de analizar los errores en el proceso de diseño e implementación del plan Transantiago, 2007 en <http://www.transantiago.cl/QUIENESSOMOS/HISTORIA/index.htm>.
- Environmental Protection Agency. Endangerment and Cause or Contribute Findings for Greenhouse Gases under section 202(a) of the Clean Air Act. Climate Change Division, Office of Atmospheric Programs. US. Washington. December 2007.
- Environmental Protection Agency: “Clean Air Act and Amendments of 1990” on “nonattainment areas”. En http://scorecard.goodguide.com/env-releases/def/cap_naa.html. Consultada el 26 de mayo de 2013.
- Federal Register. Vol 74 No 239 , rules and regulations.pp 66496. Part V, Environmental Protection Agency, 40 CFR, Chapter 1, endangerment and cause or contribute findings for greenhouse gases under section 202 (a) of the clean air act: final rule, Tuesday December 15, 2009.
- [http:// www.vespucionorte.cl/](http://www.vespucionorte.cl/).
- <http://www.autopistacentral.cl/>,
- http://www.bcn.cl/actualidad_legislativa/temas_portada.2008-05-07.1198924740.
- <http://www.cdc.gob.cl/2011/12/12/empresas-del-transantiago-asumiran-costos-de-la-evasion/> consultada el 17 de marzo de 2012
- <http://www.costaneranorte.cl>
- <http://www.costaneranorte.cl>,
- <http://www.emol.com/noticias/economia/2012/02/20/527176/automovilistas-y-cobro-por-estacionar-en-alto-las-condes-nos-parece-injusto.html>, el 3 de marzo de 2012.
- <http://www.mapcity>
- http://www.republicparking.cl/site/index.php?option=com_content&view=article&id=73&Itemid=91, y <http://www.aeropuertosiantiago.cl/estacionamientos/estacionamientos.html>,
- <http://www.seconstruye.cl/titulares/estacionamientos-las-condes/>
- <http://www.subtrans.cl/appsusubsidios/index.php/subsidio-al-transantiago/>
- <http://www.transantiago.cl/QUIENESSOMOS/HISTORIA/index.htm>
- <http://www.vespuciosur.cl/>
- Sobretasa a la gasolina en Bogotá. Ver http://centrourbal.com/sicat2/documentos/81_200832262_R8P2-01A-dt4-spa1.pdf, consultado el 26 de mayo de 2013.

- Tarificación de congestión por zona en <http://www.tfl.gov.uk/tfl/languages/espanol/#cc>. Consulta el 26 de mayo de 2013.
- Tasa por Estacionamiento de Vehículos en Determinadas Zonas de la Capital y de delimitación de la Zona de Estacionamiento Regulado Marginal: ANM 2001\101. En <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Ayuntamiento/Movilidad-y-Transportes/Aparcamiento/ANM-2001-101-Tasa-por-Estacionamiento-de-Vehiculos-en-Determinadas-Zonas-de-la-Capital-y-de-delimitacion-de-la-Zona-de-Estacionamiento-Regulado?vgnextfmt=default&vgnextoid=7d859d2e3fd4f010VgnVCM1000009b25680aRCRD&vgnnextchannel=7c5d9ad016e07010VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&titulo1=1>. Consultado el 26 de mayo de 2013.
- *Tasas por Estacionamiento en Santiago*. <http://tacometro.grupopublimetro.cl/los-10-estacionamientos-mas-caros-de-santiago>, el 3 de marzo de 2012. Para el dato del Mall Alto Las Condes, se consultó 3 de marzo de 2012.
- Transport of London 2007. En http://www.tfl.gov.uk/tfl/languages/espanol/Spanish_10p_Enforcement_160407.pdf
- Zona de Bajas Emisiones. En <http://www.epcplc.com/clients/tfl/lez/home.php>.

CAPÍTULO V

**ESCENARIOS DE POLÍTICAS DE MITIGACIÓN DE GASES DE
EFECTO INVERNADERO PARA SANTIAGO DE CHILE AL
2030**

5 Escenarios de políticas de mitigación de gases de efecto invernadero para Santiago de Chile al 2030

5.1 Introducción

¿Quiénes consumen transporte público y quiénes consumen el transporte privado en la Región Metropolitana? ¿A quienes afecta negativamente que se proteja la calidad del aire, y cuánto? A quiénes compensar por las medidas aplicadas? ¿Cuál es el grado de mejora esperable en contaminación, en mitigación del calentamiento global y en congestión? ¿Cuánto puede mejorarse el transporte público con los recursos adicionales que se obtendrían de una política activa de mitigación aplicada al transporte privado? ¿Puede construirse mediante la mejora del transporte público una política fiscal para el desarrollo sostenible, inclusiva, equitativa y ambientalmente mejor? Responder a éstos interrogantes es el objetivo de este capítulo.

5.2 El gasto de los hogares en gasolina: base para una reforma fiscal progresiva

El progreso económico de Chile si bien es desigual, ha reducido la distancia entre los hogares más ricos y los más pobres, haciendo accesible a una mayor cantidad de personas el patrón de consumo dominante.

Gráfico 5.1. Distribución del ingreso total por decil de hogares oct.-dic. 2011²⁰⁷



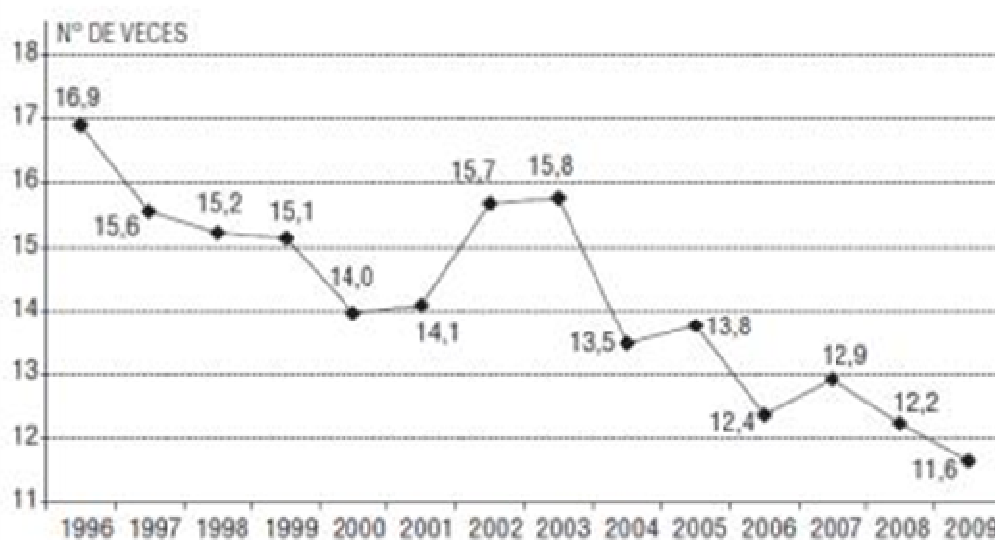
Fuente: Nueva Encuesta Suplementaria de Ingresos, INE, 2011.

Nota: Cifras en miles de pesos.

²⁰⁷ El tipo de cambio promedio para 2011 fue de 483.67 pesos por dólar.

Y aun cuando la desigualdad sigue siendo importante como se aprecia en el gráfico 5.1, la Encuesta de Presupuestos Familiares de Chile²⁰⁸ que reporta los gastos de los hogares por quintiles muestra un importante aumento en el ingreso de los niveles de menor ingreso, que ha hecho disminuir las veces que el ingreso del decil más rico multiplica al decil más pobre, como se aprecia en el gráfico 5.2.

Gráfico 5.2. Evolución del cociente de ingresos del primer decil con respecto al décimo decil



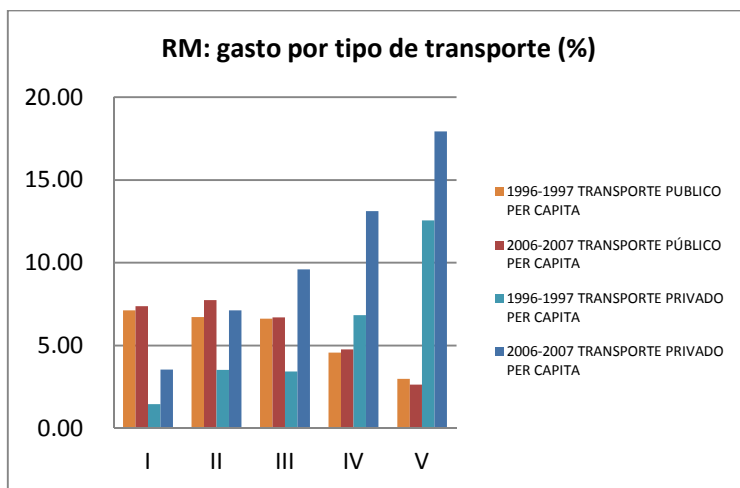
Fuente: Ingresos de hogares y personas (al 22 de septiembre de 2010). Instituto Nacional de Estadística de Chile.

Consecuente con esa dinámica y el valor social que se asigna a la movilidad privada, la participación del consumo en el transporte privado en los presupuestos familiares ha crecido sostenidamente en todos los quintiles de ingreso, particularmente del III en adelante, como se puede apreciar en el gráfico 5.3. El transporte público muestra dinamismo en los dos primeros quintiles en el periodo entre 1996 y 2006, última encuesta disponible a la fecha de redacción del informe, tal vez atribuible a la mejora que experimentó el metro en el periodo. Posteriormente, la integración tarifaria entre el Transantiago y el Metro, ocurrida a principios del 2008, dio

²⁰⁸ Encuesta de Presupuestos Familiares de Chile, noviembre 2006 a octubre de 2007, publicada el 20 de julio de 2009 por el Instituto Nacional de Estadística. Tabla 14, partida 6000, gastos en comunicaciones y transportes. Santiago de Chile.

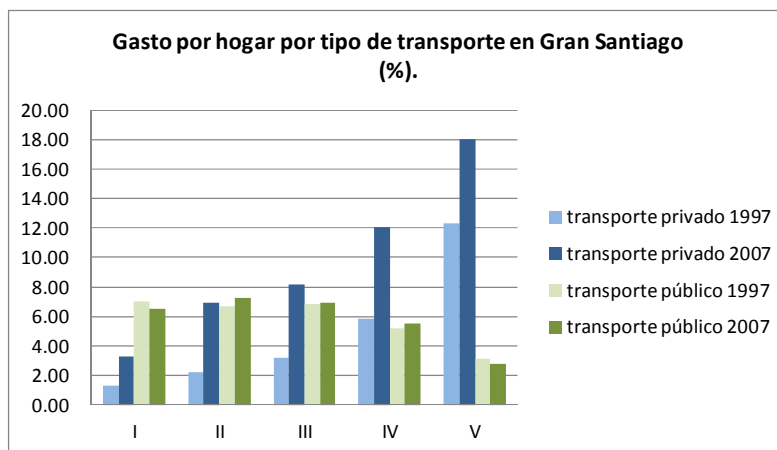
acceso a los sectores más pobres de la población, antes excluidos del transporte subterráneo debido a su alto precio relativo.

Gráfico 5.3. Gasto por tipo de transporte: Región Metropolitana



Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas de presupuestos familiares 96-97 y 2006-2007 (V y VI), con base en el gasto per cápita²⁰⁹. Instituto Nacional de Estadística.

Gráfico 5.4. Gasto por hogar, por tipo de transporte en Gran Santiago



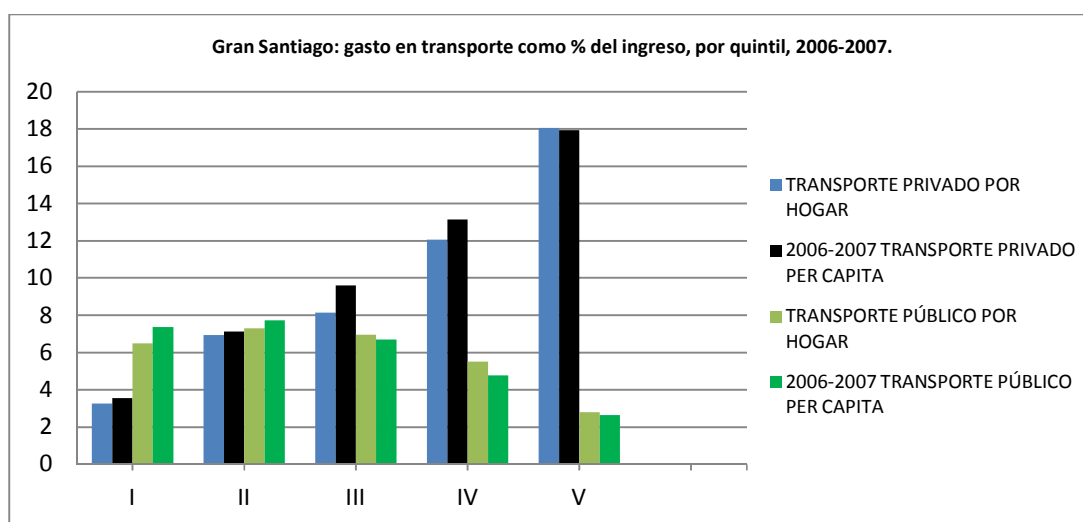
Fuente: Elaboración propia con base en las encuestas de presupuestos familiares 96-97 y 2006-2007 (V y VI)²¹⁰. Instituto Nacional de Estadística.

²⁰⁹ Tabla 12, ingreso per cápita con arriendos imputados, para Gran Santiago. Aún no están disponibles los resultados de la encuesta 2011-2012.

²¹⁰ Tabla 14, gasto per cápita ingreso del hogar sin arriendos imputados, para Gran Santiago.

El transporte público ha perdido participación en el gasto ²¹¹de los hogares en el último quintil y el consumo de transporte privado muestra un aumento en su participación relativa en ingreso de las personas en todos los quintiles, como se aprecia en los el gráficos 5.3 y 5.4. El gasto en transporte público también aumentó su participación en el ingreso personal en los quintiles I a IV. Se da pues un aumento en el consumo privado en todos los niveles y un gasto relativo al ingreso mayor, sea dejando menos porcentaje del ingreso libre para otros satisfactores, o bien reflejando el cambio en la composición del ingreso (Ley de Engel) donde el espacio liberado por la alimentación es ocupado por la movilidad. En el caso de los quintiles pobres se produce un efecto pinza, pues transporte público y privado, ambos, consumen una mayor porción del ingreso.

Gráfico 5.5. Gran Santiago, gasto en transporte como porcentaje del ingreso



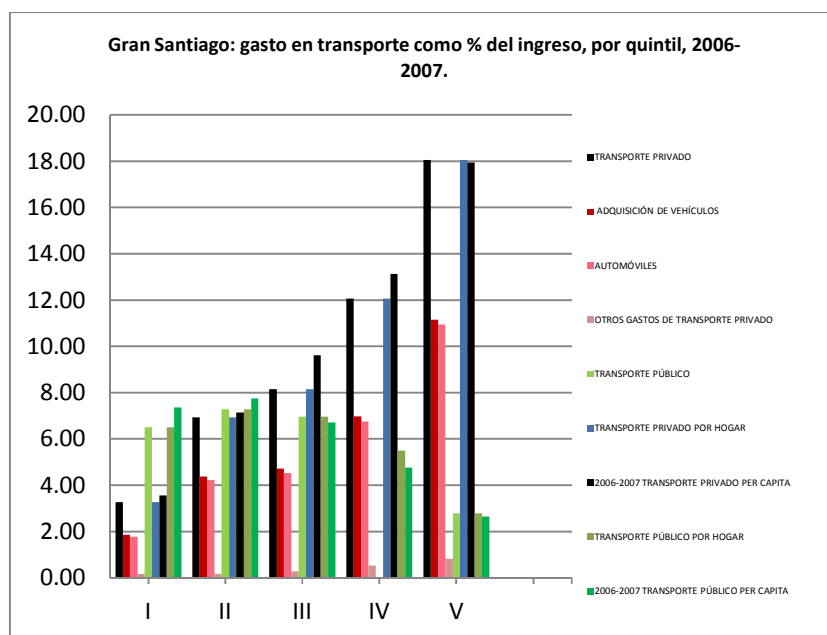
Fuente: Elaboración propia con datos de la VI encuesta de presupuestos familiares 2006-2007. V encuesta de presupuestos familiares²¹². Instituto Nacional de Estadística de Chile, para Gran Santiago.

En la apertura del transporte se ve con claridad (gráfico 5.6) que el peso mayor lo lleva la compra de autos y otros vehículos, con el correspondiente peso en la ocupación del espacio público vial.

²¹¹ Datos per cápita, esto es el gasto del hogar dividido entre sus miembros.

²¹² Tabla 12, ingreso per cápita con arriendos imputados.

Gráfico 5.6. Gran Santiago, gasto en transporte como porcentaje del ingreso (bis).



Fuente: Elaboración propia con datos de la VI Encuesta de Presupuestos Familiares 2006-2007²¹³. Instituto Nacional de Estadísticas de Chile.

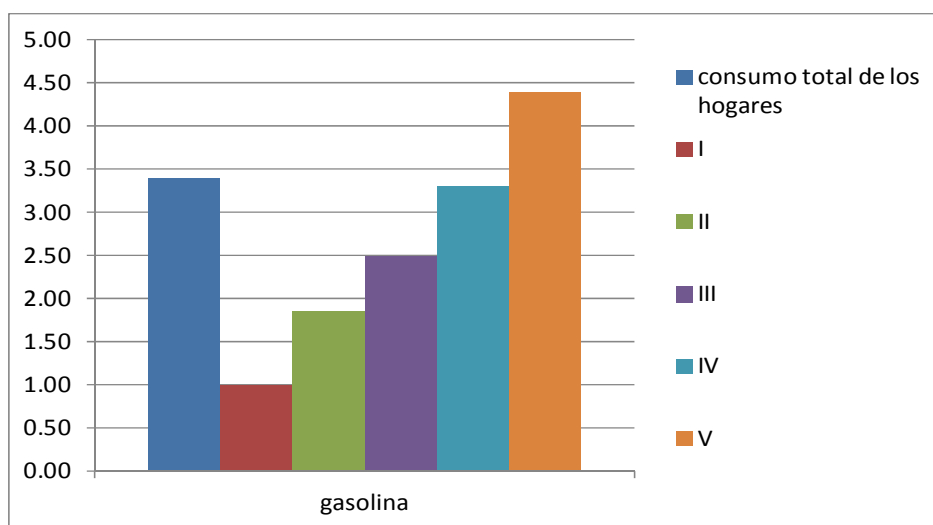
A partir de la información anterior se puede apreciar que una política de mitigación de emisiones y de congestión vehicular, si se reparte de manera homogénea entre los usuarios del transporte privado, recae sobre los quintiles de mayores ingresos, especialmente el IV y V quintil. Es decir, se trata de una política progresiva directa.

El consumo de combustibles fósiles

El gasto de los hogares refleja el consumo final, y por tanto no reporta consumo de diesel por tratarse de un consumo intermedio en su mayor parte al momento de levantarse la encuesta. El consumo de gasolina se distribuye del siguiente modo entre quintiles (gráfico 5.7):

²¹³ Tabla 14 de la Encuesta nacional de Presupuestos familiares de 2006-2007, Vol. 1 para Gran Santiago.

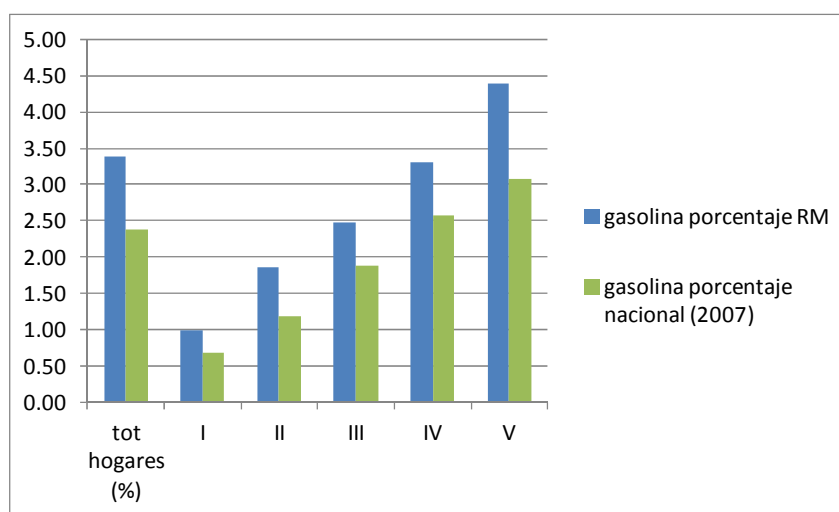
Gráfico 5.7. Consumo de los hogares de gasolina en Santiago por hogar



Fuente: Elaboración propia con base en el Cuadro 14 de la encuesta nacional de presupuestos familiares de 2006-2007 del Instituto Nacional de Estadísticas de Chile, Vol. 1 para el Gran Santiago.

Nota: Cifras como % del gasto mensual.

Gráfico 5.8. Gasto de los hogares de gasolina en Santiago y Chile por hogar



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares de 2006-2007 del Instituto Nacional de Estadísticas de Chile.²¹⁴

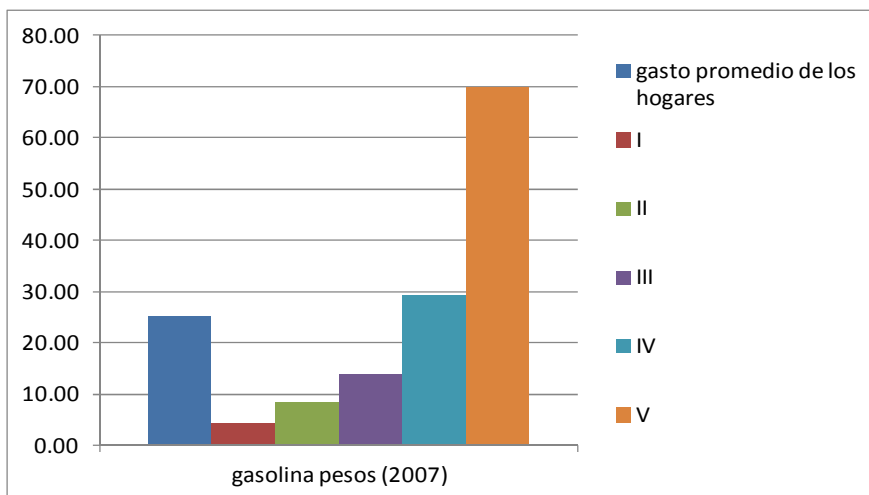
Nota: Cifras como % del gasto mensual.

²¹⁴ Cuadro 14, Vol. 1 para el Gran Santiago.

Como se puede apreciar, en términos relativos se mantiene una cierta progresividad en el consumo de gasolina entre los quintiles I a V, con una diferencia de aproximadamente 1.5 % entre un quintil y el siguiente. Es decir que aunque los hogares pobres gasten poco, representa una proporción alta de su ingreso y comparable a consumos mayores, y aunque los hogares ricos gasten mucho, representa una proporción baja de su ingreso, así sea tres más de 4 veces superior al del primer quintil.

Esto contrasta con los valores absolutos, como se ve con claridad comparando la participación porcentual por quintil con el gasto mensual, gráfico 5.8, donde se aprecia que la relación de 4 a 1 anterior en términos relativos, pasa a ser de 17 veces el gasto del primer quintil en gasolina (gráfico 5.8). Un aumento porcentual en el precio de la gasolina, por ejemplo de un 10%, en términos del gasto absoluto sería, en este ejemplo, de 4 centavos para el primer quintil y de 7 pesos para el quinto quintil, un efecto claramente progresivo. Si adicionalmente se compensa mediante transferencias directas a los quintiles uno, dos y tres a fin de lograr la neutralidad para los niveles bajos de ingreso, una reforma fiscal encaminada a reducir el uso del transporte privado sería plenamente progresiva y ambientalmente mejor.

Gráfico 5.9. Gasto mensual promedio de los hogares en gasolina en pesos de 2007



Fuente: Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares de 2006-2007 del Instituto Nacional de Estadísticas de Chile.²¹⁵

²¹⁵ Cuadro 14, Vol. 1 para Gran Santiago.

5.3 Modelos analíticos para aproximar las emisiones futuras

Chile comprometió una reducción del 20 por ciento de su línea base proyectada al año 2020 de sus emisiones de gases de efecto invernadero en la Conferencia de las Partes 15 de 2009, que se llevó a cabo en Copenhague²¹⁶. Con base en ese compromiso se estableció un proceso liderado por el Ministerio de Medio Ambiente para estimar la proyección de la línea base con lo que se sabía en materia de políticas al 2006, para medir el cumplimiento de su compromiso a la fecha de vencimiento. La metodología, desarrollada originalmente por Sudáfrica, se aplicó en Chile²¹⁷ bajo el proyecto Mitigation And Policy Scenarios (MAPS).

En este contexto y a la par de otros sectores analizados, se hizo la proyección de la línea base de las emisiones del sector transporte²¹⁸. En el caso del aéreo y marítimo se tomó como variable independiente el ingreso como determinante del consumo de los respectivos combustibles (enfoque top-down) y se aplicaron los factores de emisión del IPCC (Tier 1).

Sin embargo, para el transporte terrestre, tras una profunda revisión de la literatura (Dargay, LEAP, modelos nacionales y otros), MAPS optó por usar un enfoque basado en la demanda de tonelada vehículo kilómetro demandadas por el transporte de carga y pasajero vehículo kilómetro transportado en el caso del transporte de pasajeros (enfoque bottom-up). Este enfoque en el transporte de pasajeros, es dominante en la ingeniería²¹⁹. Johnston y Dinardo²²⁰, en cambio, aplican un modelo intermedio que relaciona la demanda de millas per cápita y el gasto en gasolina con el ingreso per cápita, el precio real de la milla o, equivalente, el precio del galón con relación a su rendimiento (millas por galón).

$$Y = K X_2^{B2} X_3^{B3} X_4^{-(1+B2)} \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde

²¹⁶The Conpenhaguen Agreement. Anexo de comunicaciones de las partes relativos a compromisos voluntarios. Enero 2010, en www.unfccc.int.

²¹⁷ Se aplica también en Colombia y Perú al momento de escribir.

²¹⁸ Ver MAPS, sector transporte.

²¹⁹ Ejemplos son el enfoque ASIF de la OCDE, el modelo FORFITS de la Comisión Económica para Europa, el modelo COPERT IV para la Unión Europea y el modelo MODEM-MODEC para el transporte en Chile.

²²⁰ Jack Johnston y John Dinardo (1997) "Econometric Methods". Fourth edition. McGraw Hill.

Y es el gasto real per cápita en combustible

X2 es el precio real del combustible

X3 es el ingreso real per cápita

X4 son las millas por galón.

Convertido a las variables de esta investigación, se transformaría en la siguiente especificación:

$$cg = aPKM \quad (\text{ecuación 2})$$

$$Cg = \alpha y^{b1} pr g^{b2} \quad (\text{ecuación 3})$$

$$l cg = c + \beta_1 \frac{ly}{cap} + \beta_2 l pr g + u \quad (\text{ecuación 4})$$

donde

α es el parámetro de rendimiento o eficiencia del parque vehicular. Mas adelante se usará la expresión Eftot como la eficiencia del total del parque vehicular²²¹ en condiciones de manejo urbano expresada en kilómetros por litro.

PKM son los pasajeros kilómetro transportados

Cg es el consumo de gasolina

Y es el ingreso en la RM

Ly es el logaritmo del ingreso en la RM

Cap es la población de la RM

lprg es el logaritmo del precio real de la gasolina

u es el término de error.

El estudio MAPS tomó como variables independientes de la demanda de pasajeros kilómetro el ingreso, el precio de los combustibles, la eficiencia de los vehículos y los kilómetros recorridos

²²¹ Con base en los datos de eficiencia anual del total del parque vehicular reportado por la EPA, con el dato correspondiente al resultado del manejo urbano. Son datos consistentes con los reportados tanto por el Departamento de Energía como por la autoridad del Transporte de los Estados Unidos. El parque vehicular de Chile es 100% importado.

para especificar su modelo de demanda lo cual requiere de información sobre origen y destino y forma en que se usan los automóviles.

En esta investigación se ha adoptado un enfoque más similar al de Johnston-Dinardo y otros investigadores en la disciplina económica, top-down, basado en variables como el ingreso y los precios relativos y las elasticidades en el consumo de energéticos y vehículos en un universo delimitado, como en este caso, la RM. De acuerdo con Galindo (2003), al hacer el estudio de las líneas de base y las proyecciones para las emisiones en la Zona Metropolitana del Valle de México, aplicando la metodología de Johansen (1988), encuentra relaciones de largo plazo entre las variaciones del ingreso, y las demandas de energía, combustibles, gasolina y electricidad. Entre los aportes del estudio se cuentan las elasticidades ingreso y precio de estas demandas, donde se documenta una elevada elasticidad ingreso positiva para estos bienes, superior a uno en el caso de las gasolinas, y muy bajas elasticidades negativas a las variaciones del precio.

El estudio del caso mexicano sugiere que en materia de políticas, el cambio en los precios de estos bienes deberá ser más rápido que el aumento del ingreso, si se quiere reducir su demanda. Aún así los aumentos en los precios de los energéticos tendrán impactos limitados en el corto plazo como instrumentos de política para reducir el consumo. Los aumentos esperados en el consumo y en las emisiones en el mediano plazo, en todos los casos son muy significativos. Y si bien una política de precios tiene efectos limitados en el corto plazo, tiene un efecto recaudatorio importante que puede mejorar la oferta de bienes y servicios públicos, y como se mostró en capítulos anteriores, en el largo plazo tiene un importante efecto sobre las elasticidades de largo plazo.

Este enfoque aplicado al caso México es pertinente para seguir un camino semejante en el estudio de las relaciones de mediano plazo a futuro entre las variables que en la Región Metropolitana de Santiago pueden explicar el consumo de gasolinas, la tenencia de autos y las emisiones en esta región. El enfoque seguido por Galindo también permitiría sopesar la efectividad de algunas medidas económicas de control de la contaminación, aplicadas al consumo de transporte privado, modificando las magnitudes de las variables de interés en los

modelos aplicados en la Zona Metropolitana del Valle de México. En particular la ecuación 5 del estudio:

$$D_{gas} = B_0 + B_1(y_t/p_t) + B_2(p_{gt}/p_t) + d_i(p_{kt}/p_t) + u_t \quad (\text{ecuación 5})$$

“donde B_0 es el intercepto o consumo autónomo,
 p_t es el índice de precios general del consumidor,
 p_{gt} es el precio de la gasolina,
 B_1 representa la elasticidad ingreso de la demanda de gasolina,
 B_2 la elasticidad precio,
 d_i las elasticidades cruzadas respectivas y
 u_t es el término de error.” Según se aclara, ...”las especificaciones sobre la demanda de gasolinas incluyen además, otros factores tales como la evolución demográfica, la densidad urbana, el uso del suelo, una variable de tendencia, el tipo de caminos peatonales o incluso se utilizan modelos de difusión”, citando a Berkovec, 1985 y a Owen, 2005.²²²”.

Se reconoce que los cambios en el consumo de las gasolinas incluyen ajustes en otras variables, como la demanda de viajes, y sus distancias y cambios modales. Y se recomienda modelar la demanda de gasolinas incluyendo la demanda de autos, también función del ingreso y de sus precios relativos. La demanda de autos tiene otros componentes cuya información es poco disponible, como el ajuste de las distancias recorridas, el parque vehicular, su calidad, los hábitos o los rezagos en el proceso de ajuste. Se reconoce también que las elasticidades ingreso y precio de los autos son “normalmente mayores que las correspondientes a la demanda de gasolinas”. Esto es particularmente relevante en la elección de la mezcla de políticas públicas, pues la motorización torna inelástico el consumo de combustibles, mientras que la motorización misma muestra mayor grado de respuesta a cambio en el ingreso y en los precios de los vehículos.

²²² Galindo, op. cit., pág. 16.

El autor, al citar la literatura²²³, encuentra que la elasticidad precio de largo plazo de la demanda de gasolinas se ubica entre -0.5 y -0.8, que la elasticidad es menor en los países en desarrollo y menor en las zonas urbanas. En cambio la elasticidad ingreso se ubica ligeramente arriba de uno. Para México la elasticidad precio de la demanda de gasolinas se estima por debajo de -0.5 y una media de estudios (Galindo, Heres y Sánchez, 2006) muestra elasticidades ingreso de la demanda de gasolina de entre 1.5 y 1.9. Para los autos, una elasticidad ingreso de 1.4 y una elasticidad precio de -1.18. En suma, una elasticidad ingreso positiva de los autos en torno a la unidad, y una elasticidad negativa de los precios a la gasolina, considerablemente menor a la unidad.

En la especificación del modelo de consumo de combustibles de esta investigación y tomando en cuenta la información disponible, se hizo una adaptación del modelo propuesto por Galindo, Johnston y el MAPS. En el caso de la Región Metropolitana de Santiago (RM) se cuenta con el precio mensual de las gasolinas y por tanto el precio a diciembre de cada año. También se cuenta con el índice de precios general y el consumo de diesel en volumen, no así con sus precios²²⁴. El ingreso de la RM está disponible en términos nominales y se transformó a ingresos reales tanto en pesos, como en dólares constantes.. Como se mostró en el capítulo 3, la flota vehicular ha visto crecer el consumo de diesel con relación al de gasolina, pues durante un largo tiempo fueron menores sus precios a los de las gasolinas.

El consumo de gasolina es predominantemente privado como se vio en el capítulo 3, con algún traslape menor en el transporte público en taxis. La magnitud de la flota vehicular privada respecto a la de taxis permite asumir que el consumo de gasolinas es equivalente al consumo privado. Para el caso del diesel la afirmación se relativiza, pues la flota privada que lo consume ha crecido hasta el 30% del total del parque vehicular en años recientes y sigue siendo el combustible dominante en el transporte público y de carga pesada. Por ello, para el análisis de la efectividad de las medidas sobre el sector privado, el diesel debe ser incluido.

²²³ Galindo cita en apoyo a este enfoque y sus hallazgos, entre otros, a Wheaton, 1982, Kahn, et.al, 1983, Rouwndal, 2002, Yee, 1991, Winston y Mannering, 1985, Johansson y Schipper, 1997, Hensher, Milthorpe y Smith 1990, Gilbert y Jalilian, 1991, Eskeland y Feyzioglu, 1994, Gram y Glaister, 2002, Goodwin, 1992 y 1996, Oum, Waters y Yong, 1990, Sterner, Dahl y Franzen, 1992, Sterner y Dahl, 1992, de Alba y Castañeda, Berndt y Botero 1985.

²²⁴ ENAP no reporta sus precios en las series estadísticas y tampoco el INE. Para obtenerlos sería necesario hacer una investigación hemerográfica para armar la serie o buscar registros en papel en ENAP.

A semejanza del modelo de demanda que usa Galindo se usa el ingreso real deflactado por el índice de precios, como PIB de la Región Metropolitana en dólares constantes del 2008, el precio real de las gasolinas deflactado por el índice de precios de las gasolinas dividido por el índice de precios general (prg). Se podría tomar 1-prg como la variable para el cálculo de la demanda cruzada con relación al resto de los precios de la economía, pero se descartó esta posibilidad por la colinealidad que implica, y que impide su estimación individual de uno de los parámetros²²⁵. Se cuenta con datos de bienes próximos como los del transporte público, que además de no poderse considerar realmente sustituto, tiene series son más cortas aún y la introducción de parámetros adicionales podría no ser relevante, como se pudo constatar, en las estimaciones.

5.4 La metodología de modelación

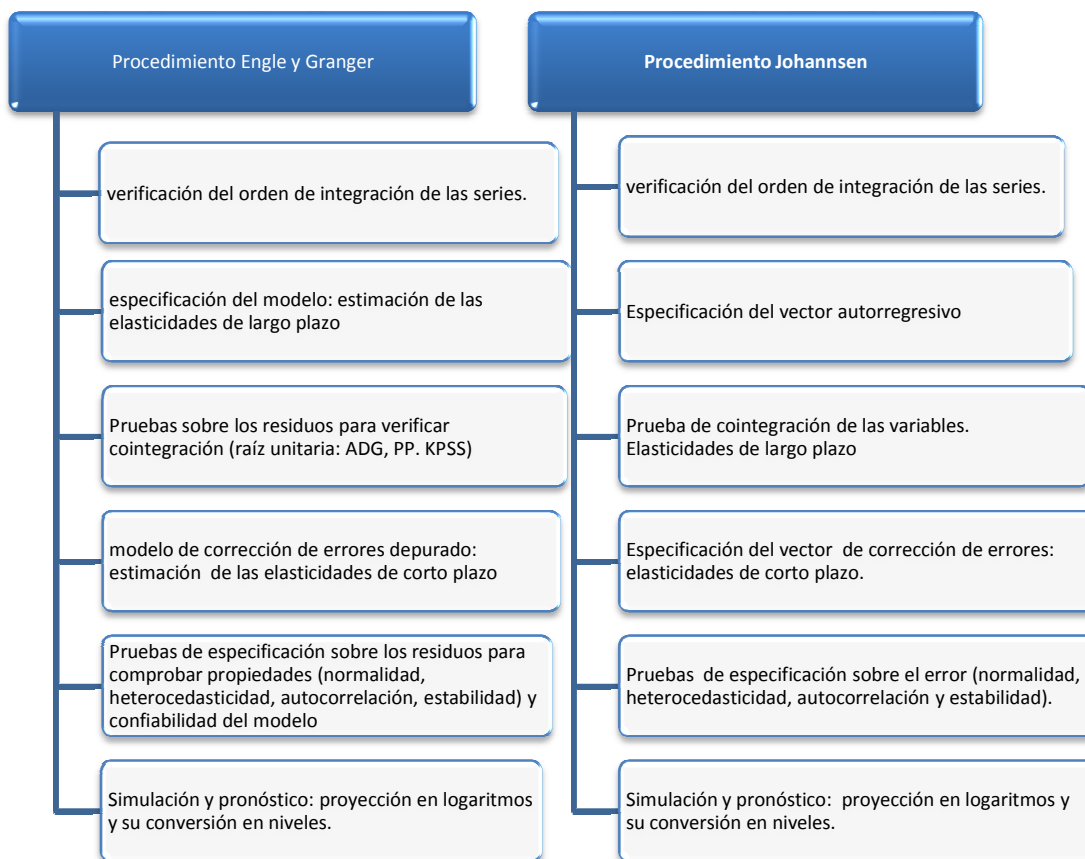
La determinación de la línea base de las emisiones y parque vehicular en la RM: Para comparar los escenarios de políticas con el tendencial se estimó la línea base o trayectoria esperada (BAU²²⁶) en emisiones y parque vehicular con base en su simulación econométrica. El modelo especificado, como se señaló en el capítulo 3, reconoce que el consumo de un combustible fósil, sea gasolina o diesel, responde a la demanda de kilómetros de la población, de su nivel de ingreso, del precio real del combustible, de la estructura urbana, de la partición modal de los viajes, y otros factores subjetivos, como el status, la percepción de seguridad, la comodidad relativa, etc. El modelo se especificó con base en los datos disponibles, lo que deja los elementos no captados residiendo en el término de error en la modelación.

²²⁵ Otra alternativa era tomar el índice de precios a los que alternativamente iría la demanda, como alimentos, vivienda, vestuario, salud, educación, por ejemplo dentro del índice de precios, pero visto el resultado de baja elasticidad precios de gasolina en otros estudios, se razonó que el consumo estaría más bien determinado por el stock de autos y/o el ingreso, y no por la mayor o menor capacidad para comprar otros bienes. En ausencia de una cultura de sustitutos al auto, sería ingenuo suponer que un aumento en las hipotecas o el costo de la ropa reduciría el consumo de gasolina.

²²⁶ Business as Usual, en ingles (BAU).

Los procedimientos seguidos²²⁷, Engle y Granger y Johanesen, se resumen en el diagrama 5.1.

Esquema 5.1 Las metodologías de modelación



Fuente: Elaboración propia.

Las variables²²⁸ que se usaron para modelar son las series 1980-2011 de población (pob), extensión de la zona urbanizada en kilómetros cuadrados (sup), habitantes por kilómetro cuadrado (denpob), producto interno bruto de la Región Metropolitana en pesos constantes del

²²⁷ Para modelar y proyectar se utilizó el programa E-Views. La base de datos se transfirió desde Excel a E-Views y los cálculos se conservaron como programas para mejor seguimiento y para su aplicación a otras ciudades. Los programas, tablas y gráficos con los resultados de pruebas, se encuentran en el Anexo 2. Las hojas Excel con los datos y gráficos se encuentran en archivos electrónicos anexos a este capítulo. En la redacción de éste se han minimizado las inclusiones econométricas para facilidad de lectura.

²²⁸ Cuyas fuentes son, en el respectivo orden, el Instituto Nacional de Estadística (INE), los Planes Reguladores de la Región Metropolitana, el INE-CELADE, INE para los precios y consumo del diesel, gasolina, número de autos e ipc. La eficiencia vehicular fue obtenida tanto de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, como de la Agencia Internacional de Energía reportada por el estudio Escenario Línea Base de Emisiones GEI del Sector de Transporte y Urbanismo, de Sistemas Sustentables de junio del 2013.

2008 (pib), precio de la gasolina en pesos corrientes (pg), precio del diesel en pesos corrientes (pd), índice de precios al consumidor (ipc), consumo de gasolina en metros cúbicos (cg), consumo de diesel en metros cúbicos (cd), parque vehicular de autos particulares (numaut), precio de los autos particulares en índice base 2008 (paut) precio relativo de la gasolina, o su precio deflactado por el ipc (prg), precio relativo del diesel o su precio deflactado por el IPC (prd), precio relativo de los autos o su precio corriente deflactado por el IPC (pra), la eficiencia de los autos en el ámbito urbano en kilómetros por litro (efcd) y eficiencia combinada en carretera y ciudad en kilómetros por litro (eftot). Algunas de estas variables fueron convertidas a valores per cápita.

<p>Las variables endógenas (a estimar): Consumo de gasolina Consumo de diesel Emisiones Número de autos.</p>	<p>Las variables exógenas (y supuestos en los escenarios): PIB Población Densidad poblacional Eficiencia Precios</p>
--	---

En el ejercicio de modelación, pronóstico y escenarios de política se convirtieron a logaritmos para interpretar los resultados como elasticidades, y las diferencias de las variables de acuerdo con su orden de integración. Se estimaron modelos de largo y corto plazo con la metodología de Engle y Granger (EG y sus modelos de corrección de errores) así como con la de vectores autorregresivos de Johansen (VAR y VECM).

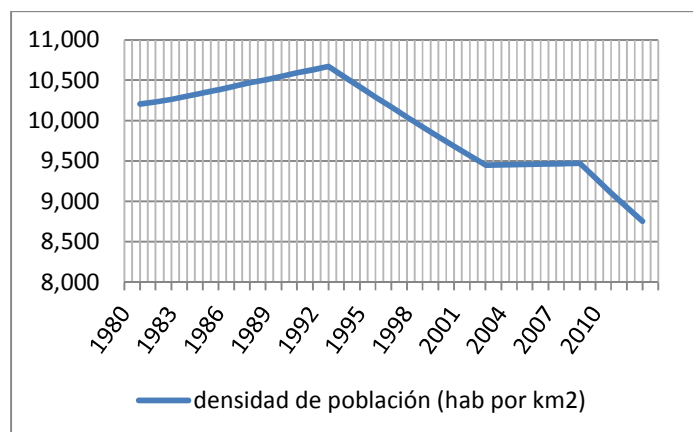
5.4.1 Análisis de las series

Las series se analizaron para obtener su orden de integración y asegurar la coherencia de las regresiones. Las pruebas de raíz unitaria²²⁹ aplicadas para verificar su orden de integración, ADF, PP y KPSS, muestran que en niveles no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria, que en primera diferencia la raíz unitaria se puede rechazar al menos con 90% de certidumbre y que la variable densidad de población es I(2). Esto es, las series son estacionarias en primera diferencia o como tasas de crecimiento, salvo la densidad poblacional, cuya aceleración es estacionaria.

²²⁹ Ver anexo econométrico.

Esto último puede reflejar la aceleración en la tasa de crecimiento de la expansión urbana con relación al crecimiento poblacional, reflejado en una caída en la densidad poblacional de la región metropolitana, como se muestra en el gráfico 5.10.

Gráfico 5.10. Expansión del casco urbano en la RM con relación a su población²³⁰



Fuente: Elaboración Propia con datos de superficie de los distintos Planes de la Región Metropolitana (94-2013) y cifras poblacionales del INE.

5.4.2 Especificación General de los modelos.

La especificación del modelo teórico general se realizó, con base en la revisión de la literatura (cap. 3), incluyendo inicialmente todas las variables consideradas determinantes, para después mantener sólo aquellas que satisficieron las pruebas de especificación y que fueran teóricamente consistentes. De esta manera se partió de las siguientes funciones:

$$\text{Numaut} = f(\text{pibcap}, \text{eftot}, \text{pra}, \text{xx}_t)$$

$$\text{Cgas} = f(\text{pibcap}, \text{prg}, \text{prd}, \text{xx}_t)$$

$$\text{Cdiesel} = f(\text{pibcap}, \text{prd}, \text{prg}, \text{xx}_t)$$

²³⁰ “El nuevo plan regulador del 2013 suma 10,234 hectáreas al casco urbano. Instrumento suma 10.234 hectáreas de terrenos al Gran Santiago: Un texto de 27 páginas, un set de archivadores, otro de planos y una memoria explicativa componen toda la documentación que ayer llevó el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) a la Contraloría, en un nuevo intento para obtener la aprobación del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS 100)” **Manuel Valencia, El Mercurio, publicado en Plataforma Urbana el 20 de abril del 2013, disponible en <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2013/04/29/contraloria-inicio-ayer-un-nuevo-analisis-del-plan-regulador-metropolitano/>**, consultado el 27 de julio de 2013.

Donde xx_t es una matriz de distintas variables relevantes tales como la densidad poblacional, inseguridad en la ciudad o el monto de los subsidios implícitos en el acceso a la infraestructura vial. Por tanto las ecuaciones 1, 2 y 3 inicialmente se especificaron de manera general para su estimación como:

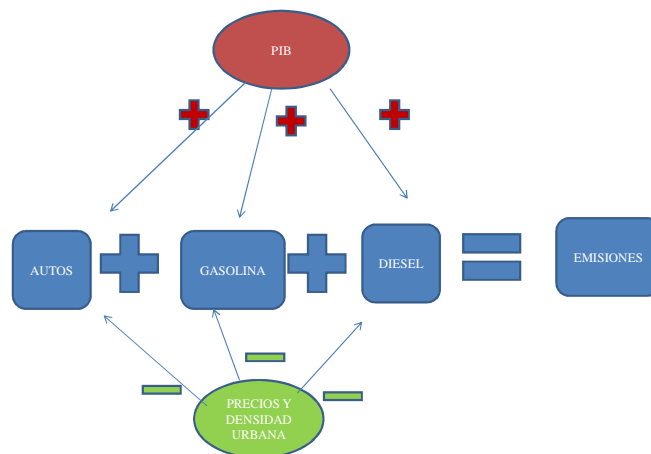
$$\text{numaut} = \beta_0 + \beta_1 \text{pibcap}_t + \beta_2 \text{eftot}_t + \beta_3 \text{denpob}_t + \beta_4 \text{pra}_t + u_t \quad (\text{ec } 6)$$

$$\text{cg} = \beta_0 + \beta_1 y_t + \beta_2 \text{prg}_t + \beta_3 \text{eftot}_t + \beta_4 \text{denpob}_t + \beta_5 \text{numautcap}_t + \beta_6 \text{pra}_t + v_t \quad (\text{ec } 7)$$

$$\text{cd} = \beta_0 + \beta_1 \text{pibcap}_t + \beta_2 \text{eftot}_t + \beta_3 \text{denpob}_t + \beta_4 \text{prd}_t + \beta_5 \text{prgd}_t + u_t \quad (\text{ec } 8)$$

Donde se espera que $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$, $\beta_3 < 0$, $\beta_4 < 0$, $\beta_5 > 0$ y $\beta_6 < 0$

Gráfico 5.11. Esquema relacional entre variables



Fuente: Elaboración propia.

De este modo se probaron varios modelos de gasolina, de diesel y de autos a fin de escoger los que se consideraron más adecuados. Cada uno de ellos se corrió para probar la significancia entre variable dependiente y variables explicativas o independientes, y se aplicaron las respectivas pruebas de cointegración. En la modelación se usó tanto la metodología de Engle y Granger (EG) como la de Johansen (MJ), ambas de cointegración para el análisis. Como se verá, los resultados implican distintos modelos y elasticidades, que a final de cuentas son consistentes entre sí.

5.4.3 El modelo de consumo de gasolina: Procedimiento Engle y Granger (EG)

A partir de la especificación general (ecuación 7) para el consumo de gasolina, se obtuvieron los signos de los efectos esperados (directo para el ingreso, número de autos, e inverso para el rendimiento, densidad y los precios relativos), empero, no todas las variables fueron estadísticamente significativas, por lo que el modelo general se reespecificó con las variables que sí lo son, como se verá más adelante.

A partir de varios ensayos de especificación EG²³¹ se pudo constatar que el ingreso está fuertemente relacionado con el parque vehicular y la densidad urbana (habitantes por kilómetro cuadrado). Ambas variables aportan valor explicativo en el comportamiento del consumo de gasolina. Esto, si se considera que:

- a) La tenencia de vehículos es la materialización del flujo de ingreso pasado, convertido un activo, y que;
- b) La densidad poblacional refleja el efecto del ingreso en el mayor consumo del espacio urbano residencial. Esta expansión permite a los altos ingresos desplazarse en la urbe (a los desarrolladores inmobiliarios les reporta mayor plusvalía con relación a las áreas consolidadas, cuyo costo de reciclaje es mayor), que lleva a un aumento en el consumo de combustibles fósiles para cubrir la distancia adicional.

²³¹ A modo de ejemplo, las siguientes especificaciones de prueba para consumo de gasolina fueron desechadas:

- 1.-ls lcg c lpibpcap lprg leftot ldenpob, (eftot no significativa).
- 2.-ls lcg c lpibpcap lprg lefcd ldenpob (efcd no significativa y signo positivo (aumento de consumo al aumentar la eficiencia, lo que resulta no creible considerando un efecto rebote menor a 1).
- 3.-ls lcg c lpibpcap lprg lefhwy ldenpob (eficiencia en carretera fue no significativa y positiva).
- 4.-l $cg = \beta_0 + \beta_1 lpibpcap + \beta_2 lprg + \beta_3 ldenpob$. Elasticidades consistentes con la literatura, el signo de prg no es correcto, pero la elasticidad de la densidad de población muestra el efecto complementario del ingreso.
- 5.- ls lcgpcap c lpibpcap lprg lefhwy ldenpob (con consumo de gasolina per cápita la eficiencia en carretera no fue significativa).
- 6.- $LCG = \beta_0 + \beta_1 \frac{PIB}{cap} + \beta_2 \frac{PG}{ipc} + u_t$, Donde se espera que $\beta_0 \beta_1 > 0$ y $\beta_2 < 0$. En el programa: ls lcg c pibpcap lprg. Elasticidades semejantes a las de la literatura, 0.95 para el pib y de -0.10 para los precios de la gasolina, pero se pierde el efecto de probar la dinámica urbana (denpob) en el modelo. La elasticidad precio de la gasolina sólo es significativa al 90%.

Por ello hay autocorrelación entre las series de ingreso, parque automotor y extensión urbana, pues son manifestaciones del mismo fenómeno las varias formas de expresión de la riqueza, sea como flujo de ingreso (PIB), como tenencia de autos (numautos) o bien como capacidad de compra de inmuebles, conformando un patrón de urbanización extensiva (densidad). Esto se recoge en los modelos²³², en los que estas 3 variables contribuyen al consumo de gasolina de manera significativa.

Así pues, al introducir las variables, parque de autos y densidad, que también expresan el ingreso, la elasticidad ingreso (pibpcap) del consumo de gasolina disminuye. El efecto ingreso²³³ queda repartido entre el pib, el parque automotor y la densidad urbana, en la siguiente especificación:

$$CG = \beta_0 + \beta_1 \frac{PIB}{cap} - \beta_2 \frac{PG}{IPC} - \beta_3 \frac{pob}{km2} + \beta_4 \frac{numaut}{cap} + u \quad (\text{ecuación 9})$$

Donde se espera que β_1 y $\beta_4 > 0$ y β_2 y $\beta_3 < 0$

Se verificó la cointegración de las series mediante las pruebas de raíz unitaria (ADF, PP, KPSS).

En su resultado econométrico se aprecia ahora que la menor elasticidad ingreso del consumo de gasolina²³⁴, está repartida también en la elasticidad consumo de la densidad de población (a menor densidad mayor consumo) y en la elasticidad consumo del parque automotor (a más autos más consumo):

²³² Se lograron finalmente, dos modelos plausibles con EG. El adoptado en el texto principal y la especificación $cg = C + \alpha PIB - \beta \frac{PG}{IPC} - \gamma \frac{pob}{km2} + \delta \frac{numaut}{cap} + u$, que rinde signos correctos, y significancia de las variables al 1%, como se ve abajo. Se prefirió, no obstante, mantener consistencia con los modelos de diesel y autos que usaron la variable pib/capita. Var. Dependiente: LCG, Metodo: MCO, Fecha: 09/09/13, Hora: 14:51, Muestra (ajust): 1980 2011, Observac. Incluidas: 32 post ajustes.

	Coefficiente	Error Std.	Estad. t-	Prob.
C	25.51338	3.337852	7.643651	0.0000
LPIB	0.260934	0.087354	2.987082	0.0059
LPRG	-0.279654	0.048569	-5.757894	0.0000
LDENPOB	-1.452968	0.353455	-4.110760	0.0003
LNUMAUTPCAP	0.450669	0.126459	3.563754	0.0014

²³⁴ Comparado con $cg=f(pib, prg)$.

$$LCG = 27.53 + 0.24LPIBPCAP - 0.23LPRG - 1.23LDENPOB + 0.59LNUMAUTPCAP \quad (\text{ec } 10)$$

donde:

LCG es el logaritmo del consumo de gasolina (m³),

Lpibcap es el logaritmo del ingreso per cápita (dólares del 2008),

Lprg es el precio relativo de la gasolina (pesos deflactados por IPC),

Ldenpob es habitantes por kilómetro cuadrado, y

Lnumautpcap es el número de vehículos para el transporte privado.

Se eligió este modelo por contener la variable “densidad poblacional urbana” y “parque automotor”, pues añaden una interesante dimensión explicativa al consumo de gasolina. En el modelo, el aumento del ingreso tiene una relación directa sobre el consumo de gasolina, la variable es significativa al 10%, como se puede ver en la tabla 5.1. El aumento de los precios tiene un efecto negativo sobre el consumo, así como la menor densidad poblacional tiene como consecuencia un mayor consumo de gasolina para satisfacer la demanda de viajes a mayores distancias. Los resultados pueden ser interpretados como las elasticidades de largo plazo.

5.4.4 El MCEg

A fin de estimar el modelo de corrección de errores (para uso en las proyecciones), se crearon las primeras diferencias para las series I(1) y se diferenció por segunda vez la densidad (dd) para lograr la estacionariedad, por su condición de I(2). Se construyó la ecuación del modelo corrección de errores EG con las elasticidades de corto plazo, para lo cual se utilizó el método de partir de lo general a lo particular, incluyendo dos rezagos para cada una de las variables y eliminando aquellos que no resultaron significativos. Una vez depurada quedó estimada como sigue:

$$\begin{aligned} \Delta LCG = & (0.49)\Delta LPIBPCAP - (0.19)\Delta LPRG - (2.60)\Delta \Delta LDENPOB(-1) \\ & + (0.36)\Delta LNUMAUTPCAP - (1.13)RESIDCGMOD5(-1) \end{aligned}$$

(ecuación 11)

Se aplicaron las pruebas de normalidad (Jarque-Bera), heterocedasticidad, autocorrelación serial (ARCH) y de estabilidad (CUSUM y CUSUM²) a los residuos del modelo de corrección de errores, para verificar su correcta especificación y, por tanto, su viabilidad como modelo explicativo²³⁵.

5.4.5 VAR del Consumo de Gasolina: Metodología de Johansen (MJ)

Se construyó, además, el vector autoregresivo (VAR) para comparar los resultados de ambas metodologías. El VAR agrupó como regresores el ingreso, el precio relativo de la gasolina y la densidad poblacional de la RM. Tras 15 pruebas, incluida la de cointegración, que llevaron a eliminar la eficiencia, la densidad y el parque automotor por no ser significativas, se optó por la especificación que produjo el vector de cointegración siguiente²³⁶ (error estándar en paréntesis):

LCG	LPIBPCAP	LPRG
1.000000	+1.023592	-0.201521
	(0.03270)	(0.04491)

En el VAR, obtenido a partir del procedimiento de Johansen, se obtiene el vector de cointegración, en el cual se mantienen las relaciones correctas (signos), como en el procedimiento de EG, donde hay una elasticidad ingreso del consumo de gasolina positiva, y elasticidad precio negativa.

Se corrió el vector de corrección de errores (VEC), con base en el vector de cointegración para obtener las elasticidades de corto plazo. Se aplicaron las mismas pruebas de normalidad (Jarque-Bera), heterocedasticidad, autocorrelación serial y de estabilidad (CUSUM y CUSUM²) a los residuos del vector de corrección de errores, para verificar su viabilidad como modelo explicativo. El vector de corrección de errores es:

$$\Delta LCG = 0.037 - 0.25\Delta LPRG - 0.15\Delta 95 - 0.45\text{RESID_VEC_G}(-1)$$

²³⁵ Ver resultados de las pruebas en Anexo 2.

²³⁶ El var_g en e-views. Se eliminó un var especificado que incluía también la densidad de población por resultar inestable en la proyección del consumo. Su VEC resultó con las elasticidades siguientes: $DLCG = -0.62DLCG(-1) + 0.56DLCG(-2) + 0.41DLCG(-3) + 0.49DLPIBPCAP - 0.28DLPRG + 0.28DLPRG(-2) - 5.37DDLLENPOB(-1) - 0.80\text{RESID_VAR_G}(-1)$.

(ecuación 12)

En este modelo las variaciones de precio de la gasolina en el corto plazo son significativas, no lo son las variaciones en el ingreso ni el consumo pasado. Se incluyó una variable dummy en el año 95 para la estabilización del VAR.

5.4.6 El modelo de consumo del diesel (EG)

Para el modelo del diesel; se probaron varias especificaciones²³⁷ y la siguiente se consideró apropiada por el valor y signo de los coeficientes, así como por su significado económico una vez usado en las proyecciones:

$$Cdt = \beta_{0t} + \beta_{1t} \frac{pib}{cap} + \beta_{2t} \frac{pd}{ipc} + u_t$$

Donde se espera que β_{0t} y $\beta_{1t} > 0$ y $\beta_{2t} < 0$.

(ecuación 13)

Cuyo resultado econométrico de largo plazo es:

$$LCD = 12.93 + 1.29LPIBPCAP - 0.18LPRD$$

(ecuación 14)

Donde se aprecia una alta elasticidad ingreso del diesel, superior a la de la formulación equivalente de la gasolina.

Se construyó la ecuación del modelo corrección de errores EG con las elasticidades de corto plazo, que una vez depurada quedó estimada como sigue:

²³⁷ Una de las especificaciones más atractivas fue $cd = f(pib/cap, prg, -prd, pra, -denpob, numaut)$, que relaciona positivamente el aumento del ingreso per cápita, del precio de la gasolina, (que induce una sustitución hacia el diesel en el mediano plazo), del parque vehicular, y negativamente el precio del diesel. Además de signos correctos, la significancia de las variables fue aceptable. Sin embargo el resultado económico no se sostiene en la fase de proyección, pues la política de aumento al costo de uso de los autos y al precio de la gasolina resulta en una sobrecompensación por consumo de diesel que no resulta creíble, con base en una excesivamente alta elasticidad, que a su vez resulta en un aumento, en lugar de una disminución de las emisiones. Los coeficientes del modelo descartado fueron:

$LCD = 0.69LPIBPCAP - 0.52LPRD + 0.56LPRG + 0.49LPRA + 1.13LNUMAUTPCAP + 1.32LDENPOB$. Los valores del modelo descartado se muestran en el anexo econométrico.

$$\Delta LCD = 0.024 + 0.63\Delta LPIBPCAP - 0.2\Delta LPRD - 0.25RESID_D1(-1)$$

(ecuación 15)

Se aplicaron las pruebas a los residuos para verificar su correcta especificación (normalidad, heterocedasticidad, autocorrelación y estabilidad) con resultado satisfactorio.

5.4.7 VAR del consumo de diesel, metodología de Johansen (MJ)

Tras algunas pruebas de especificación se prefirió el modelo usual de la literatura, con base en ingreso y precios relativos del diesel²³⁸ cuyas elasticidades de largo plazo son (error estándar en paréntesis):

LCD	LPIBPCAP	LPRD
1.000000	+1.173596	-0.176562
	(0.04129)	(0.05123)

Se creó el VEC para dejar la ecuación de cointegración, o "residuo" del VAR y probar las variables significativas manualmente. En el modelo preferido, con mejores resultados en probabilidad y significancia de las tasas de crecimiento de las variables, los coeficientes de la tasas de crecimiento de precio del diesel se anulan entre sí. La especificación VEC es:

$$\Delta LCD = \beta_0 + \beta_1 \Delta LPIBPCAP(t-1) + \beta_2 \Delta LPRD_t + \beta_3 \Delta LPRD(t-1) + \beta_4 RESID_VEC_D(t-1) + v_t$$

(ecuación 16)

Cuyo resultado econométrico es:

$$\Delta LCD = 1.18\Delta LPIBPCAP(-1) - 0.12\Delta LPRD + 0.12\Delta LPRD(-1) - 0.42 RESID_VEC_D(-1)$$

(ecuación 17)

²³⁸ Ver en anexo econométrico los modelos MJ descartados para consumo de diesel.

En esta especificación se puede interpretar económicamente que las fluctuaciones de corto plazo del precio del diesel no tienen efecto en el ajuste en su consumo, que depende tanto del comportamiento del precio en el largo plazo como de las fluctuaciones del ingreso.

5.4.8 El Modelo de Demanda de Autos (EG).

Para descubrir el modelo de demanda de autos, se hicieron pruebas de especificación con ingreso y precios relativos, que dan resultados aceptables. Se probó también incluyendo el cambio tecnológico o eficiencias, que también dan un resultado aceptable y se probaron especificaciones incluyendo la densidad poblacional. Finalmente, se optó por trabajar con ingreso per cápita, precio relativo de los autos y eficiencia total, especificando el modelo como.

$$LNUMAUT_t = \beta_1 + \beta_2 LPIBPCAP_t + \beta_3 LPRA_t + \beta_4 LEFTTOT_t + v_t$$

Donde se espera que $\beta_1, \beta_2, \beta_4 > 0$ y $\beta_3 < 0$

(ecuación 18)

Al cual se aplicaron las pruebas de cointegración rechazándose la hipótesis de raíz unitaria con ADF, PP y KPSS. El resultado econométrico para el largo plazo es:

$$LNUMAUT = 11.27 + 1.14 LPIBPCAP - 0.26 LPRA + 0.89 LEFTTOT$$

(ecuación 19)

En el modelo la elasticidad ingreso parque vehicular de largo plazo es superior a la unidad, hay una baja elasticidad al precio y una alta elasticidad a los cambios, marginales, de la eficiencia. Se creó la serie de residuos del modelo (resid_aut_2) para su incorporación al MCE cuya especificación es:

$$\Delta LNUMAUT_t = \beta_0 + \beta_1 DLPIBPCAP_t + \beta_2 DLPIBPCAP(t-3) + \beta_3 DLPRAT(t-1) + \beta_4 RESID_AUT_2(t-1) + v_t$$

(ecuación 20)

Y cuyo resultado econométrico es:

$$DLNUMAUT_t = 0.048 + 0.37DLPIBPCAP - 0.30DLPIBPCAP(-3) - 0.21DLPRA(-1) - 0.61RESID_AUT_2(-1)$$

(ecuación 21)

Se aplicaron las pruebas a los residuos para verificar su correcta especificación (normalidad, heterocedasticidad, autocorrelación y estabilidad) con resultado satisfactorio.

5.4.9 Modelo de Demanda de autos MJ

Se probaron varias especificaciones hasta aceptar el VAR con la ecuación de cointegración (error estándar en paréntesis):

LNUMAUTPCAP	LPIBPCAP	LPRA	LPRG
1.000000	+0.593251	-0.404040	-0.118464
	(0.11979)	(0.06028)	(0.07586)

Se especificó y depuró el VEC para eliminar las variables no significativas, que queda con las variables y valores siguientes:

$$\Delta LNUMAUTPCAP = -0.31\Delta LNUMAUTPCAP(-1) + 0.45\Delta LPIBPCAP + 0.38\Delta LPIBPCAP(-1) - 0.36\Delta LPIBPCAP(-3) - 0.58\Delta LPRA(-1) + 0.28\Delta LPRA(-2) - 0.22\Delta LPRG(-1) - 0.61RESID_VEC_A(-1)$$

(ecuación 22)

A continuación se presenta el resultado de la modelación a fin de permitir la visualización de las elasticidades obtenidas con los dos grupos de modelos.

Tabla 5.1. Resumen de elasticidades($=\beta$) de la modelación

Consumo de gasolina					
Variables en niveles (log)	β largo plazo (EG)	β largo plazo Johansen	Variables en diferencia (log)	β corto plazo (EG)	β corto plazo Johansen
lpibpcap	0.24	1.02	Dlpibpcap	0.49	
lprg	-0.23	-0.20	Dlprg	-0.19	-0.25
ldenspob	-1.23		Dldenspob	-2.60	
lnumaut	0.59		Dlnumaut	0.36	
			d95		-0.15
Consumo de diesel					
pibpcap	1.29	1.17	Dlpibpcap(-1)	0.63	1.18
prd	-0.18	-0.18	Dlprd Dlprd(-1)	-0.2	-0.12 0.12
Parque vehicular					
LPIBPCAP	1.14	0.59	DLNUMAUTPCAP(-1)		-0.31
LPRA	-0.26	-0.40	DLPIBPCAP	0.37	0.44
LEFTOT	0.89	-0.12	DLPIBPCAP(-1)		0.38
			DLPIBPCAP(-3)	-0.30	-0.36
			DLPRA(-1)	-0.21	-0.58
			DLPRA(-2)		0.28
			DLPRG(-1)		-0.22

Fuente: Elaboración propia con base en las estimaciones econométricas.

5.5 Los escenarios de política para el periodo 2012-2030

5.5.1 El escenario tendencial (BAU)

Se presentan a continuación los supuestos del escenario tendencial para las variables independientes para el periodo 2012-2030.

El PIB de la RM: la serie histórica del PIB 1980-2011 de la RM tiene una tasa de crecimiento anual promedio observada de 2.8 por ciento anual. Se probó una proyección mediante un modelo autorregresivo y de medias móviles (ARIMA):

$$\Delta \text{pibpcap} = c + ar(1) + ar(2) + ar(3) + ma(1) + ma(2) + ma(3)$$

(ecuación 23)

Que resulta en valor crecimiento de 3.9% anual para el periodo 2012-2030. Visto el resultado, se consideró que puede sobreestimar el futuro crecimiento tomando en cuenta el crecimiento anual observado, el reciente fortalecimiento de otras regiones, el declive del auge minero, la disminución de la ley del cobre en el país comentada en el capítulo 2, la consiguiente reducción en la tasa de crecimiento del ingreso de recursos externos, y un incremento en el acervo del capital invertido en el país en el periodo proyectado, que se asume también, arrojará tasas de rentabilidad menores., se decidió tomar una tasa más conservadora de 3 por ciento anual para el periodo proyectado.

El precio relativo de la gasolina. El promedio histórico del periodo 1980-2011 es 1.9% de crecimiento anual. También en este caso se probó una ARIMA para el periodo 2012-2030, que se especificó como:

$$\Delta \text{LPRG} = C + AR(1) + AR(2) + MA(1) + MA(2)$$

(ecuación 24)

Cuyo resultado es una tasa de crecimiento superior al del índice de precios al consumidor de 1.5% anual, un incremento modesto comparado con la dinámica de precios actual. que se consideró adecuada.

El precio relativo del diesel: El promedio histórico es de 0.9 por ciento de incremento anual. La ARIMA se especificó como:

$$\Delta \text{LPRD} = C + MA(1) + MA(3)$$

(ecuación 25)

Que resulta en un crecimiento promedio de -0.6%, que no resulta creíble desde el punto de vista económico, y no se encontró una especificación sostenible alternativa. Se decidió tomar el 1% anual, muy semejante a la tasa histórica. Su precio, que en el pasado se elevó más rápidamente

que el de la gasolina, se mueve entre 2012 y 2030 a una tasa menor, de 1 por ciento anual en términos relativos.

Precio relativo de los Autos. Se asume en el escenario tendencial que los precios de los autos se mueven al mismo tiempo que el índice de precios al consumidor, y que por lo tanto no modifican su precio real. No hay pues una tasa de crecimiento en su precio relativo, con base en dos consideraciones centrales. Por un lado, como se señaló en el capítulo 2, Chile es una economía abierta y no produce los automóviles. Se trata, por tanto de un mercado competitivo que no sufriría una distorsión de precios producto de posiciones monopólicas en el mercado automotriz nacional o internacional. Por otra parte, el tipo de cambio también responde en el mediano plazo a una política de equilibrio cambiario cuyos rezagos son parte de una política de amortiguación de las fluctuaciones en el sector externo, pero que finalmente se ajusta con base en la evolución de los precios internos. Dicho de otro modo, los autos mantienen un valor constante en divisas, que a su vez se cotizan en función de la inflación interna.

Eficiencia total: Para el escenario tendencial se tomó el progreso técnico reportado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos con relación a los automóviles, de 3% cada 5 años, lo que resulta en una tasa de 0.6% anual. El parque vehicular de Estados Unidos tiene una política de apertura a las importaciones semejante a la chilena y se asume una mezcla similar en EUA de marcas americanas, europeas y orientales a la que tiene Chile. Se mantiene la misma tasa de innovación para el periodo proyectado.

La población de la RM: se obtuvo a partir de las proyecciones oficiales del INE.

La Densidad poblacional: Los datos para de habitantes por kilómetro cuadrado en la RM linealizados arrojan un decrecimiento de la densidad de 0.5 % anual. Esta tasa se ha dejado constante en el escenario tendencial (BAU), asumiendo que la ciudad continuará extendiéndose en el futuro a tasas similares, respondiendo a la rentabilidad y dinámica del mercado inmobiliario. No hay elementos para considerar un cambio en la política de expansión urbana de la ciudad, dados los circuitos autoreforzantes de la acumulación urbana descritos en los capítulos

anteriores²³⁹. En este sentido, la RM cuenta con suficiente territorio para su continua expansión, como se mostró en el capítulo 3.

5.5.2 Los escenarios de política.

Los 4 escenarios de política²⁴⁰ se construyeron considerando el objetivo declarado del Gobierno de Chile de reducir sus emisiones en 20 por ciento para el año 2020 con respecto a la línea base de 2007²⁴¹. Hasta la fecha y a pesar del ejercicio MAPS encabezado por el Gobierno de Chile no se han analizado medidas aplicadas al transporte privado. Por tanto, si se ejecutara una política para reducir proporcionalmente la contribución del transporte privado a las emisiones de gases de efecto invernadero en un periodo semejante, los 13 o 14 años considerados en el periodo 2007-2020, nos llevaría al año 2026 o 2027. Se tomó entonces un horizonte próximo, el 2030, para lograr esa contribución: 20 por ciento menores emisiones de CO_{2e}. Para ello se consideró como instrumento el cambio en el costo de uso de los autos. Este cambio incluye modificaciones a la tenencia, al uso y a los combustibles, que por flexibilidad de política y a fin de evitar efectos regresivos, gravitaría centralmente sobre el costo de tenencia y uso de los automóviles, que como se vio al inicio del capítulo, reflejan la estructura de ingresos de la población.

Los escenarios asumen también que el aumento en los costos de uso del transporte privado es el resultado de la modificación de la tributación sobre los componentes del costo de uso y tenencia: los impuestos a la venta de autos, a los seguros y estacionamientos, y el aumento en los cobros municipales por licencias de conducción y permisos de circulación, reseñados en el capítulo 4²⁴².

Los supuestos para cada escenario se recogen en la tabla 5.2, abajo. Como se puede apreciar en ella, se partió del escenario tendencial (BAU) y progresivamente se fue ajustando la carga

²³⁹ Existe la posibilidad de que se produzca el fin abrupto de la burbuja inmobiliaria observada durante el 2012 en la RM, producto de la bonanza del cobre, que para 2013 ya mostraba evidencia de la declinación del precio del metal. Sin embargo la RM ha pasado por varios pulsos de expansión y relativo freno. Por ello, el largo plazo estaría reflejando los determinantes estructurales de la expansión de su área urbanizada sin modificaciones respecto a periodos anteriores.

²⁴⁰ Numerados del 2 al 5, considerando el tendencial o BAU como el escenario 1.

²⁴¹ Esto es, la línea tendencial proyectada al 2020 a partir del conocimiento y políticas en vigor hasta el año 2006.

²⁴² No se ha analizado la contribución específica de cada instrumento. Cada uno de los cambios tendría sus respectivas elasticidades y su respectiva curva de aumento hasta lograr el incremento propuesto. El resultado agregado, sería, sin embargo el mismo que se busca, optimizar el consumo minimizando la externalidad y la recaudación lograda, se considera, sería la misma.

tributaria (costos de uso del auto) hasta llegar a la reducción del 20 por ciento de las emisiones GEI, el objetivo de política económica buscado.

Tabla 5.2. Escenarios: cambios en los costos de operación del transporte privado en % anual

Modelo	Variables	BAU	2: Δ30	3: Δ50	4: Δ100	5: Δ150
Gasolina	Pib/cap	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Pr gasolina	1.5	3	3.8	5.5	6.7
	Dens. Pob	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
	Autos/cap					
Diesel	Pib/cap	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Pr diesel	1	2.5	3.3	5.0	6.2
	Pr gasolina	1.5	3.0	3.8	5.5	6.7
	Pr autos	0.0	1.5	2.3	4.0	5.2
	Aut/cap					
	Dens. Pob.	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Autos	Pib/cap	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Pr autos	0.0	1.5	2.3	4.0	5.2
	Efic. Total	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	Pr gasolina	1.5	3.0	3.8	5.5	6.7
Población	tasa de crecim.					
Factores de emisión (tons/m3)			Gasolina: 2.09. Diesel: 2.8.			

Fuente: Elaboración Propia.

5.5.3 Las emisiones obtenidas a partir de los escenarios de política

EG: Dado que en el modelo de gasolina se incluye el parque vehicular, la secuencia de proyección²⁴³ se inició por la del parque con base en el modelo de corrección de errores, que genera la tasa de crecimiento. Esta tasa, aplicada a la variable rezagada o valor anterior, nos da el valor actual, y posteriormente se pasa el valor de logaritmo a valor en nivel²⁴⁴. A los consumos

²⁴³ La programación del proceso que aparece en esta sección se reporta en el anexo econométrico bajo la sección Proyección y Simulación de Escenarios.

²⁴⁴ La secuencia de instrucciones se encuentra en el anexo “programa de proyección” en formato de e-views.

de gasolina y diesel obtenidos se aplicaron sus respectivos factores de emisión para observar el cambio entre escenarios. La suma de emisiones de la gasolina y el diesel para cada escenario se recogió en la variable emisiones totales, lo que también permite considerar distintas políticas sobre cada uno de los combustibles fósiles.

MJ: Para las proyecciones mediante el procedimiento de Johansen se usó el VEC y se hicieron las mismas conversiones a partir de la tasa de crecimiento aplicada al valor previo, para pasar del valor en logaritmos de la variable a niveles y obteniendo para gasolina y diesel el valor de las emisiones de CO₂e con base en su respectivo factor de emisión.

En la siguiente tabla (5.3) se muestran los resultados de las emisiones de gases de efecto invernadero obtenidas a partir de los escenarios: tendencial y 4 niveles de reforma fiscal aplicada, expresado en porcentaje de aumento respecto al escenario tendencial y en tasa de crecimiento anualizada.

Tabla 5.3. Emisiones al 2030 resultantes de los escenarios de política económica (BAU y escenarios en megatoneladas)

	BAU	Δ	▼20%	Δ	E_2	▼	Δ	E_3	▼	Δ	E_4	▼	Δ	E_5	▼	Δ
EG	15.6	3.6	12.5	2.9	14,8	-6.0	3.8	14,3	-8.0	3.6	13,4	-14.0	3.2	12,8	-18	3.0
MJ	14.1	3.0	11.3	2.3	13.4	-5.0	3.2	13.1	-7.4	3.1	12.3	-12.5	2.8	11.8	-16	2.6

Fuente: Elaboración Propia.

Notas: BAU = Resultado de emisiones en megatoneladas en el escenario base o tendencial;

E_n = Resultado de emisiones en megatoneladas en el escenario correspondiente;

Δ año = Tasa de crecimiento anualizada para lograr la reducción en el escenario correspondiente;

▼ = Porcentaje de reducción en emisiones respecto al BAU con la política del escenario correspondiente.

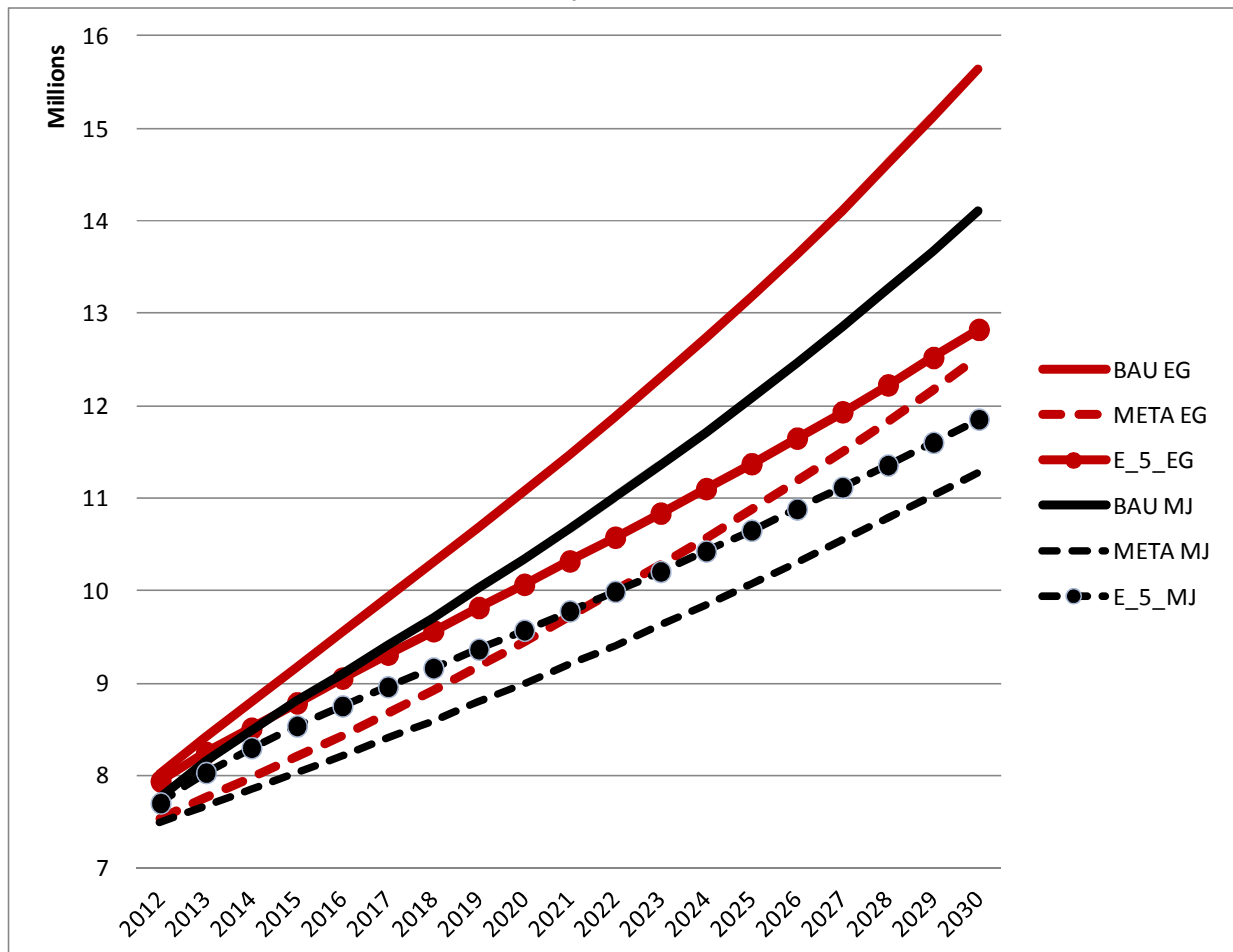
Como se puede apreciar, el escenario 5, el más agresivo, se acerca a la reducción buscada. Bajo la metodología EG, sólo se pudieron reducir 18 por ciento las emisiones²⁴⁵ con relación al BAU al pasar de 15.6 megatoneladas a 12.8 megatoneladas de CO₂, arriba de las 12.5 megatoneladas necesarias para alcanzar la meta de reducción del 20%. Esto implicó pasar de una tasa de

²⁴⁵ Calculadas a partir de los factores de emisión del IPCC 2006.

crecimiento anualizada de las emisiones de 3.6% anual a una de 2.9% anualizada, frente a una tasa requerida para cumplir la meta de 2.8% anual.

Bajo la MJ, el escenario 5 (E_5) la reducción es de 16 por ciento con respecto al BAU, 11.8 megatoneladas emitidas frente a las 11.3 requeridas para cumplir la meta. Esto implicó pasar de una tasa de crecimiento anualizada de las emisiones de 3% anual a una de 2.6% anualizada, frente a una tasa requerida para cumplir la meta de 2.3% anual. El gráfico 5.X ilustra las trayectorias sin política, la meta y el comportamiento del escenario más agresivo.

Gráfico 5.12. Trayectorias tendencial de emisiones, meta y reducción en el escenario 5 (EG y MJ)



Fuente: Elaboración propia con base EG y MJ.

5.5.4 El consumo de Gasolina y Diesel (EG y MJ).

Ambas metodologías arrojan un resultado consistente en cuanto a la dirección y magnitud en la reducción del consumo de gasolina y diesel, como se muestra en la siguiente tabla (5.6).

Tabla 5.4. Consumo de gasolina y diesel con y sin políticas (EG y MJ)

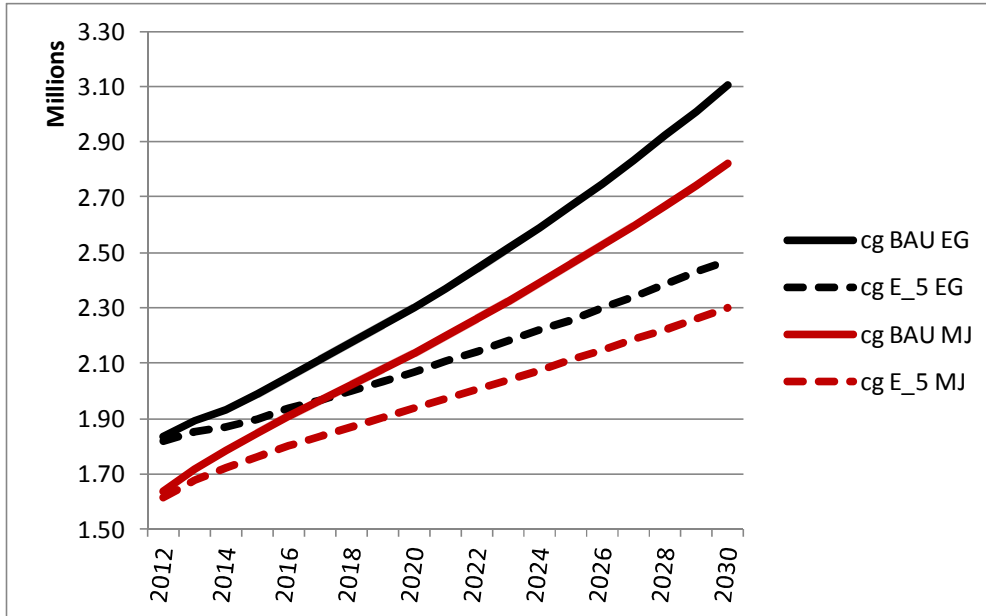
	cg BAU EG	cg E_5 EG	cg BAU MJ	cg E_5 MJ	cd BAU EG	cd E_5 EG	cd BAU MJ	cd E_5 MJ
2012	1,836,555	1,818,161	1,635,079	1,614,200	1,492,537	1,477,164	1,554,008	1,544,474
2013	1,891,565	1,849,672	1,717,151	1,675,370	1,596,185	1,563,918	1,628,819	1,616,486
2014	1,933,955	1,868,518	1,786,094	1,723,239	1,694,217	1,643,690	1,697,585	1,676,871
2015	1,990,403	1,899,990	1,848,036	1,763,724	1,788,121	1,718,058	1,763,421	1,730,521
2016	2,051,006	1,934,368	1,906,603	1,800,264	1,879,227	1,788,391	1,828,292	1,780,504
2017	2,111,661	1,967,697	1,963,908	1,834,826	1,968,680	1,855,839	1,893,426	1,828,712
2018	2,173,566	2,001,098	2,021,176	1,868,524	2,057,453	1,921,349	1,959,601	1,876,301
2019	2,237,091	2,034,889	2,079,120	1,901,988	2,146,361	1,985,695	2,027,318	1,923,981
2020	2,302,440	2,069,223	2,138,165	1,935,575	2,236,085	2,049,502	2,096,910	1,972,186
2021	2,370,690	2,105,015	2,198,571	1,969,489	2,327,195	2,113,273	2,168,612	2,021,190
2022	2,441,709	2,142,081	2,260,505	2,003,849	2,420,171	2,177,413	2,242,597	2,071,166
2023	2,514,806	2,179,758	2,324,084	2,038,726	2,515,420	2,242,252	2,319,004	2,122,233
2024	2,590,160	2,218,156	2,389,394	2,074,164	2,613,292	2,308,056	2,397,954	2,174,472
2025	2,667,828	2,257,277	2,456,507	2,110,192	2,714,096	2,375,046	2,479,554	2,227,945
2026	2,749,140	2,298,187	2,525,487	2,146,831	2,818,104	2,443,404	2,563,909	2,282,701
2027	2,833,893	2,340,635	2,596,394	2,184,099	2,925,564	2,513,284	2,651,120	2,338,785
2028	2,921,169	2,383,794	2,669,287	2,222,009	3,036,707	2,584,819	2,741,290	2,396,236
2029	3,011,191	2,427,794	2,744,222	2,260,574	3,151,747	2,658,125	2,834,522	2,455,091
2030	3,104,025	2,472,637	2,821,259	2,299,808	3,270,893	2,733,304	2,930,922	2,515,388

Fuente: Elaboración propia.

Nota: cg es consumo de gasolina, cd es consumo de diesel, BAU es en el escenario tendencial, E_5 es el escenario que busca una reducción de 20% en las emisiones, MJ es el resultado de la modelación con la metodología de Engle y Granger, MJ es el resultado de la modelación con la metodología de Johannsen.

Los gráficos facilitan la comparación visual entre los resultados:

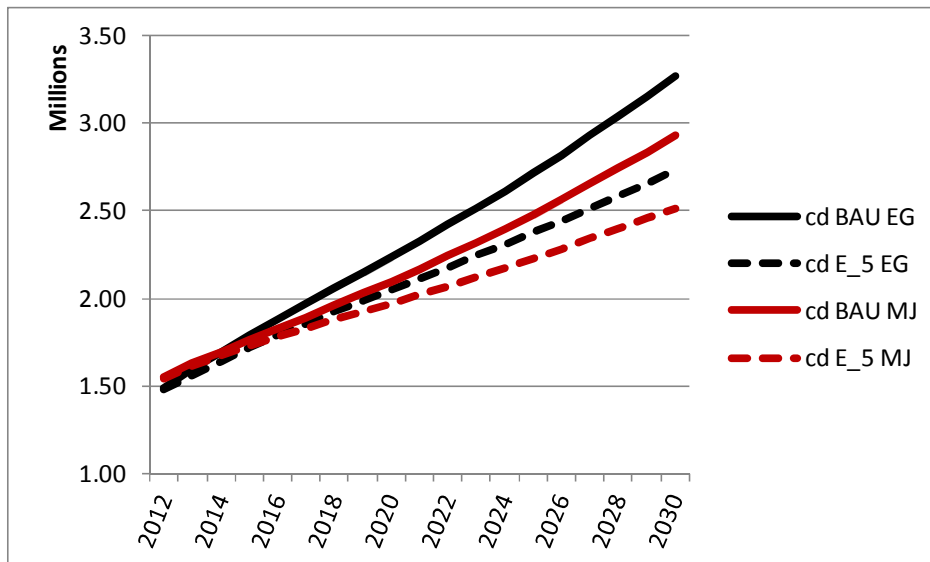
Gráfico 5.13. Consumo de gasolina en la RM sin y con política de reducción de 20% de emisiones al 2030



Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Cifras en millones de metros cúbicos.

Gráfico 5.14. Consumo de diesel en la RM sin y con política de reducción de 20% de emisiones al 2030



Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Cifras en millones de metros cúbicos.

La reducción esperada en el consumo y en las emisiones tendría importantes consecuencias sobre el bienestar, tanto en términos de la menor contribución a las emisiones locales como por la disminución en los kilómetros reducidos. La reducción en el consumo se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 5.5. Reducción esperada en los consumos de gasolina y diesel (m³)

	dcg EG	dcg MJ	dcd EG	dcd MJ
2012	18,394	20,879	15,373	9,534
2013	41,893	41,781	32,267	12,333
2014	65,437	62,855	50,527	20,714
2015	90,413	84,312	70,063	32,900
2016	116,638	106,339	90,836	47,788
2017	143,964	129,082	112,841	64,714
2018	172,468	152,652	136,104	83,300
2019	202,202	177,132	160,666	103,337
2020	233,217	202,590	186,583	124,724
2021	265,675	229,082	213,922	147,422
2022	299,628	256,656	242,758	171,431
2023	335,048	285,358	273,168	196,771
2024	372,004	315,230	305,236	223,482
2025	410,551	346,315	339,050	251,609
2026	450,953	378,656	374,700	281,208
2027	493,258	412,295	412,280	312,335
2028	537,375	447,278	451,888	345,054
2029	583,397	483,648	493,622	379,431
2030	631,388	521,451	537,589	415,534

Fuente: Elaboración propia.

Nota: d equivale a diferencia entre el escenario BAU y el Escenario_5 de reducción del 20 % de emisiones.

Fuente: Elaboración propia (en “recaudación adicional...”)

De acuerdo con los valores reportados por Parry y Strand (2011²⁴⁶) el valor de las externalidades por consumo de gasolina y diesel para Santiago se muestra en la siguiente tabla, donde se

²⁴⁶ En Ian W.H. Parry and Jon Strand (2011) “International Fuel Tax Assessment: An Application to Chile”. Fiscal Affairs Department, IMF Working Paper WP/11/168, Washington.

distingue entre el costo externo por emisiones locales, globales y por conducción. Entre las externalidades por conducción se cuentan los costos adicionales por congestión vehicular.

Tabla 5.6. Valor unitario de las externalidades por consumo de combustibles fósiles y por kilómetros recorridos

Concepto	gasolina	diesel
por		
combustion	Ext. Por lt.	Ext. Por lt.
emisiones	0.08	0.05
carbono	0.05	0.06
por		
conducción	por km	por km
locales	0.03	0.12
congestión	0.11	0.17
accidentes	0.10	0.12
ruido	0.00	0.02
daño vial	0.00	0.14

Fuente: Adaptado de Parry y Strand (2011).

Nota: El valor de la externalidad por congestión corresponde a Santiago y no al promedio de Chile. El valor de la externalidad por emisiones por carbono (como CO₂) se llevó de dólares del 2007 a dólares de 2008. Los kilómetros recorridos se estimaron con base en un rendimiento de 8 km por litro.

La reducción del consumo correspondiente al objetivo de política de apuntar a un 20 por ciento de reducción de las emisiones (E₅) genera externalidades evitadas por la suma del consumo evitado de gasolina y diesel, así como de los respectivos kilómetros recorridos con cada tipo de combustible, de 22.5 y 18 mil millones de dólares acumulados en el periodo 2012-2030, como se muestra en la siguiente tabla. El resultado será comparado con la recaudación monetaria a fin de reportar el beneficio social neto de la reforma fiscal.

Tabla 5.7. Externalidades evitadas por efecto de la reforma fiscal (dólares 2008).

	total	total
	EG	MJ
2012	78,414,491	67,662,463
2013	171,086,190	117,208,878
2014	265,387,592	182,153,861
2015	365,053,279	258,129,342
2016	469,946,852	342,536,601
2017	580,024,812	433,878,389
2018	695,542,905	531,358,385
2019	816,744,369	634,579,752
2020	943,898,149	743,406,755
2021	1,077,414,031	857,846,744
2022	1,217,595,110	977,996,165
2023	1,364,660,061	1,104,001,380
2024	1,518,949,491	1,236,054,647
2025	1,680,800,301	1,374,363,718
2026	1,850,784,671	1,519,166,008
2027	2,029,247,075	1,670,696,921
2028	2,216,393,524	1,829,221,475
2029	2,503,339,791	1,995,004,052
2030	2,718,331,227	2,168,320,454
tot.	22,563,613,921	18,043,585,991

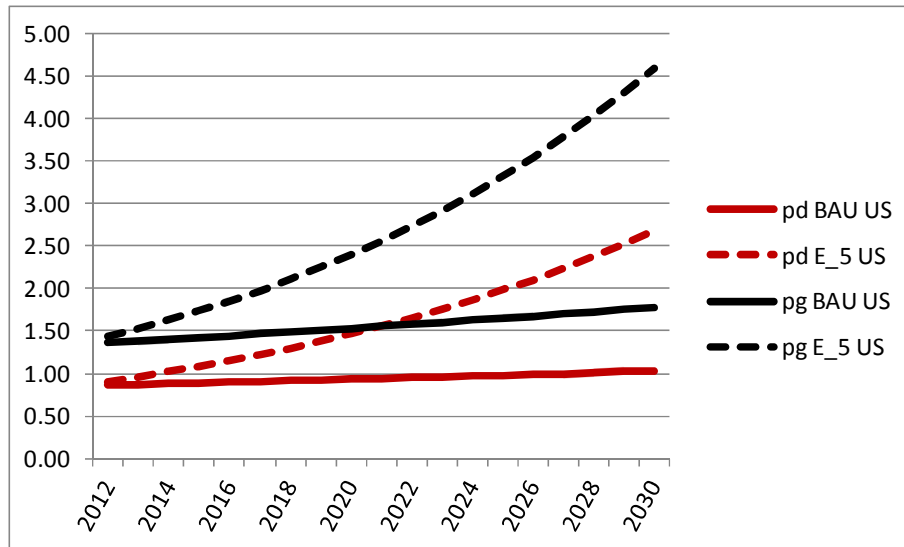
Fuente: Elaboración propia con base en Parry y Strand (2011) y resultados del E_5 (EG y MJ).

Nota: Cifras expresadas en dólares.

5.5.5 Los precios de la gasolina y el diesel

Con base en el tipo de cambio promedio del 2008, 522.45 pesos por dólar, la reforma fiscal llevaría el precio de la gasolina de 1.4 a 4.6 dólares (228%) al final del periodo y el diesel de 0.90 a 2.68 dólares (197%) en ese lapso para lograr el objetivo de política buscado. Esto se reporta en la tabla 5.8 y se representa en el gráfico 5.15.

Gráfico 5.15. Precios de la gasolina y el diesel en la RM sin y con política de reducción de 20% de emisiones al 2030



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Cifras expresadas en dólares del 2008.

Tabla 5.8. Precios de gasolina y diesel con y sin política en dólares

	pd BAU US	pd E_5 US	pg BAU US	pg E_5 US	dpg	dpd
2012	0.86	0.91	1.36	1.43	0.07	0.04
2013	0.87	0.96	1.38	1.53	0.15	0.09
2014	0.88	1.02	1.40	1.63	0.23	0.14
2015	0.89	1.09	1.42	1.74	0.31	0.20
2016	0.90	1.15	1.44	1.85	0.41	0.26
2017	0.91	1.22	1.47	1.98	0.51	0.32
2018	0.91	1.30	1.49	2.11	0.62	0.39
2019	0.92	1.38	1.51	2.25	0.74	0.46
2020	0.93	1.47	1.53	2.40	0.87	0.53
2021	0.94	1.56	1.56	2.56	1.01	0.61
2022	0.95	1.65	1.58	2.74	1.16	0.70
2023	0.96	1.76	1.60	2.92	1.32	0.79
2024	0.97	1.87	1.63	3.11	1.49	0.89
2025	0.98	1.98	1.65	3.32	1.67	1.00
2026	0.99	2.10	1.68	3.55	1.87	1.11
2027	1.00	2.23	1.70	3.78	2.08	1.23
2028	1.01	2.37	1.73	4.04	2.31	1.36
2029	1.02	2.52	1.75	4.31	2.55	1.50
2030	1.03	2.68	1.78	4.60	2.82	1.64

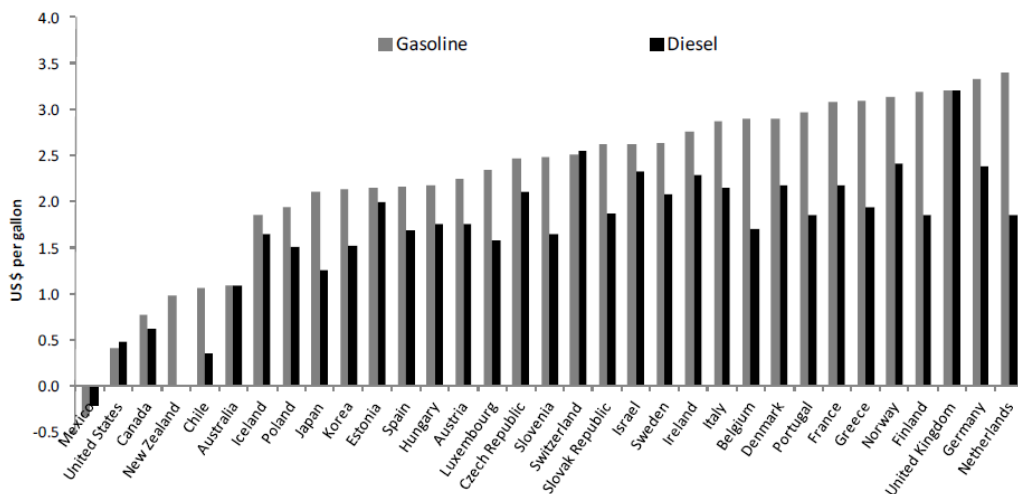
Fuente: Elaboración propia con base en el escenario E_5.

Nota: dpg es la diferencia de precio de la gasolina entre BAU y el escenario E_5. Dpd es la diferencia de precio del diesel entre BAU y el escenario E_5.

Parry y Strand estiman un aumento de 0.62 dólares por litro de gasolina y de 0.55 al diesel para la internalización de externalidades por emisiones y rodaje en una sola ocasión. Este nivel de aumento se lograría para la gasolina en el año 2018 y para el diesel en 2012 en el caso bajo estudio. El aumento propuesto aquí es de 0.176 dólares en promedio anuales a la gasolina para llegar a un aumento de 3.17 dólares por litro en 2030, y de 0.098 dólares al diesel, para llegar a 1.77 dólares de aumento al 2030.

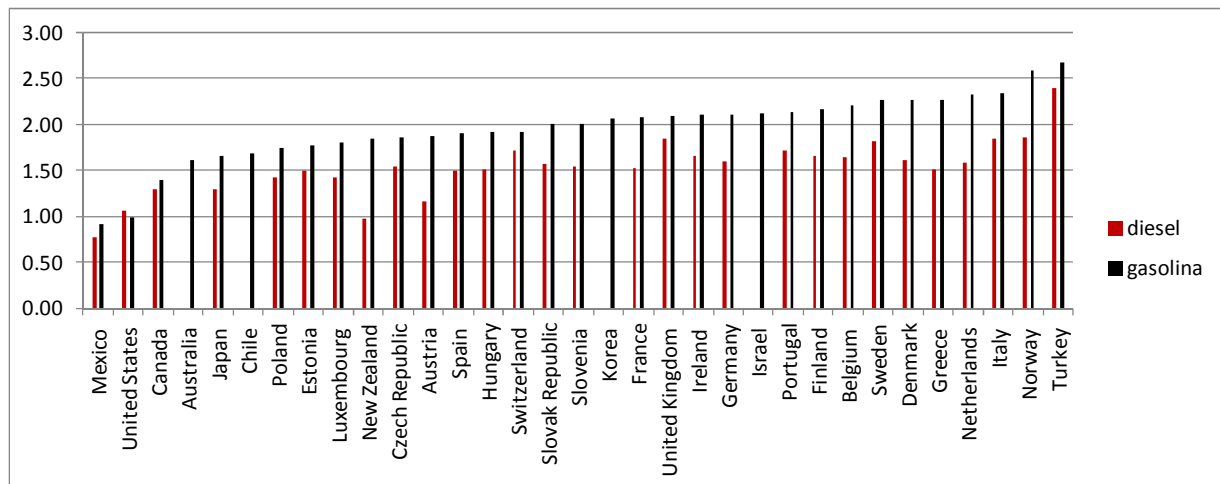
El aumento tributario propuesto para la gasolina aumenta 3 veces la carga fiscal actual en 2030 y duplica la del diesel. Esto colocaría a Chile en 2020 en un nivel comparable a la carga tributaria sobre la gasolina de España y los países de Europa del Este en 2010. Para 2026 la carga chilena sería comparable a los países más adelantados en materia de fiscalidad ambiental de Europa, como Alemania, Holanda y el Reino Unido en 2010. Pero como es previsible que los países más desarrollados sigan avanzando en la política de mitigación del cambio climático, una reforma como la propuesta estaría alineando la política de largo plazo de Chile con un esfuerzo serio de mitigación. Desde este punto de vista, la reforma propuesta es viable y colocaría a Chile en el rango de los países adelantados en materia climática (en el sector bajo análisis).

Gráfico 5.16. Tributación sobre gasolina y diesel en la OCDE (2010)



Fuente: Parry y Strand (2011), pág. 4.

Gráfico 5.17. Precios al consumidor en dólares (primer trimestre 2013)



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Agencia Internacional de Energía, Key World Energy Statistics, 2013.

La reforma tributaria propuesta llevaría para 2020 los precios al consumidor de su nivel actual a un nivel cercano al precio 2013 de Italia, Holanda o Grecia. Para el año 2022 estaría más cercano a los niveles 2013 de Turquía y Noruega. Es de esperar, no obstante que los países más adelantados de la OCDE en materia ambiental también eleven sus precios con base en una más agresiva política climática. En todo caso, la mayor parte de la reforma propuesta, en el rango temporal considerado, está dentro de la franja de precios actuales de los países de la OCDE. La parte que sobrepasa la actual franja de precios podría ganar en viabilidad conforme la política climática vaya ganando aceptación en el mundo.

5.6 Los Recursos Recaudados por la Reforma Fiscal Ambiental

Los aumentos tributarios propuestos se consideraron llevados al límite razonable en el periodo bajo consideración: casi 7 por ciento anual de incremento en el precio real de la gasolina, de 6.2 por ciento anual para el diesel y un cambio en el precio real de los autos de 5.2 por ciento anual, con relación al escenario tendencial. En el escenario base, el precio final de autos y combustibles conlleva su respectiva carga tributaria. El ingreso adicional es la diferencia entre el nuevo valor en el escenario bajo consideración, aplicado al nuevo flujo de consumo (de combustibles) o tenencia (de autos), como:

$$r_a = (p_e - p_{bau}) * f_x \quad (\text{ecuación 26})$$

donde:

r_a es la recaudación adicional

p_e es el precio bajo el escenario e.

p_{bau} es el precio bajo el escenario tendencial

f_x es el flujo de la variable x (diesel, gasolina o autos). En el caso de los combustibles fósiles no hay stock. En el caso de los autos el flujo es la diferencia entre el año_t y el año_{t-1}.

Dado que sólo el escenario 5 se acerca a la meta buscada, se tomará como el punto de referencia para sopesar los recursos adicionales recaudados, con base en la siguiente ecuación:

$$R_{e_5} = (PRG_{e_5} * CG_{e_5}) - (PRG_{BAU} * CG_{BAU}) \quad (\text{ecuación 27})$$

Donde R_{e_5} es la recaudación obtenida en el escenario 5 entre 2012 y 2030.

$$PRG_{e_5} = (1 + \Delta_{e_5}) \quad (\text{ecuación 28})$$

Donde

Δ es la tasa de crecimiento del precio relativo de la gasolina en el escenario 5.

La política fiscal seguida se traduce, para el escenario 5 en un aumento de ingresos públicos de 51 billones de pesos constantes (2008) bajo la metodología EG y de 38.4 billones bajo la MJ, equivalentes a 98 mil millones de dólares al tipo de cambio de 2008 (522.46 pesos por dólar) con EG y de 73.6 mil millones de dólares con la MJ, como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 5.9. Recaudación adicional bruta 2012-2030

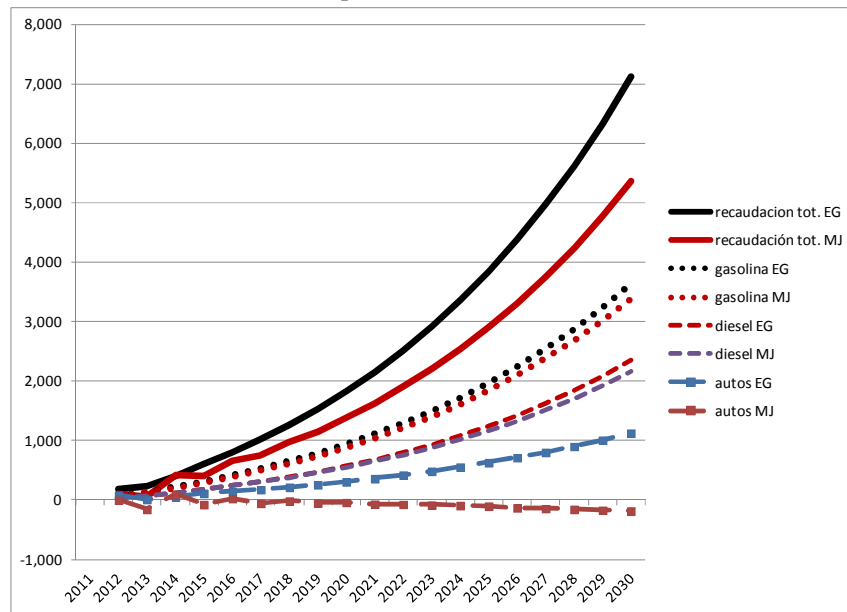
	A EG	AMJ	D EG	D MJ	G EG	G MJ	tot EG	tot MJ	tot EG US 2008	tot MJ US 2008
2011										
2012	0.09	0.00	0.03	0.04	0.07	0.06	0.19	0.09	356	181
2013	0.01	(0.15)	0.08	0.08	0.14	0.13	0.23	0.05	438	96
2014	0.06	0.09	0.12	0.13	0.22	0.20	0.40	0.42	765	811
2015	0.12	(0.07)	0.18	0.18	0.31	0.29	0.61	0.40	1,162	760
2016	0.15	0.03	0.24	0.24	0.41	0.39	0.80	0.65	1,529	1,246
2017	0.18	(0.05)	0.31	0.30	0.53	0.49	1.02	0.75	1,943	1,427
2018	0.22	(0.01)	0.39	0.38	0.65	0.61	1.26	0.97	2,405	1,862
2019	0.26	(0.05)	0.47	0.46	0.79	0.74	1.53	1.15	2,919	2,201
2020	0.31	(0.04)	0.57	0.55	0.94	0.88	1.82	1.39	3,489	2,664
2021	0.36	(0.06)	0.68	0.65	1.11	1.04	2.15	1.62	4,119	3,104
2022	0.42	(0.07)	0.80	0.76	1.29	1.21	2.52	1.90	4,815	3,640
2023	0.49	(0.08)	0.93	0.88	1.50	1.40	2.92	2.20	5,583	4,217
2024	0.56	(0.09)	1.08	1.02	1.72	1.61	3.36	2.54	6,429	4,862
2025	0.63	(0.10)	1.24	1.16	1.97	1.84	3.85	2.91	7,360	5,568
2026	0.72	(0.13)	1.42	1.33	2.24	2.10	4.38	3.30	8,387	6,309
2027	0.81	(0.14)	1.62	1.51	2.55	2.38	4.97	3.74	9,517	7,163
2028	0.91	(0.15)	1.84	1.71	2.88	2.68	5.62	4.23	10,760	8,104
2029	1.01	(0.17)	2.08	1.92	3.24	3.02	6.33	4.77	12,125	9,137
2030	1.13	(0.18)	2.35	2.16	3.64	3.38	7.12	5.37	13,623	10,273
total bruto	8.43	(1.41)	16.43	15.44	26.20	24.44	51.06	38.47	97,723.11	73,625.32

Fuente: elaboración propia con base en el E_5.

Notas: EG es resultado de la proyección con metodología Engel y Granger. MJ es resultado de la proyección con metodología de Johanssen. a es la recaudación adicional proveniente de los autos. g es la recaudación adicional proveniente de los autos. d es la recaudación adicional proveniente del diesel. tot es la recaudación total por a, d y g. Cifras en billones de pesos constantes 2008 y millones de dólares al tipo de cambio promedio de 2008, 522.46 pesos por dólar.

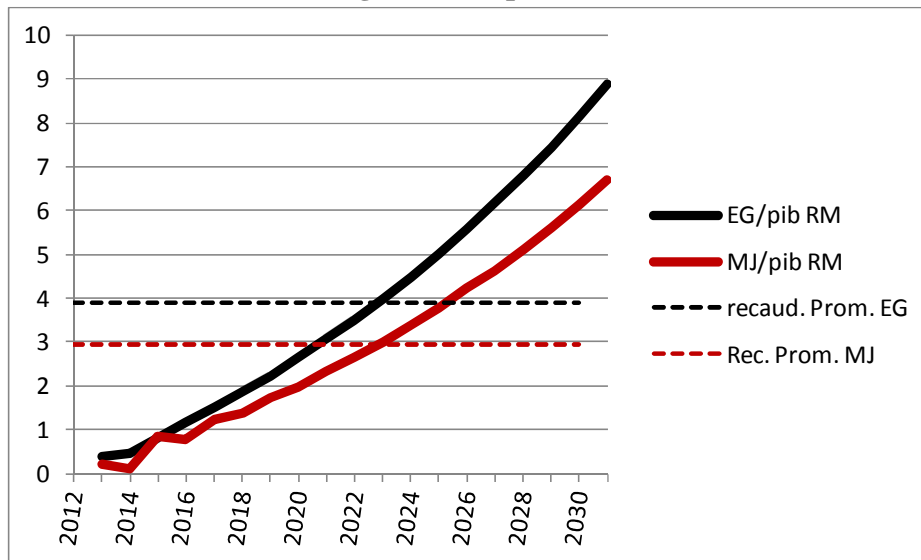
La proporción de la reforma fiscal (bruta) aplicada representa entre 3 y 4 por ciento del PIB de la Región Metropolitana. Abajo se expresan los resultados de manera gráfica.

Gráfico 5.18. Recaudación adicional bruta EG y MJ con política
(billones de pesos constantes de 2008)



Fuente: Elaboración Propia con base en el E_5 (EG y MJ).

Gráfico 5.19. La recaudación adicional bruta EG y MJ como proporción del PIB de la
Región Metropolitana



Fuente: Elaboración Propia con base en el E_5 (EG y MJ).

5.6.1 La recaudación neta: compensación a los quintiles I a III

El impacto de la reforma fiscal ambiental propuesta puede ser mitigado mediante la compensación a los quintiles de menor ingreso. No hay un punto de corte claro para decidir qué niveles de ingreso podrían ser compensados. En el presente documento se ha considerado apropiado considerar neutralizar el efecto fiscal de la reforma para los quintiles I a III de la distribución del ingreso ya que se considera que las expectativas sociales de acceder al vehículo propio no se verán frustradas, que a estos quintiles aún corresponden una parte minoritaria en la responsabilidad de la generación de emisiones y de la congestión generada por el transporte privado en la RM, y porque se trata de que sea una reforma fiscal progresiva. Desde este punto de vista, los quintiles I, II y III acumulan, según la encuesta de 2007, el 16.15% del total del gasto en transporte privado y el 83.5% corresponde a los quintiles IV y V. Este porcentaje es, sin embargo, mayor al registrado en 1997, cuando el consumo de los quintiles I a III era de 9.28%. Esto muestra una tasa de crecimiento de 5.7% anual durante la década 97-2007 en el gasto en transporte privado en los tres primeros quintiles. Es probable que este comportamiento prosiga, pues la tasa de motorización es aún baja, comparada con la tasa de los países donde la demanda de autos se ha estabilizado. De igual manera, aunque a una tasa de apenas 0.62 por ciento anual, el gasto en transporte público pasó de 44.29% del total en los quintiles I a III en 1997, a 47.13 en el 2007. Se suponen pues, las mismas tasas de crecimiento anual en ambos consumos. La participación del consumo de los quintiles I a III en el transporte privado sobre el total y en el consumo de diesel sobre el gasto total en el transporte público, sumados, se muestra en la tabla 5.21.

Tabla 5.10. Gasto de los quintiles I a III en transporte privado y en diesel en el transporte público

	% tr pv/tot	% compensad o del Tr Pb.	Suma consumo tr pv y fosil p tr pb
% anual	0.057	0.0062	
1997	9.3	9.7	19.0
2007	16.2	10.4	26.5
2008	17.1	10.4	27.5
2009	18.0	10.5	28.5
2010	19.1	10.6	29.6
2011	20.2	10.6	30.8
2012	21.3	10.7	32.0
2013	22.5	10.8	33.3
2014	23.8	10.8	34.6
2015	25.2	10.9	36.1
2016	26.6	11.0	37.6
2017	28.1	11.0	39.1
2018	29.7	11.1	40.8
2019	31.4	11.2	42.6
2020	33.2	11.2	44.4
2021	35.1	11.3	46.4
2022	37.1	11.4	48.5
2023	39.2	11.5	50.7
2024	41.4	11.5	53.0
2025	43.8	11.6	55.4
2026	46.3	11.7	58.0
2027	48.9	11.7	60.7
2028	51.7	11.8	63.5
2029	54.7	11.9	66.6
2030	57.8	12.0	69.8

Fuente: Elaboración propia con base en la V y VI Encuesta de Presupuestos Familiares, el IPC, el tipo de cambio, el IPC de EUA y los resultados de la modelación EG y MJ.

Nota: El factor de ponderación del diesel urbano de bajo azufre de hasta 50 partes por millón que consume el Transantiago, es de 22 por ciento²⁴⁷

Este porcentaje sumado corresponde, entonces al que sería necesario devolver a los quintiles I a III mediante, por ejemplo transferencias directas, de modo de neutralizar sobre ellos la reforma. De este modo, la recaudación bruta estimada se reduciría para quedar como sigue.

²⁴⁷ Según el decreto 140 del 24 de abril del 2011, que establece la metodología de ajuste tarifario del transporte público en las comunas de Santiago, San Bernardo y Puente Alto.

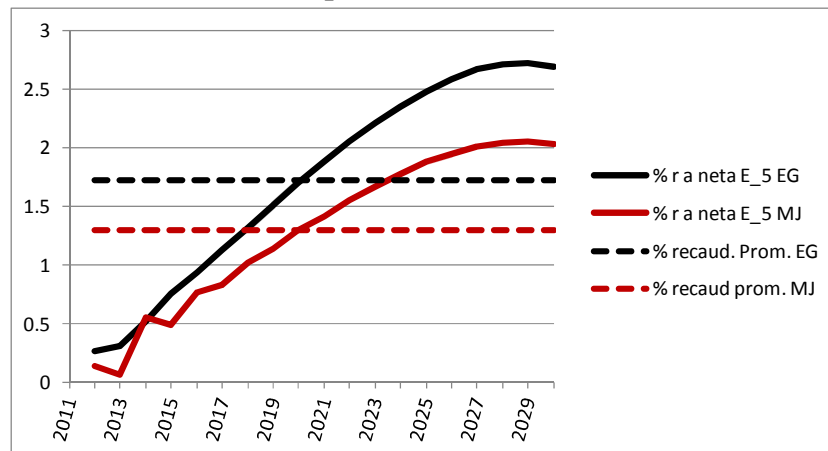
Tabla 5.11. Recaudación neta

	1	2	3	4	5	6	7
año	% tr pv/tot	% compensad o del Tr Pb.	Suma consumo tr pv y fosil p tr pb	tot EG US 2008	tot MJ US 2008	r a neta US E_5 EG	r a neta US E_5 MJ
2011	20.1592	10.62864	30.78780228				
2012	21.3082	10.694889	32.00312347	356	181	242	123
2013	22.5228	10.761551	33.28435471	438	96	292	64
2014	23.8066	10.828628	34.63523192	765	811	500	530
2015	25.1636	10.896124	36.05970381	1,162	760	743	486
2016	26.5979	10.96404	37.56194406	1,529	1,246	955	778
2017	28.114	11.03238	39.1463641	1,943	1,427	1,182	869
2018	29.7165	11.101145	40.8176267	2,405	1,862	1,424	1,102
2019	31.4103	11.170339	42.58066025	2,919	2,201	1,676	1,264
2020	33.2007	11.239965	44.44067395	3,489	2,664	1,938	1,480
2021	35.0931	11.310024	46.40317375	4,119	3,104	2,207	1,663
2022	37.0935	11.38052	48.47397935	4,815	3,640	2,481	1,876
2023	39.2078	11.451456	50.65924199	5,583	4,217	2,755	2,081
2024	41.4426	11.522833	52.96546343	6,429	4,862	3,024	2,287
2025	43.8049	11.594656	55.39951587	7,360	5,568	3,283	2,483
2026	46.3017	11.666926	57.96866308	8,387	6,309	3,525	2,652
2027	48.9409	11.739647	60.68058276	9,517	7,163	3,742	2,817
2028	51.7306	11.81282	63.54339004	10,760	8,104	3,923	2,954
2029	54.6792	11.886451	66.56566253	12,125	9,137	4,054	3,055
2030	57.7959	11.960539	69.75646658	13,623	10,273	4,120	3,107
total				97,723	73,625	42,066	31,670

Fuente: Elaboración propia con base en las Encuestas V y VI de Presupuestos Familiares, e IPC.

Nota: 1.-Porcentaje del gasto en transporte privado de los quintiles I a III con crecimiento estimado con base a la tasa anual 97-2007. 2.-Porcentaje de gasto en transporte público de los quintiles I a III correspondiente al diesel (22%). 3.-Suma de 1+2. 4.-Recaudación bruta estimada con la metodología de EG en dólares del 2008. 5.-Recaudación bruta estimada con la MJ en dólares del 2008. 6.-Recaudación neta EG después de compensar a los quintiles I a III en el porcentaje de 3, deducido de la recaudación bruta. 7.- Recaudación neta MJ después de compensar a los quintiles I a III en el porcentaje de 3, deducido de la recaudación bruta.El total corresponde al total neto bruto y neto, en cada caso, recaudado durante el periodo 2012-2030. Cifras en millones de dólares.

Gráfico 5.20. Recaudación neta anual (EG y MJ) en dólares (2008) y promedio 2012-2030 con respecto al PIB de la RM



Fuente: Elaboración propia con base en la V y VI Encuesta de Presupuestos Familiares e índices de precios al consumidor.

La recaudación neta es mucho más modesta que la recaudación bruta, de 1.7% y de 1.3% del PIB de la Región Metropolitana con base en la metodología EG y MJ respectivamente.

5.6.2 El costo-beneficio social de la reforma.

Tomando en consideración las externalidades evitadas como el beneficio social de la reforma, antes de la aplicación de los recursos adicionales netos recaudados, y considerando ésta recaudación adicional como el costo económico (desde un punto de vista estático) de la contribución a la estabilidad climática, una aproximación al costo-beneficio social de la reforma se podría expresar como:

$$r_{an} - X_{tot} = Bs \quad (\text{ecuación 29})$$

Donde:

Ran es la recaudación adicional neta, o costo neto de la reforma

Xtot es el valor de las externalidades totales, y

Bs es el beneficio social

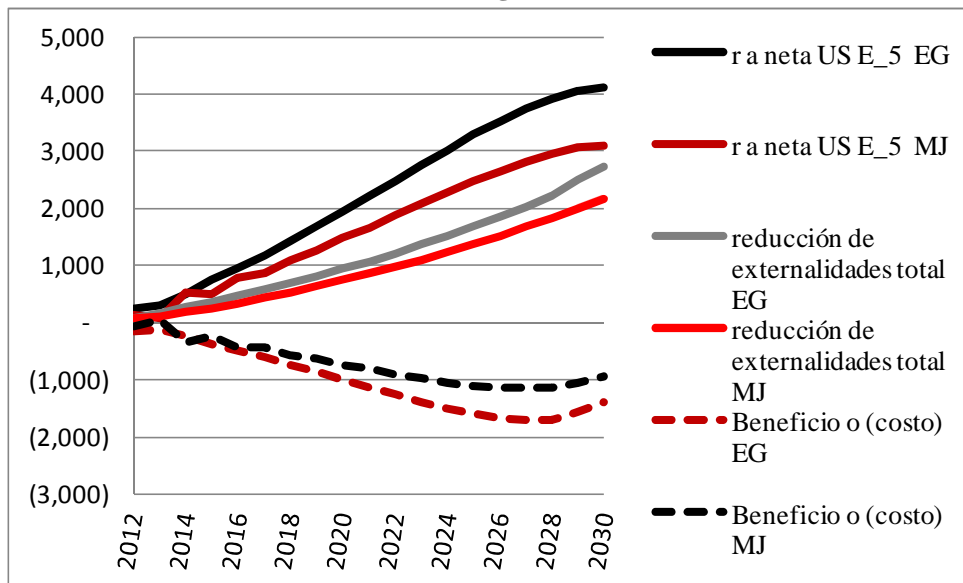
El aumento de los precios y la disminución de los consumos en la RM introduce efectos dinámicos en el sistema debido al efecto potencial de la recaudación adicional sobre el PIB de la RM y por el cambio en las demandas de otros bienes y servicios por el ajuste en el consumo de los combustibles y autos, que podría ser materia de un ejercicio de equilibrio general para la RM. Sin embargo el desarrollo de un modelo de ese tipo, así como la creación de los insumos requeridos, como una matriz de contabilidad social local, rebasan con creces el alcance de esta investigación. De modo que tomando la formulación arriba para aproximar el costo-beneficio estático de la medida, la comparación de la recaudación neta con el valor de las externalidades evitadas arroja un resultado que se refleja en la siguiente tabla y su expresión gráfica.

Tabla 5.12. Saldo monetario de las políticas: recaudación neta menos el costo de las externalidades negativas evitadas (millones de dólares de 2008)

	reducción de externalidades total	reducción de externalidades total	r a neta US E_5	r a neta US E_5	Beneficio o (costo)	Beneficio o (costo)
	EG	MJ	EG	MJ	EG	MJ
2012	78,414,491	67,662,463	242	123	(163)	(55)
2013	171,086,190	117,208,878	292	64	(121)	53
2014	265,387,592	182,153,861	500	530	(235)	(348)
2015	365,053,279	258,129,342	743	486	(378)	(228)
2016	469,946,852	342,536,601	955	778	(485)	(436)
2017	580,024,812	433,878,389	1,182	869	(602)	(435)
2018	695,542,905	531,358,385	1,424	1,102	(728)	(571)
2019	816,744,369	634,579,752	1,676	1,264	(860)	(629)
2020	943,898,149	743,406,755	1,938	1,480	(994)	(736)
2021	1,077,414,031	857,846,744	2,207	1,663	(1,130)	(806)
2022	1,217,595,110	977,996,165	2,481	1,876	(1,263)	(898)
2023	1,364,660,061	1,104,001,380	2,755	2,081	(1,390)	(977)
2024	1,518,949,491	1,236,054,647	3,024	2,287	(1,505)	(1,051)
2025	1,680,800,301	1,374,363,718	3,283	2,483	(1,602)	(1,109)
2026	1,850,784,671	1,519,166,008	3,525	2,652	(1,674)	(1,133)
2027	2,029,247,075	1,670,696,921	3,742	2,817	(1,713)	(1,146)
2028	2,216,393,524	1,829,221,475	3,923	2,954	(1,706)	(1,125)
2029	2,503,339,791	1,995,004,052	4,054	3,055	(1,550)	(1,060)
2030	2,718,331,227	2,168,320,454	4,120	3,107	(1,402)	(938)
tot.	22,563,613,921	18,043,585,991	42,066	31,670	(19,502)	(13,627)

Fuente: Elaboración propia con base en EG y MJ, Parry y Strand (2011), e índices de precios al consumidor.

Gráfico 5.21. Saldo monetario de las políticas: recaudación neta menos el costo de las externalidades negativas evitadas



Fuente: Elaboración propia con base en EG y MJ, Parry y Strand (2011), e índices de precios al consumidor.
Nota: Cifra en millones de dólares de 2008.

El resultado obtenido nos muestra que el valor de la recaudación neta se reduce en poco más del 50% en ambos casos debido al valor de las externalidades evitadas. Sin embargo los recursos recaudados son superiores a los beneficios inducidos por los mayores precios, dando a la reforma un carácter recaudatorio importante y subrayando que la contribución del transporte privado a la seguridad climática demanda un esfuerzo superior al de los cobeneficios inducidos por la propia medida. Estos cobeneficios, son, no obstante, considerables.

5.7 El efecto sobre la congestión.

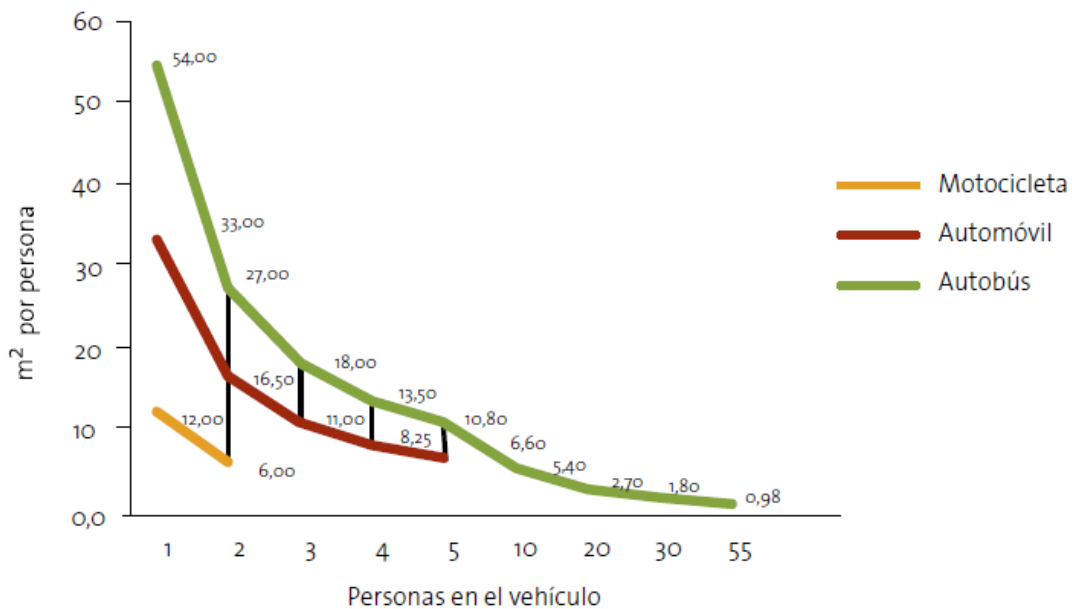
Eduardo Vasconcellos (2010), reconocido experto en materia de transporte, reporta²⁴⁸ 90 m² ocupados por auto en movimiento considerando estacionamientos en origen²⁴⁹, en destinos y en circulación. Estima una “sombra” de ocupación por auto en circulación de 33 m², al margen de su ocupación (que considera la distancia entre vehículos al circular). Si se consideran los 90 m²,

²⁴⁸En Reino Unido, reporta, se destinan 372 m² por auto, tres veces la extensión de una casa promedio en ese país. En Análisis de la Movilidad Urbana. espacio, medio ambiente y equidad. CAF, 2010, pp 79, Vasconcellos citando a Vivier (1999) y 172.

²⁴⁹ Balsells (2004) considera un espacio por auto de 22.7 m² en el diseño de estacionamientos.

se incluye el espacio público y privado ocupado por los vehículos en el total de la superficie urbana. Al tomar la cifra de 33 m² sólo se considera el espacio público (vial) y por tanto sólo el efecto en congestión. Vasconcellos estima que los autos ocupan entre el 70 y el 90 por ciento del espacio vial, dependiendo de la ciudad que se observe, con Brasilia con 90 por ciento y Sao Paulo con 88 por ciento. Cuando se toma en cuenta la ocupación por tipo de vehículo, la proporción aumenta de 7 a 28 veces el espacio ocupado por una persona en un auto con relación a una en un autobús. Vasconcellos elaboró el siguiente gráfico (5.23) donde se muestra la relación entre ocupación del vehículo y ocupación del espacio vial.

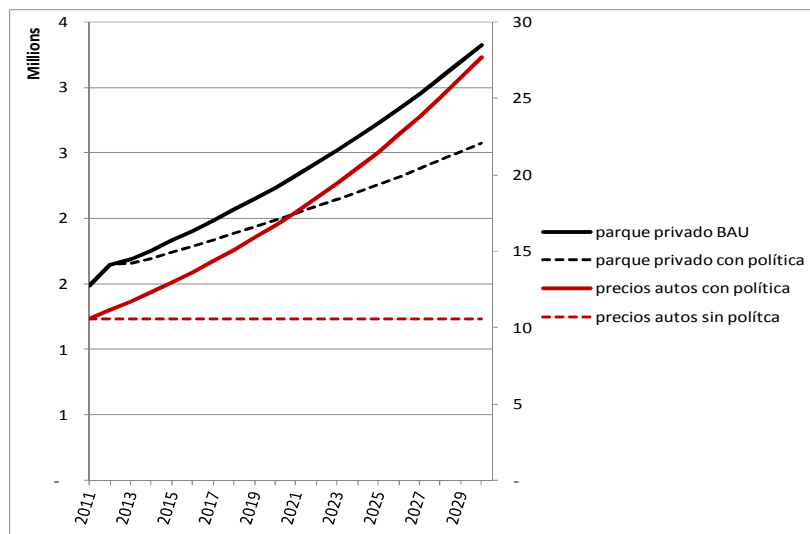
Gráfico 5.22. Espacio vial consumido por persona por tipo de vehículo



Fuente: Vasconcellos 2010, pág. 80.

La reforma fiscal considerada (E_5) conlleva a un menor crecimiento del parque vehicular respecto del escenario tendencial, lo que también reduce la proporción del espacio urbano ocupado por los autos particulares, junto con las emisiones, como ya se vio. El gráfico 5.24 muestra la reducción vehicular resultante de la política aplicada con relación al tendencial, el gráfico 5.25 muestra el cambio en la motorización y la densidad de autos por km², y el gráfico 5.28 muestra la reducción en la ocupación del espacio vial por efecto de la política analizada.

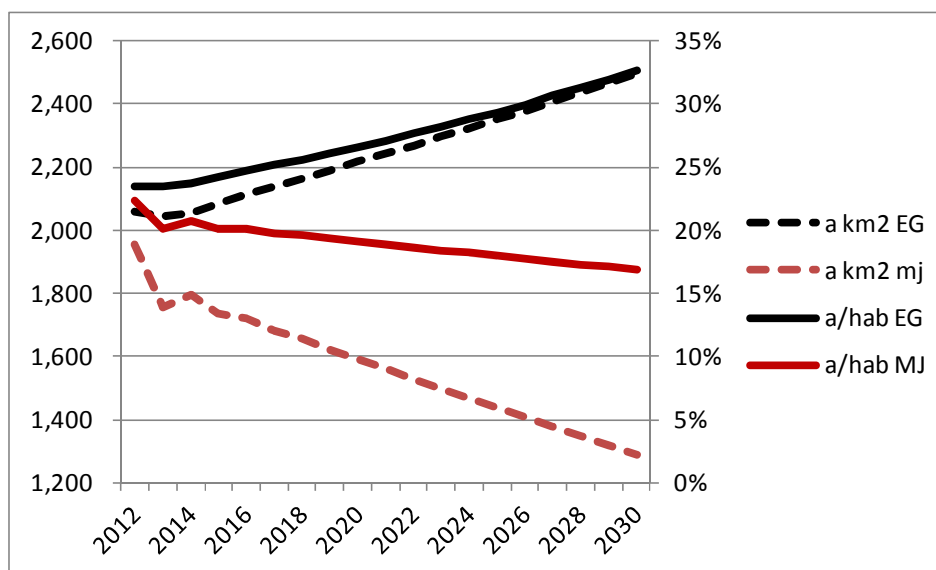
Gráfico 5.23. EG. Reducción del parque vehicular en la RM con política de reducción de 20% de emisiones al 2030



Fuente: Elaboración propia con base en EG y MJ, E_5.

Notas: Millones de vehículos eje izquierdo y costo en miles de dólares por vehículo en el eje derecho

Gráfico 5.24. Tasa de motorización y autos por km2



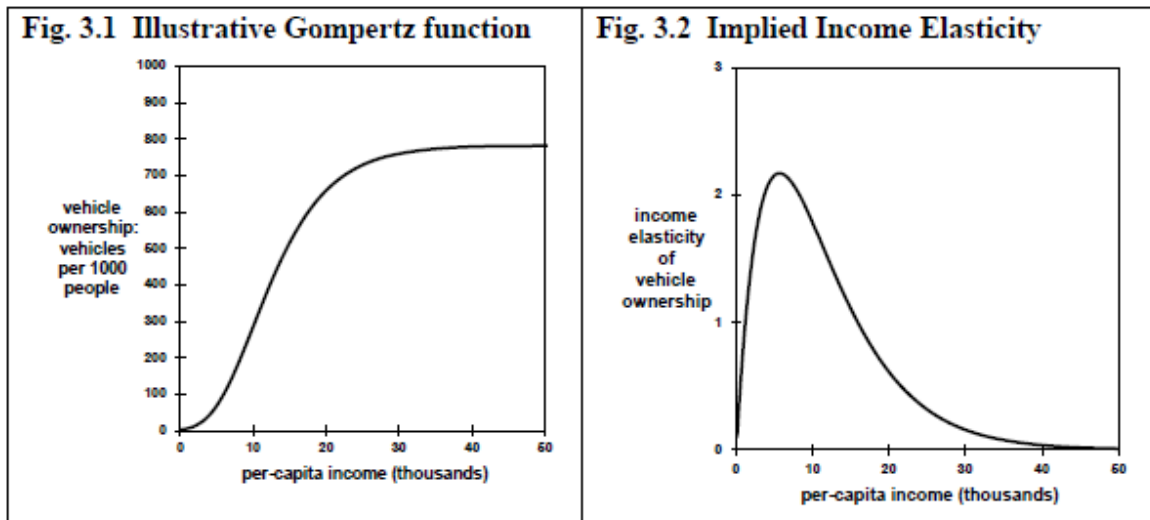
Fuente: Elaboración propia con base en EG y MJ, E_5.

Notas: Tasa de motorización (% en eje derecho) y autos por km2 (eje izquierdo).

La proyección que arroja EG se acerca más al comportamiento esperable en materia de motorización, compatible con el aumento del ingreso esperado. De acuerdo con la curva

Gomperz (Dargay y Demot 2006) la RM estaría en la fase temprana del crecimiento exponencial (entre el 20 y el 70% de motorización y entre los 5 y 25 mil dólares de ingreso per cápita respectivamente).

Gráfico 5.25. Modelo de curva Gomperz para motorización y de elasticidad con relación al ingreso

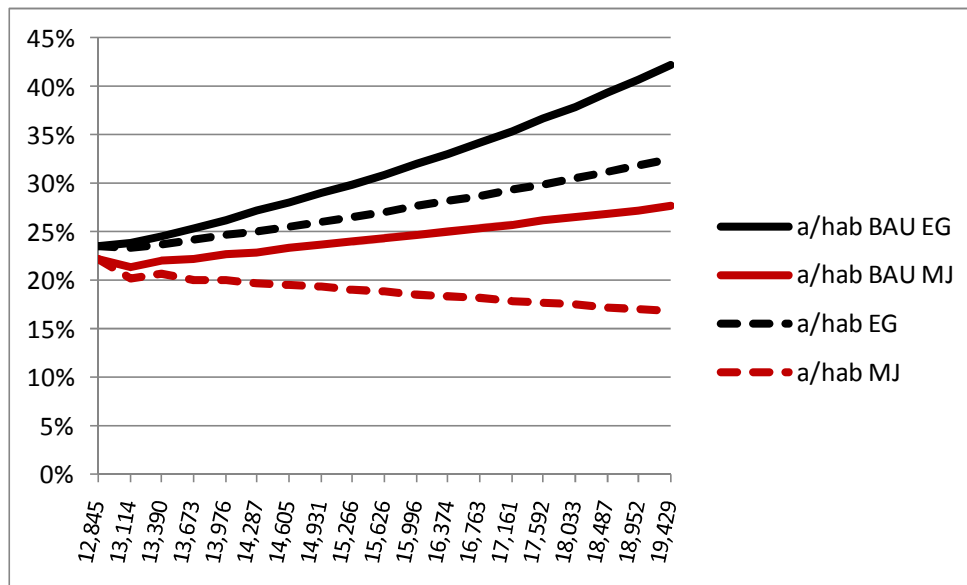


Fuente: Dargay, *et al.* (2006).

Los porcentajes de motorización en el escenario tendencial y con base en las proyecciones EG y MJ se muestran en el gráfico 5.26 abajo. Al año 2030 apenas se estaría en la mitad de la tasa de motorización esperada como nivel de estabilización en el escenario tendencial EG²⁵⁰, lográndose reducirla en alrededor de 9% en el E_5, con la metodología EG. Y aunque importante, la reducción apenas mitigaría la velocidad a la que se produciría la saturación de la tenencia vehicular en Santiago, haciendo necesario un mayor nivel de ingreso para llegar a ella.

²⁵⁰ El escenario MJ resulta en una dirección deseable, aunque poco creíble: la de reducir la tasa de motorización por debajo de nivel inicial y no sólo mitigar la tasa de crecimiento.

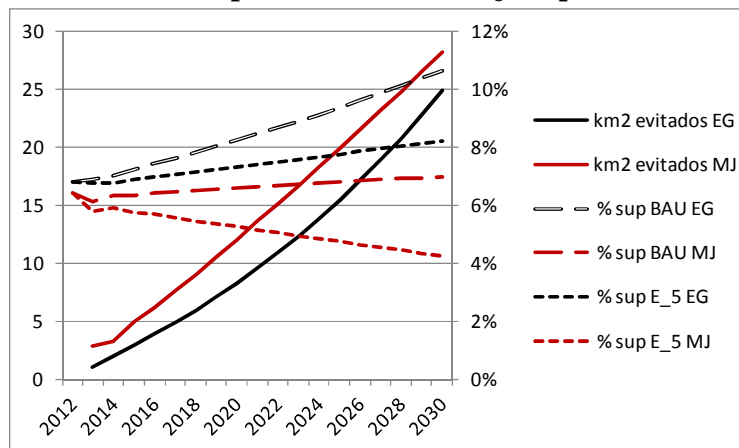
Gráfico 5.26. Tasa de motorización BAU, EG y MJ con relación al ingreso esperado 2012-2030



Fuente: Elaboración propia con base en EG y MJ, para E_5.

Notas: a/hab son autos por habitante. Las cifras en el eje X, en dólares 2008.

Gráfico 5.27. Espacio vial ocupado por el parque vehicular privado (km2 en eje izquierdo y % de la superficie urbana en eje izquierdo)



Fuente: Elaboración propia con base en EG y MJ, E_5 y Vasconcellos 2010.

Es claro que no todos los autos están en el espacio vial al mismo tiempo. Sin embargo en los horarios de mayor afluencia una parte considerable lo está, y una vez adquirido el vehículo, la

elección modal cristaliza a favor del auto. Como se aprecia en el gráfico 5.28, la superficie ocupada por los autos pasaría, en el escenario tendencial, de algo más del 6 por ciento del año 2012, a más del 10% en 2030 con base en EG, y a 7% en 2030 con base en MJ. El escenario de contención E_5 reduciría esta ocupación al 8% con base en EG y a 4% con MJ y se evitaría la ocupación de 25 y 28 kilómetros cuadrados adicionales de superficie vial.

5.8 El potencial de mejora en el transporte público

Para considerar la mejora en el transporte público se tomó como referencia el monto de recursos netos (netos de la compensación a los quintiles I a III) estimados mediante EG, por ser la opción metodológica que acerca más la meta de reducción de emisiones buscada. Los fondos adicionales recaudados en el periodo serían, como se vio anteriormente 42.1 mil millones de dólares (2008).

Para hacer el análisis de la mejora en el transporte público se considera que, si bien el flujo anual de recursos adicionales pasa de 242 millones de dólares en el año 2012 a 4,120 en el 2030, se podría considerar el total recaudado desde un inicio si mediante una operación de financiamiento público o privado con la garantía de la recaudación futura, o bien porque simplemente se quiere evaluar el potencial de mejora final. Aún sin una operación de intermediación financiera, se puede evaluar la mejora gradual con base en el flujo anual recaudado.

Considerando los elementos constitutivos del sistema Transantiago, tanto el aumento de la flota vehicular como la construcción de estaciones prepagas y carriles plenamente confinados serían las inversiones que más rápidamente mejorarían la calidad del sistema²⁵¹. Para considerar la mejora se han tomado como base los siguientes valores:

²⁵¹ La dotación de estaciones prepagas aumenta la velocidad de carga y descarga de pasaje y por tanto de operación de la flota existente (externalidad que pagan los usuarios con la demora al pagar en el bus), los carriles confinados reducen las interferencias del transporte privado en el público (externalidad por congestión con cargo al transporte público) y el aumento de los buses reduce la congestión de personas al interior del bus (externalidad por insuficiencia en la inversión con cargo al usuario). Un sistema plenamente configurado tiene una limitada capacidad para absorber buses, como ocurre en los sistemas de metro, y la expansión en la flota de buses tiene que ir acompañada o bien de un aumento en la cobertura del sistema o en un aumento de la superficie dedicada al sistema de transporte público, por ejemplo mediante dobles carriles, carriles de rebase y rutas diferenciadas, como las express.

- Bus articulado de 18.5 metros con capacidad para 160 pasajeros: precio 250 mil dólares²⁵² y 0.289 m² por persona por diseño.
- Bus no articulado de 12 metros con capacidad para 90 pasajeros: 165 mil dólares y 0.333 m² por persona por diseño.
- Espacio promedio por persona considerando los dos tipos de vehículo: 0.305 m².
- El espacio que ofrece un auto privado tipo en su interior (habitáculo) es de 0.476 m² por persona, con una longitud pedal-asiento trasero de 1.7 m y ancho de 1.4 m²⁵³.
- El kilómetro de carril confinado, incluyendo las estaciones cerradas para prepago: 12 millones de dólares²⁵⁴.

Considerando estas dimensiones, para lograr una comodidad en el transporte público comparable con la del transporte privado, sería necesario pasar de los 0.305 m² a 0.476 m², es decir lograr un aumento de 56% en la oferta actual del Transantiago, compuesta por 6,349 buses (Blanco et al 2011), 60% articulados y 40 % sin articulación.

Como se puede ver en la tabla 5.12, abajo, ese aumento se logra con la aplicación de los fondos netos al aumento de la flota entre el 2º y 3er año de entrar en vigor la reforma. Para el año 4 habría capacidad para duplicar la flota. Si se considera la combinación de aumento de flota con expansión de la infraestructura de confinamiento, a partir del año 4 se podría optar por la opción más funcional al sistema, pues se habría logrado competir con los autos privados en comodidad y se tendría la capacidad financiera para competir con ellos en velocidad y confiabilidad.

²⁵² Se tomó como precio unitario del bus articulado de 18.5 m. el reportado por Ana Luisa Covarrubias ex Coordinadora de Transantiago y experta en transporte (comunicación directa, octubre de 2013) de 250 mil dólares y de 165 mil dólares por bus no articulado de 12 metros. Se consideró también el ofrecido en 2012 por Scania Chile para 231 buses urbanos con norma contaminante Euro 5 y EEV (Enhanced Environmentally Friendly Vehicles) con financiamiento total de la operación por US\$ 38 millones mediante Leasing de Scania Finance (equivalente a 164.5 mil dólares por unidad), al que se adicionó un programa de mantenimiento por 6 años y medio de US\$ 22 millones (dando un total por unidad de 215.5 mil dólares). Comunicado de Prensa de Scania del 4 de junio de 2012.

²⁵³ Se ha considerado un espacio interior de 1X1.4 m para los asientos delanteros y de 0.7x1.4 m para el espacio trasero como estándar. Para las medidas del espacio interior de los autos, consultar <http://www.km77.com/00/nissan/leaf/2011/medidas-interiores.asp> y <http://www.km77.com/00/nissan/leaf/2011/medidas-interiores.asp>, <http://www.arpem.com/coches/coches/peugeot/3008/fotos/2009/peugeot-3008-dimensiones.jpg>.

²⁵⁴ Comunicación con Ana Luis Covarrubias, Ex coordinadora de Transantiago, (octubre de 2013).

Tabla 5.13. Potencial de aumento en la oferta de espacio en la flota de buses para el transporte público

año	r a neta US E_5 EG	km a confinados EG	buses a 18.5 m EG	buses a 12 m EG	espacio a. promedio m2	flota adicional %
2012	242	20	580	586	356	0.18
2013	292	24	702	709	430	0.22
2014	500	42	1,200	1,212	736	0.37
2015	743	62	1,783	1,802	1,093	0.56
2016	955	80	2,292	2,315	1,405	0.72
2017	1,182	99	2,838	2,866	1,740	0.89
2018	1,424	119	3,417	3,451	2,095	1.07
2019	1,676	140	4,023	4,064	2,467	1.26
2020	1,938	162	4,652	4,699	2,852	1.45
2021	2,207	184	5,298	5,351	3,248	1.65
2022	2,481	207	5,954	6,014	3,650	1.86
2023	2,755	230	6,611	6,678	4,053	2.06
2024	3,024	252	7,257	7,330	4,449	2.27
2025	3,283	274	7,878	7,958	4,830	2.46
2026	3,525	294	8,460	8,545	5,187	2.64
2027	3,742	312	8,981	9,072	5,506	2.80
2028	3,923	327	9,414	9,509	5,772	2.94
2029	4,054	338	9,729	9,827	5,965	3.04
2030	4,120	343	9,888	9,988	6,062	3.09
total	42,066	3,505	100,958	101,977		

Fuente: Elaboración propia con base en resultados EG y MJ, precios, superficie y capacidad de buses y espacio en interior de auto tipo.

Notas: **km a** son los kilómetros adicionales de carriles confinados, con estaciones para prepago a un costo unitario de 12 millones de dólares. **Buses a** son buses adicionales por tipo, 18.5 y 12 metros de longitud. **Espacio a** es el espacio adicional promedio que lograría la expansión de la flota. **Flota adicional %** es el porcentaje de aumento respecto del espacio inicial por pasajero que se lograría mediante el incremento de la flota de buses. **EG** es el resultado de la recaudación adicional estimada con la metodología Engle y Granger.

En términos institucionales hacer esto posible requiere de la creación de una empresa pública de transporte que se incorpore al sistema Transantiago, algo que en la ciudad de México se logró manteniendo la capacidad operativa de la Ruta 100 y que ha servido como testigo de la evolución de los costos y como un elemento para disciplinar empresarialmente al sector privado participante. La empresa pública contaría con el financiamiento suficiente y el gobierno (nacional y local) podrían mejorar la dotación de otros bienes públicos urbanos, como la expansión del metro, de las áreas verdes, del tratamiento de residuos sólidos y líquidos o bien ampliar la protección social no contributiva, otra forma de inclusión.

5.9 Conclusiones

El uso de los automóviles, el uso del espacio público vial y el consumo de combustibles fósiles es muy desigual en Santiago, concentrándose en los quintiles IV y V. El patrón de consumo, no obstante, se está expandiendo con rapidez en los quintiles I, II y III. Esto subraya la importancia de aumentar la calidad del transporte público a fin de mitigar las emisiones locales y la contribución al cambio climático del transporte privado en la ciudad de Santiago. La concentración del consumo en los quintiles altos evidencia también su responsabilidad en las generación de externalidades para el conjunto de la población y la recepción de un subsidio a la infraestructura vial que ocupan. Al paso de las décadas y del crecimiento del ingreso esperado, la generación de externalidades irá generalizándose.

Por ello se analizó una reforma fiscal basada en el aumento de la carga tributaria sobre el costo de uso de los vehículos privados para que mediante el consiguiente cambio de precios relativos se pudiera alcanzar una contribución paritaria a la que se pide a la nación, de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en 20 por ciento entre el 2012 y el 2030, que en el caso de Chile va entre el 2006 y el 2020. La política económica, para ser efectiva en la reducción de emisiones buscada implica al 2030 un aumento de 150 % en los costos de 2011 de uso del transporte privado

La política de cambio de precios relativos mediante la política fiscal ambiental muestra sus límites, pues no logra alcanzar plenamente la reducción del 20 % en el periodo considerado, a pesar del importante aumento. Bajo el escenario de mayor alza (E_5) construido con base en la metodología de Engle y Granger (EG) el objetivo de reducir 20% las emisiones con respecto a la línea de base implica reducir también la tasa anual de crecimiento de las emisiones. Esta tasa quedó una décima porcentual por arriba del objetivo lográndose una reducción de sólo 18% con respecto a la las emisiones del escenario tendencial. En el escenario equivalente elaborado con la metodología de Johansen (MJ), con alzas de costos equivalentes, el resultado estuvo más lejos del objetivo buscado, 16% de reducción frente a las emisiones del escenario tendencial y la tasa de crecimiento anualizada quedó tres décimas por arriba de la necesaria para lograr la meta. La

mejora del transporte público analizada se basó en EG, aunque los resultados del análisis previo se reportan para las dos metodologías.

El escenario considerado (E_5) llevaría los impuestos y los precios de los combustibles fósiles a niveles comparables a los de sus socios más adelantados en materia fiscal en la OCDE. Sólo en los últimos años del periodo bajo consideración los precios estarían por arriba de la franja superior de la OCDE. Es probable, no obstante, que conforme se afiance la lucha contra el calentamiento global, esa franja evolucione al alza en el tiempo.. El aumento no deja el ámbito de lo razonable considerando que se aplica muy gradualmente a lo largo de 19 años, lo que permite el ajuste de la población a la nueva señal de precios.

En el escenario analizado los consumos de gasolina y diesel bajan de manera importante, y por tanto el consumo de kilómetros recorridos, reduciendo así las emisiones, el desgaste de la infraestructura y la congestión, externalidades cuyo valor monetario se logra internalizar plenamente con la reforma, dando a ésta un carácter recaudatorio importante y no solamente para la internalización pigouviana. Si bien los costos externos son elevados, lograr el objetivo nacional de aportar a la reducción del 20% en las emisiones, va más allá del valor de las externalidades identificadas, restaura un nivel considerable de bienestar y genera un efecto recaudatorio importante.

El peso de la reforma fiscal se matizó considerando su neutralización para los quintiles I a III a fin de evitar efectos sobre la pobreza, para reconocer la relativamente menor contribución a la emisión de contaminantes y a la congestión, las disparidades en la distribución del ingreso y a fin de dar espacio a la satisfacción de expectativas de progreso, que incluyen el acceso a la motorización. La recaudación neta es mucho más modesta que la recaudación bruta, y representa, en el escenario considerado 1.7% del PIB de la Región Metropolitana con base en la metodología EG (y de 1.3% con base en MJ).

Hecho lo anterior, se analizó el potencial de mejora del transporte público a partir de los recursos adicionales obtenidos. Este cambio apuntó a mejorar tanto la comodidad del transporte público acercando el espacio disponible por pasajero en los buses, al espacio disponible en el habitáculo

de un vehículo privado, objetivo que una vez alcanzado permite la mejora de la velocidad al aplicar los recursos a la ampliación de los carriles confinados con estaciones de prepago, segundo factor de competencia con relación al transporte privado. El objetivo de la ampliación del espacio en buses a nivel comparable con los autos se lograría entre el año 3 y 4 de la reforma bajo el escenario considerado, a partir del cual la inversión se puede aplicar también a la infraestructura.

De este modo, el documento permite sopesar los cambios necesarios y la viabilidad de lograr, mediante una reforma fiscal ambiental encaminada al encarecimiento de los costos de uso del transporte privado a los sectores de mayor ingreso hasta lograr contribuir al objetivo nacional de reducir en 20% las emisiones de CO2 equivalente. Y también evaluar el potencial de mejora del transporte público en Santiago para ofrecer, al tiempo que se restringe el uso de los autos mediante una política de precios, un bien sustituto tanto en comodidad como en velocidad de operación del sistema. La reforma considerada puede lograr importantes avances con relación a los dos objetivos centrales.

Sin embargo la reforma es limitada en su alcance. No lograría frenar el crecimiento estructural de la tasa de motorización mediante el cambio de los precios relativos. Apenas aumentaría el nivel de ingreso necesario para retrasar algunos años la tasa de motorización de saturación, en torno al 87% de tenencia vehicular. El nivel de motorización se mantendría, como en la actualidad, dentro de la franja de crecimiento exponencial. La política de precios, vista la baja elasticidad precio de la demanda de combustibles fósiles y las altas elasticidades consumo de fósiles y compra de autos con relación al ingreso, y a la dinámica de expansión urbana sugiere la conveniencia de complementar las medidas analizadas con medidas complementarias, normativas o económicas, que reduzcan el aumento del parque vehicular, fundamentalmente. Dicho de otro modo, la política de precios, aunque limitada, es importante como señal de largo plazo para un desarrollo más sostenible, y tanto mejor si se acompaña de otras medidas.

Por ello, el nexo entre cambio de precios relativos al transporte privado y la aplicación de la recaudación adicional obtenida a la mejora del transporte público son objetivos insolubles. La reforma fiscal sola, apenas retrasaría los efectos de las fuerzas subyacentes en la motorización

privada, la contaminación, la congestión y las externalidades asociadas. La sola mejora del transporte público sería onerosa y posiblemente inviable a la escala necesaria sin una reforma fiscal de consideración. La combinación de ambos aspectos resulta complementaria y ofrece una posibilidad, incierta si la determinación flaqueara, de generar gradualmente una opción de movilidad mediante transporte público de calidad que resulta más eficiente en términos del uso del espacio público vial, equitativa en su financiamiento, de menor costo de operación, inclusiva socialmente y ciertamente de mayor calidad ambiental. El vínculo entre objetivos sentaría un precedente en materia de articulación de políticas nacional y urbana y de transferencia de recursos entre movilidad privada y pública.

La recaudación adicional, como se señala en el texto se aplicó a la creación de un bien sustituto del transporte privado: un transporte público urbano de calidad superior. Sin embargo la reforma fiscal propuesta, una vez satisfecho el objetivo podría contribuir a la creación de otros servicios públicos de calidad sean de infraestructura, como la disposición adecuada y tratamiento de residuos sólidos y líquidos de la ciudad, o bien para la expansión de la protección social con un enfoque de derechos (protección social universal no contributiva). En todo caso, se ha podido establecer una relación entre tributación basada en objetivos ambientales y una política social basada en infraestructura de movilidad, más inclusiva y más equitativa y por tanto que favorece la cohesión social y la convicción democrática.

El documento construye una metodología que podría ser aplicada a otras ciudades, si como Santiago, cuenta con la información. Chile es desde el punto de vista de la información un caso destacado, pues cuenta con información, rica, indispensable para un análisis como el aquí realizado. Esto subraya la importancia que tiene para el diseño de políticas públicas de mejor calidad contar con información de buena calidad, como lo hace Chile a través de sus diversas instancias, el Instituto Nacional de Estadística, la Secretaría de Planificación del Transporte, etc.

No se han abordado temas que podrían ser materia de futuras investigaciones, como por ejemplo el grado de ampliación de la cobertura de protección social con los recursos remanentes de la reforma, la mejora en el sector externo neta producto de la mitigación de importaciones para la movilidad privada y del concomitante aumento de la oferta de transporte público; el precio

implícito de la tonelada de carbono en la reforma, la asociación específica de contaminantes locales a globales en la Región Metropolitana; el costo de transformar el actual sistema de pago en buses para pasarlo a las estaciones confinadas; la compensación de esta reforma fiscal con la reducción de impuestos tradicionales (a la renta, al valor agregado, etc.) para una reforma fiscalmente neutra, como otra forma de compensar la recaudación; la compensación de las externalidades por vulnerabilidad en la región metropolitana; el monto de subsidio que recibe el automovilista a través del gasto público, la obtención de la meta mediante normas para el cambio de combustibles (gas natural) y los costos asociados, etc., y por supuesto, las comparaciones internacionales en tributación, gasto, internalización, inversión en transporte público según nivel de ingreso, etc. Pero, esas son limitaciones que la investigación debe aceptar.

“.....Me dijo que su libro se llamaba el Libro de Arena, porque ni el libro ni la arena tienen ni principio ni fin.” (Borges)

....este, en cambio, sí.

5.10 Anexo 5.1: Tasa de crecimiento anualizado de una variable

$X_1 = X_0 (1 + g)$ donde g es la tasa de crecimiento

Si la tasa de crecimiento es constante, entonces

$X_2 = X_1 (1 + g)$, y si X_1 es $X_0(1 + g)$, entonces

$X_2 = X_0(1 + g)(1 + g)$, lo que es igual a $X_0(1 + g)^2$

Por tanto

$$X_t = X_0(1 + g)^t$$

Despejando g

$$\frac{X_t}{X_0} = (1 + g)^t$$

Sacando raíz de t

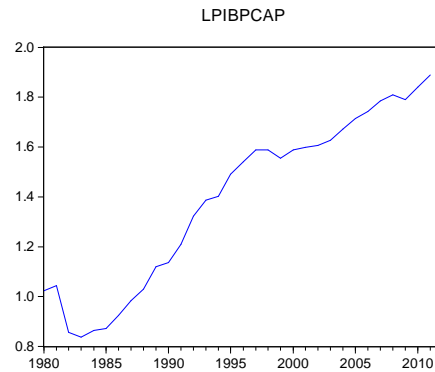
$$\left(\frac{X_t}{X_0}\right)^{\frac{1}{t}} = (1 + g)^{\frac{1}{t}}$$

$$\left(\frac{X_t}{X_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1 = g$$

5.11 Anexo2: Resultados del Análisis Econométrico

1.-Pruebas sobre las series

Gráfico 5.28. Logartimo natural del PIB de la RM (lpibcap)



El gráfico de correlograma en niveles muestra no estacionariedad y estacionariedad en primera diferencia. La prueba de raíz unitaria ADF muestra en niveles que no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria. En primera diferencia con intercepto y tendencia muestran que la raíz unitaria se puede rechazar con 95% de certidumbre. Se obtiene el mismo resultado con la prueba de Phillips-Perrón y con la prueba KPSS no se rechaza la hipótesis nula de estacionariedad.

Tabla 1.-Prueba KPSS

Hipotesis nula: $D(LPIBPCAP)$ es estacionaria

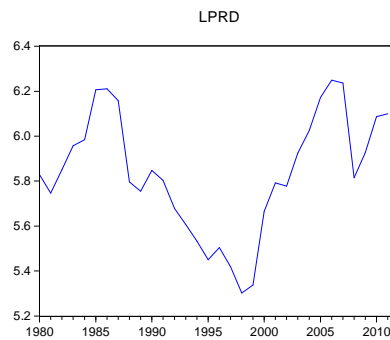
Exogena: Constante, Tendencia Linear

Ancho de banda: 3 (Newey-West usando Bartlett kernel)

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin estadístico de la prueba	0.128159
Valores críticos asintóticos *:	
Al 1%	0.216000
Al 5%	0.146000
Al 10%	0.119000
*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992, Tabla 1)	
HAC varianza corregida variance (Bartlett kernel)	0.003923

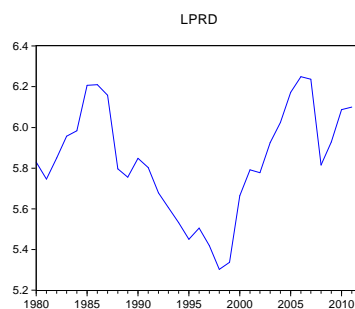
Las descripción estadística da un crecimiento promedio de 1.4 por ciento con una desviación estándar de 0.34% con una distribución no normal.

Gráfico 5.29. Log del precio relativo de la gasolina (lprg)



El gráfico de correlograma en niveles muestra no estacionariedad y estacionariedad en primera diferencia. La prueba de raíz unitaria ADF muestra en niveles que no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria. En primera diferencia con intercepto y tendencia muestran que la raíz unitaria se puede rechazar con 90% de certidumbre. Se obtiene el mismo resultado con la prueba de Phillips-Perrón y con la prueba KPSS no se rechaza la hipótesis nula de estacionariedad con 90% de certidumbre. Las descripción estadística da un crecimiento promedio de 5.8 por ciento con una desviación estándar de 0.26% con una distribución normal.

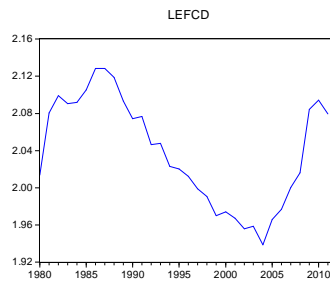
Gráfico 5.30. Log del precio relativo del diesel (lprd)



El gráfico de correlograma en niveles muestra no estacionariedad y estacionariedad en primera diferencia. La prueba de raíz unitaria ADF muestra en niveles que no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria. En primera diferencia con intercepto y tendencia muestran que la raíz unitaria se puede rechazar con 90% de certidumbre. Se obtiene el mismo resultado con la prueba de Phillips-Perrón y con la prueba KPSS no se rechaza la hipótesis nula de estacionariedad con 90%

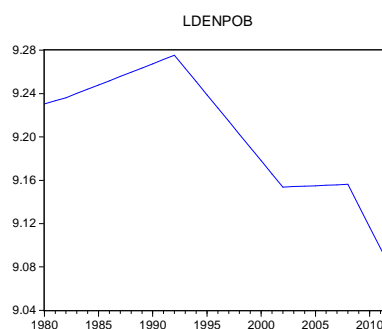
de certidumbre. Las descripción estadística da un crecimiento promedio de 5.8 por ciento con una desviación estándar de 0.27% con una distribución normal.

Gráfico 5.31. Logaritmo de la eficiencia vehicular en ciudad (lefcf).



El gráfico de correlograma en niveles muestra no estacionariedad y estacionariedad en primera diferencia. La prueba de raíz unitaria ADF muestra en niveles que no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria. En primera diferencia con intercepto y tendencia muestran que la raíz unitaria se puede rechazar con 90% de certidumbre. Se obtiene el mismo resultado con la prueba de Phillips-Perrón y con la prueba KPSS no se rechaza la hipótesis nula de estacionariedad con 90% de certidumbre. Las descripción estadística da un crecimiento promedio de 2.08 por ciento con una desviación estándar de 0.05% con una distribución no normal.

Gráfico 5.32. Logaritmo natural de la densidad poblacional (ldenpob)



El gráfico de correlograma en niveles muestra no estacionariedad, no estacionariedad en primera diferencia y estacionariedad en segunda diferencia. La prueba de raíz unitaria ADF muestra en niveles que no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria ni en primera diferencia. En segunda

diferencia, con intercepto y tendencia, muestran que la raíz unitaria se puede rechazar. Se obtiene el mismo resultado con la prueba de Phillips-Perrón. Con la prueba KPSS no se rechaza la hipótesis nula de estacionariedad con 90% de certidumbre tanto en primera como en segunda diferencia. Las descripción estadística da un crecimiento promedio de 9.2 por ciento con una desviación estándar de 0.05% con una distribución no normal.

Metodología econométrica general

Pruebas OLS/Engle y Granger.

- 1.-Se hicieron las pruebas a las series de orden de integración (correlogramas y raíz unitaria)
- 2.-Se especificó el modelo para obtener parámetros y su significancia.
- 3.-Se hicieron las pruebas a los residuos de raíz unitaria (se creó la serie de los “residuos” del modelo). Se hicieron las pruebas de cointegración.
- 4.-Se creó el modelo de corrección de errores.
- 5.-Se probó la especificación del modelo (estabilidad, autocorrelación, heterocedasticidad, normalidad).

Pruebas en Johansen

- 1.-Se corrió el modelo como VAR
- 2.-Se hizo la prueba de cointegración de Johanssen.
- 3.-Se estimó el vector de corrección de errores.
- 4.-Se probó la especificación del VAR (estabilidad, autocorrelación, heterocedasticidad y normalidad).

Al estimar los coeficientes de cointegración con MCOs, se las H_0 corresponden a parámetros no significativos o estadísticamente iguales a 0.

2.-Variaciones (en formato E-Views) en la Especificación de los modelos utilizados

El consumo de gasolina.

Eficiencia: La eficiencia total fue no significativa en la especificación inicial. Se probó la eficiencia en ciudad ($l_{cg} c \quad l_{pibpcap} \quad l_{prg} \quad \mathbf{lefcd} \quad l_{denpob}$), que tampoco resulta significativa y cuyo coeficiente cambia de signo y pasa a ser positivo. Se probó la eficiencia en carretera ($ls \quad l_{cg}$

c lplibpcap lprg lefhwy ldenpob) que resulta no significativa y positiva. Se probó la eficiencia rezagada (ls lcg c lplibpcap lprg lefhwy(-1) ldenpob), que tampoco es significativa. Se eliminó, por tanto, la eficiencia de la especificación. Se probó el consumo per cápita (ls lcgpcap c lplibpcap lprg lefhwy ldenpob), que tampoco resultó pues la eficiencia no fue significativa. Al eliminar la eficiencia, los coeficientes se tornaron significativos y con el signo correcto.

Se consideró un modelo plausible EG (ls lcgpcap c lplibpcap lprg ldenpob) (modelo 1 en E.Views). Se probó con el ingreso total que resultó en coeficientes más cercanos a los de la literatura (modelo 2). Los distintos modelos muestran distintos factores que componen la riqueza, como el ingreso (PIB), la tenencia de autos (numautos) y la capacidad de compra de inmuebles (densidad): LS LCG C LPIBPCAP LPRG LDENPOB.

Tabla 2.-Prueba de especificación para el consumo de gasolina

Variable Dependiente: LCG, Método: MCO, Fecha: 08/13/13 Hora: 08:43, Muestra (adjusted): 1980 2011, Observaciones: 32 después de ajustes.

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	31.63332	4.585124	6.899120	0.0000
LPIBPCAP	0.795178	0.051138	15.54963	0.0000
LPRG	-0.285008	0.063091	-4.517425	0.0001
LDENPOB	-1.857707	0.460853	-4.031018	0.0004
R-squared	0.975697	Mean dependent var		13.88580
Adjusted R-squared	0.973093	S.D. dependent var		0.323106
S.E. of regression	0.053000	Akaike info criterion		-2.920567
Sum squared resid	0.078653	Schwarz criterion		-2.737350
Log likelihood	50.72908	Hannan-Quinn criter.		-2.859836
F-statistic	374.7040	Durbin-Watson stat		1.427882
Prob(F-statistic)	0.000000			

La especificación anterior (lcg c pibpcap lprg ldenpob) rinde un buen modelo explicativo del fenómeno, sin embargo incluye variables que no podemos modificar, como la densidad poblacional en la urbe.

Usando un modelo (LS LCG C LPIBPCAP LPRG) que devuelve al ingreso (PIB) su fuerza y considerando que sí se pueden modificar mediante la política tributaria los precios de los combustibles e ingreso, también se obtiene un resultado robusto como se muestra a continuación.

Tabla 3.-Prueba de especificación para el consumo de gasolina

Variable Dependiente: LCG, Método: MCO, Fecha: 08/13/13 Hora: 08:50, Muestra (ajustada): 1980 2011, Observaciones: 32 después de ajustes.

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.17778	0.307037	42.91916	0.0000
LPIBPCAP	0.956454	0.039342	24.31105	0.0000
LPRG	-0.101186	0.053856	-1.878819	0.0704
R-squared	0.961593	Mean dependent var		13.88580
Adjusted R-squared	0.958944	S.D. dependent var		0.323106
S.E. of regression	0.065468	Akaike info criterion		-2.525437
Sum squared resid	0.124297	Schwarz criterion		-2.388024
Log likelihood	43.40699	Hannan-Quinn criter.		-2.479888
F-statistic	363.0359	Durbin-Watson stat		1.080729
Prob(F-statistic)	0.000000			

La flota vehicular es un proxy muy cercano al ingreso y su parámetro de respuesta es muy similar al del propio ingreso, como se puede ver en este ejercicio.

Tabla 4.-Prueba de especificación para el consumo de gasolina

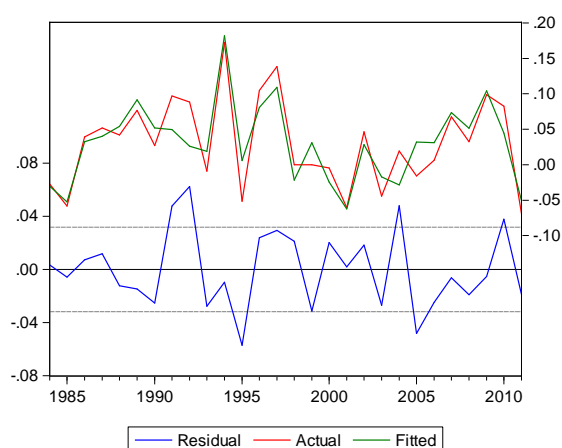
Variable Dependiente: LCG, Método: MCO, Fecha: 08/13/13 Hora: 09:06, Muestra (ajustada): 1980 2011, Observaciones: 32 después de ajustes.

C	6.060466	0.251337	24.11294	0.0000
LPRG	-0.173137	0.040751	-4.248712	0.0002
LNUMAUT	0.662462	0.019894	33.29896	0.0000
R-squared	0.979071	Mean dependent var		13.88580
Adjusted R-squared	0.977628	S.D. dependent var		0.323106
S.E. of regression	0.048328	Akaike info criterion		-3.132543

Sum squared resid	0.067733	Schwarz criterion	-2.995131
Log likelihood	53.12070	Hannan-Quinn criter.	-3.086995
F-statistic	678.3214	Durbin-Watson stat	1.393535
Prob(F-statistic)	0.000000		

El modelo de corrección de errores nos da el siguiente ajuste:

Gráfico 5.33. Ajuste del modelo de corrección de errores del consumo de gasolina.



El modelo de corrección de errores del consumo de gasolina.

Tabla 5.-Prueba de especificación para el consumo de gasolina

Variable Dependiente: LCG, Método: MCO, Fecha: 08/13/13 Hora:17:51, Muestra (ajustada): 1984 2011, Observaciones: 28 después de ajustes

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.032074	0.006708	4.781551	0.0001
DLPRG	-0.288828	0.062055	-4.654396	0.0001
DLCG(-3)	0.349600	0.113641	3.076343	0.0053
RESIDMOD2(-1)	-0.954035	0.159368	-5.986352	0.0000
DDLLENPOB(-1)	-2.387164	1.218164	-1.959640	0.0623
R-squared	0.780689	Mean dependent var	0.030420	
Adjusted R-squared	0.742548	S.D. dependent var	0.062740	
S.E. of regression	0.031834	Akaike info criterion	-3.896128	

Sum squared resid	0.023308	Schwarz criterion	-3.658234
Log likelihood	59.54579	Hannan-Quinn criter.	-3.823401
F-statistic	20.46844	Durbin-Watson stat	2.276310
Prob(F-statistic)	0.000000		

Prueba de normalidad del MCE2: no se rechaza H0 de normalidad.

Gráfico 5.34. Prueba de normalidad del modelo de corrección de errores

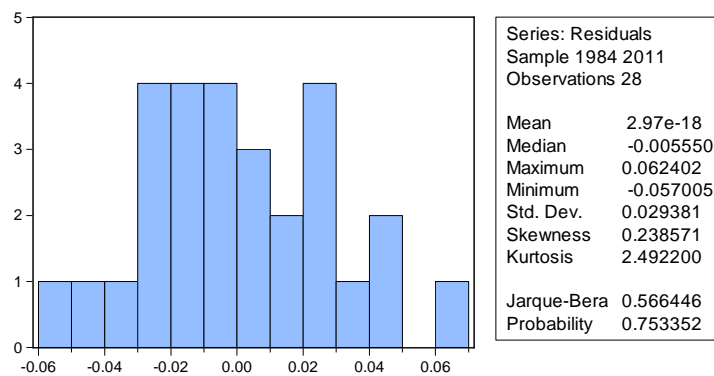


Tabla 6.-Prueba heterocedasticidad (ARCH). No se rechaza la Ho0 de homocedasticidad.

F-statistic	1.558211	Prob. F(1,25)	0.2235
Obs*R-squared	1.584131	Prob. Chi-Square(1)	0.2082

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 08/13/13 Time: 18:05

Sample (adjusted): 1985 2011

Included observations: 27 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000659	0.000257	2.560364	0.0169
RESID^2(-1)	0.240257	0.192470	1.248283	0.2235
R-squared	0.058672	Mean dependent var		0.000863
Adjusted R-squared	0.021018	S.D. dependent var		0.001042
S.E. of regression	0.001031	Akaike info criterion		-10.84460

Sum squared resid	2.66E-05	Schwarz criterion	-10.74862
Log likelihood	148.4021	Hannan-Quinn criter.	-10.81606
F-statistic	1.558211	Durbin-Watson stat	1.932560
Prob(F-statistic)	0.223492		

Prueba de correlación serial Geodfrey con H0 de no correlación serial no se rechaza.

Tabla 7.-Modelo de consumo de gasolina descartado 1

Dependent Variable: LCGPCAP, Method: Least Squares, Date: 08/24/13 Time: 19:51, Sample (adjusted): 1980 2011, Included observations: 32 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	17.19502	3.425915	5.019101	0.0000
LPIBPCAP	0.003891	0.126404	0.030781	0.9757
LPRG	-0.399244	0.045235	-8.825967	0.0000
LDENPOB	-1.876858	0.347340	-5.403514	0.0000
LEFCD	-0.260404	0.157682	-1.651450	0.1112
LPRA	-0.111916	0.055918	-2.001422	0.0563
LNUMAUT	0.150524	0.091483	1.645366	0.1124

Tabla 8.-Modelo de consumo de gasolina descartado 2 (EG).

Dependent Variable: LCGPCAP, Method: Least Squares, Date: 08/24/13 Time: 20:10, Sample (adjusted): 1980 2011, Included observations: 32 after adjustments.

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.935214	0.268582	-3.482039	0.0017
LPIBPCAP	0.326072	0.076693	4.251663	0.0002
LPRG	-0.159573	0.046904	-3.402125	0.0020
PRA	-0.000780	0.000228	-3.429407	0.0019

Precio relativo de los autos equivale a cero. Muy baja elasticidad consumo del ingreso

Tabla 9.-Modelo de consumo de gasolina descartado 3 (EG)

Dependent Variable: LCGPCAP, Method: Least Squares, Date: 08/24/13 Time: 20:40, Sample (adjusted): 1980 2011, Included observations: 32 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	17.43652	3.413635	5.107903	0.0000
LPIB	0.160960	0.034711	4.637133	0.0001
LPRG	-0.395760	0.047595	-8.315149	0.0000
PRA	-0.000517	0.000151	-3.417140	0.0020
LDENPOB	-2.090388	0.329788	-6.338581	0.0000
R-squared	0.966393	Mean dependent var		-1.625665
Adjusted R-squared	0.961414	S.D. dependent var		0.185165
S.E. of regression	0.036372	Akaike info criterion		-3.647412
Sum squared resid	0.035720	Schwarz criterion		-3.418391
Log likelihood	63.35859	Hannan-Quinn criter.		-3.571498
F-statistic	194.1009	Durbin-Watson stat		2.262445
Prob(F-statistic)	0.000000			

Tabla 10.-Modelo de consumo de gasolina descartado 4 (EG)

Dependent Variable: LCG, Method: Least Squares, Date: 08/24/13, Time: 21:18, Sample (adjusted): 1980 2011, Included observations: 32 after adjustments.

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	31.63332	4.585124	6.899120	0.0000
LPIBPCAP	0.795178	0.051138	15.54963	0.0000
LPRG	-0.285008	0.063091	-4.517425	0.0001
LDENPOB	-1.857707	0.460853	-4.031018	0.0004
R-squared	0.975697	Mean dependent var		13.88580
Adjusted R-squared	0.973093	S.D. dependent var		0.323106
S.E. of regression	0.053000	Akaike info criterion		2.920567
Sum squared resid	0.078653	Schwarz criterion		2.737350
Log likelihood	50.72908	Hannan-Quinn criter.		2.859836
F-statistic	374.7040	Durbin-Watson stat		1.427882
Prob(F-statistic)	0.000000			

Modelo de Consumo de Diesel Descartado (EG).

Previamente a la adopción de la especificación con la que se trabajó, se consideró una especificación con base en la hipótesis donde el consumo de diesel también responde a la menor densidad urbana, la mayor población de autos, y al precio tanto de los autos como de la gasolina, debido al efecto de elasticidades cruzadas de bienes sustitutos, pues a mayores precios de aquellos, el diesel compensa las restricciones de los mayores precios de gasolina y autos.

El diesel mitiga el mayor costo de uso de los autos a gasolina. A su vez, a mayor número de autos induce mayor consumo de ambos combustibles, y a mayor extensión urbana se aparece un mayor combustible para el transporte público a diesel, para la flota privada a diesel y para el transporte de mercancías en la urbe. La hipótesis es atractiva, y el resultado econométrico es coherente, pero en la proyección el resultado económico no resultó creíble, pues dada la magnitud de las respectivas elasticidades se obtenía una sobrecompensación del consumo de gasolina por el de diesel, resultando en un aumento de las emisiones, en lugar de su disminución. El modelo especificado bajo la hipótesis arriba descrita fue: $CD = \beta + \beta_1 PIBP/CAP - \beta_2 PRD + \beta_3 PRG + \beta_4 PRA + \beta_5 NUMAUT/CAP - \beta_6 DENPOB + v$.

El resultado econométrico de largo plazo fue:

$$LCD = 0.69LPIBPCAP - 0.52LPRD + 0.56LPRG + 0.49LPRA + 1.13LNUMAUTPCAP + 1.32LDENPOB$$

Se procedió a crear la serie de residuos para el análisis de cointegración mediante pruebas de raíz unitaria sobre la serie de residuos (ADF, PP y KPSS) que permitieron rechazar la presencia de raíz unitaria, y probar que las series cointegran. Se construyó el Modelo de Corrección de Errores²⁵⁵ (MCE), al que se añadió una dummy para el año 1997, con base en el ajuste observado. Sobre los residuos se hicieron las pruebas de normalidad, heterocedasticidad, correlación serial y estabilidad. Econométricamente el modelo resultó viable para su uso. El MCE se depuró como:

$$DLCD = 0.39DLCD(-1) - 0.17DLPRD + 0.37DLPRG(-1) + 0.90DLNUMAUTPCAP - 0.45DLNUMAUTPCAP(-1) - 0.36RESID_D_2(-1) + 0.07D97$$

Las significancias y sus probabilidades se muestran abajo.

²⁵⁵ Con el residuo despejado y rezagado, del modelo de largo plazo: residmod_cd2(-1).

Tabla 11.-Modelo de diesel descartado

Dependent Variable: DLCD, Method: Least Squares, Date: 08/29/13 Time: 09:20, Sample (adjusted): 1982 2011, Included observations: 30 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLCD(-1)	0.390691	0.171467	2.278517	0.0323
DLPRD	-0.166096	0.066044	-2.514919	0.0193
DLPRG(-1)	0.366471	0.095635	3.831996	0.0009
DLNUMAUTPCAP	0.896629	0.190534	4.705867	0.0001
DLNUMAUTPCAP(-1)	-0.445650	0.212747	-2.094746	0.0474
RESID_D_2(-1)	-0.362761	0.168303	-2.155401	0.0418
D97	0.067400	0.053008	1.271508	0.2163
R-squared	0.646561	Mean dependent var		0.037518
Adjusted R-squared	0.554360	S.D. dependent var		0.074424
S.E. of regression	0.049683	Akaike info criterion		-2.965356
Sum squared resid	0.056773	Schwarz criterion		-2.638410
Log likelihood	51.48034	Hannan-Quinn criter.		-2.860763
Durbin-Watson stat	1.655050			

VAR/VEC (MJ) *descartados* para el consumo de diesel.

Se agruparon las variables de ingreso, precios y eficiencia (pibpcap, prd, prg, pra y ef) como regresores, se corrió el VAR y se hizo el análisis de cointegración. Tras depurar el VAR con base en la significancia de los regresores, la especificación de largo plazo resultó económicamente adecuada. sin embargo la elasticidad consumo de diesel de la eficiencia vehicular no es creíble económicamente por ser superior a uno (un aumento de 1% en la eficiencia vehicular reduce en 1.3% el consumo de diesel):

Tabla 12.-Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses):

	LCD	LPIBPCAP	LPRD	LEFTOT
	1.000000	-1.077452	0.230266	1.314559
		(0.07405)	(0.08350)	(0.71479)

Del proceso VEC resultaron dos modelos, uno de ellos bordea la significancia al 10 por ciento para el precio relativo del diesel, lo que pone en riesgo su credibilidad, como se ve en seguida, y por ello se descartó.

Tabla 13.-Modelo VEC descartado

Dependent Variable: DLCD. Method: Least Squares, Date: 08/30/13 Time: 12:31, Sample (adjusted): 1984 2011, Included observations: 28 after adjustments

C	0.006818	0.013660	0.499152	0.6222
DLPIBPCAP(-1)	1.025206	0.290540	3.528618	0.0017
DLPRD	0.108030	0.064132	-1.684492	0.1050
RESID_VEC_D(-1)	0.439189	0.131265	-3.345819	0.0027
R-squared	0.647755	Mean dependent var		0.040032
Adjusted R-squared	0.603724	S.D. dependent var		0.074178
S.E. of regression	0.046695	Akaike info criterion		-3.158781
Sum squared resid	0.052331	Schwarz criterion		-2.968466
Log likelihood	48.22293	Hannan-Quinn criter.		-3.100600
F-statistic	14.71147	Durbin-Watson stat		2.223161
Prob(F-statistic)	0.000012			

La variación de los precios del diesel no tiene efectos en el corto plazo en esta especificación

5.12 Anexo 3: variables en E-views

C	LCD	PG
CD	LCDPCAP	PIB
CDPCAP	LCG	PIBPCAP
CG	LCGPCAP	POB
CGPCAP	LDENPOB	PRA
D94	LEFCD	PRD
D97	LEFHWHY	PRG
DATOS_MODELOS	LEFTOT	RESID
DDLLENPOB	LIPC	RESID01
DENPOB	LNUMAUT	RESID02
DLCD	LNUMAUTPCAP	RESID03
DLCDPCAP	LPIB	RESID04
DLCG	LPIBPCAP	RESID05
DLCGPCAP	LPRA	RESID06
DLLENPOB	LPRD	RESID_AUT_2
DLEFCD	LPRG	RESID_D_2
DLEFHWHY	MCE_AUT_2	RESID_VEC_A
DLEFTOT	MCE_D_2	RESID_VEC_D
DLNUMAUT	MODELD_1	RESID_VEC_G
DLNUMAUTPCAP	MODELD_2_C_TODO	RESIDCGMOD5
DLPIB	MODELG_5_YPDENAU	SUP
DLPIBPCAP	TPCAP	VAR_A
DLPRA	MODELG_MCE_5	VAR_D
DLPRD	MODELO_AUTOS_2	VAR_G
DLPRG	NUMAUT	VAR_G_SIMPLE_MOD_
EFCD	NUMAUTPCAP	2 VECM_A
EFHWHY	OBSID	VECM_D
EFTOT	PAUT	VECM_D_PROV
IPC	PD	VECM_G

5.13 Anexo 4: Valor de externalidades en Santiago según Perry y Strand 2011 e impuestos pigouvianos

Table 1. Benchmark Data and Parameter Assumptions

Data and Parameter Values	Automobiles	Trucks
Initial fuel consumption, million gallons	819.02	898.28
Initial fuel economy, miles/gallon	30.00	8.00
Vehicle miles, billion	24.57	7.19
Initial retail fuel price, \$/gallon	4.27	3.17
Initial fuel tax, \$/gallon	1.46	0.37
Fuel tax revenue, \$billion	1.19	0.33
Externalities from fuel combustion, \$/gallon		
local tailpipe emissions (varying with fuel use)	0.29	0.18
Carbon	0.18	0.21
Externalities from driving, \$/vehicle mile		
local tailpipe emissions (varying with mileage)	0.02	0.07
congestion	0.04	0.10
accidents	0.06	0.07
noise	0.00	0.01
road damage	0.00	0.08
Fuel demand elasticity	-0.50	-0.50
Milage to fuel price elasticity	0.50	0.60
Fuel economy elasticity	0.25	0.20

Table 2. Corrective Tax Computations: Benchmark Parameter Values (Year 2006 Dollars)

	Gasoline	Diesel
Corrective fuel tax, \$/gal.	2.35	2.09
Contribution of:		
local tailpipe emissions	0.60	0.53
carbon	0.18	0.21
congestion	0.63	0.52
accidents	0.94	0.39
noise	0	0.03
road damage	0	0.40
Impact of corrective tax:		
Relative to year 2006 tax rate		
Percent reduction in fuel use	9.0	19.5
Percent increase in fuel economy	4.9	9.1
Percent increase in tax revenue	46.8	352.3
Welfare gain, \$ million	33.2	150.2
Relative to zero tax rate		
Percent reduction in fuel use	26.2	24.4
Welfare gain, \$ million	229.3	222.3

costos externos evitados																						
costos externos por combustión								costos externos por conducción														
	local g	carbono g	local g	carbono g	local d	carbono d	local d	carbono d	congestión g	congestión g	congestión d	congestión d	emision g	emision g	emision d	emision d	accidentes g	accidentes g	accidentes d	accidentes d	total	total
	EG	EG	MJ	MJ	EG	EG	MJ	MJ	EG	MJ	EG	MJ	EG	MJ	EG	MJ	EG	MJ	EG	MJ	EG	MJ
2012	1,409	875	1,600	993	731	853	982	529	15,662,175	17,778,109	13,089,845	8,118,037	4,735,351	5,375,090	13,851,688	8,590,515	14,206,054	16,125,269	11,872,875	7,363,299	73,421,856	63,354,424
2013	3,210	1,992	3,201	1,987	1,534	1,790	1,271	684	35,575,803	35,575,803	27,474,796	10,501,337	10,784,934	10,756,101	29,073,858	11,112,526	32,254,802	32,268,302	24,920,449	9,525,023	160,193,168	109,746,235
2014	5,014	3,112	4,816	2,989	2,403	2,803	2,134	1,149	53,519,951	53,519,951	43,022,871	17,637,615	16,846,101	16,181,391	45,526,848	18,664,143	50,538,304	48,544,174	39,023,013	15,997,836	248,490,420	170,556,199
2015	6,927	4,300	6,460	4,010	3,332	3,887	3,390	1,825	71,790,218	71,790,218	59,657,439	28,013,784	23,275,923	21,705,281	63,129,566	29,644,216	69,827,768	65,115,844	54,111,056	25,409,328	341,810,416	241,694,356
2016	8,937	5,547	8,148	5,057	4,320	5,040	4,924	2,651	90,545,829	90,545,829	77,345,292	40,690,660	30,027,287	27,375,912	81,846,869	43,058,900	90,081,860	82,127,736	70,154,460	36,907,628	440,025,440	320,727,446
2017	11,030	6,846	9,890	6,139	5,366	6,261	6,668	3,590	109,911,103	109,911,103	96,082,171	55,102,858	37,062,092	33,230,870	101,674,255	58,309,903	111,186,276	99,692,610	87,149,361	49,979,916	543,094,761	406,253,547
2018	13,214	8,202	11,696	7,260	6,473	7,551	8,583	4,622	129,980,552	129,980,552	115,890,215	70,928,517	44,400,162	39,298,731	122,635,148	75,056,632	133,200,486	117,896,193	105,115,841	64,334,256	651,257,845	497,527,041
2019	15,492	9,616	13,572	8,424	7,641	8,914	10,648	5,733	150,824,851	150,824,851	136,804,336	87,989,678	52,054,883	45,600,862	144,766,493	93,110,770	156,164,649	136,802,586	124,085,565	79,809,232	764,742,439	594,176,356
2020	17,869	11,091	15,522	9,634	8,873	10,352	12,851	6,920	172,501,900	172,501,900	158,872,215	106,200,341	60,039,384	52,154,770	168,118,746	112,381,313	180,118,153	156,464,309	144,101,783	96,326,840	883,800,367	696,074,400
2021	20,356	12,634	17,552	10,894	10,173	11,869	15,190	8,179	195,059,383	195,059,383	182,150,904	125,527,297	68,395,372	58,974,870	192,752,279	132,833,119	205,186,116	176,924,610	165,216,239	113,856,959	1,008,815,324	803,228,054
2022	22,957	14,249	19,665	12,206	11,545	13,469	17,664	9,511	218,538,170	218,538,170	206,704,262	145,970,548	77,136,232	66,073,521	218,734,668	154,466,188	231,408,697	198,220,562	187,486,859	132,399,590	1,140,071,107	915,727,624
2023	25,671	15,934	21,864	13,571	12,991	15,156	20,275	10,917	242,977,429	242,977,429	232,597,854	167,547,122	86,254,757	73,462,564	246,135,295	177,298,542	258,764,271	220,387,691	210,973,110	151,970,179	1,277,772,466	1,033,710,152
2024	28,502	17,691	24,152	14,991	14,516	16,935	23,027	12,399	268,412,923	268,412,923	259,903,204	190,291,079	95,768,710	81,152,811	275,029,845	201,366,221	287,206,129	243,458,434	235,739,868	172,599,618	1,422,238,323	1,157,355,656
2025	31,456	19,524	26,534	16,469	16,124	18,811	25,925	13,960	294,881,266	294,881,266	288,695,243	214,240,736	105,692,249	89,155,334	305,497,612	226,709,773	317,076,748	267,466,001	261,855,096	194,322,663	1,573,784,130	1,286,858,661
2026	34,551	21,446	29,012	18,007	17,819	20,789	28,975	15,602	322,419,071	322,419,071	319,050,605	239,443,775	116,093,340	97,481,201	337,619,688	253,379,656	348,280,021	292,443,602	289,388,304	217,182,563	1,732,945,635	1,422,441,464
2027	37,793	23,457	31,589	19,607	19,606	22,874	32,182	17,329	351,062,101	351,062,101	351,049,329	265,947,880	126,984,340	106,141,225	371,480,771	281,426,328	380,953,019	318,423,674	318,412,090	241,222,567	1,900,045,379	1,564,324,484
2028	41,173	25,555	34,270	21,271	21,490	25,072	35,554	19,144	380,849,524	380,849,524	384,774,860	293,807,546	138,341,820	115,147,248	407,169,164	310,907,456	415,025,460	345,441,745	349,002,140	266,492,105	2,075,276,257	1,712,755,863
2029	44,699	27,744	37,056	23,000	23,475	27,387	39,096	21,052	496,752,511	411,817,953	420,310,643	323,078,970	150,189,724	124,510,341	444,773,167	341,882,508	450,569,171	373,531,023	381,234,143	293,042,150	2,343,952,663	1,867,983,150
2030	48,376	30,026	39,953	24,798	25,566	29,827	42,816	23,055	537,616,022	444,006,558	457,747,787	353,820,054	162,544,527	134,242,345	484,389,193	374,412,755	487,633,580	402,727,036	415,190,736	320,925,219	2,545,255,639	2,030,264,589
total mitig	418,635	259,842	356,550	221,307	213,978	249,641	332,156	178,853	4,138,880,782	3,962,452,695	3,831,223,869	2,744,857,835	1,406,627,188	1,198,020,467	4,054,205,152	2,904,611,466	4,219,881,565	3,594,061,401	3,475,032,987	2,489,666,971	38,021,753,340	76,043,088,045

5.14 Anexo 5: Valor de las externalidades evitadas en Santiago por consumo y conducción por efecto del Escenario 5, de reducción de 20% de las emisiones (EG y MJ).

Fuente del IPC, Bureau of Labour Statistics para ajustar el valor del dólar reportado por Parry y Strand, 2006, a dólares del 2008.

Valores unitarios tomados de Parry y Strand 2011 transformados a litros y kilómetros.

Rendimiento: 8 km por litro.

5.15 Bibliografía

Balsells, Jordi (2004) “*Guía de Diseño de Aparcamientos*”. Cap. 3, Diseño Interior. Universidad Politécnica de Catalunya, Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. Barcelona, 2004. Disponible en <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3388/5/40870-5.pdf>.

Blanco, Brown, Pía Fernanda, Campos Rodríguez, Sebastián G. A. (2011) “*Comparación de Costos Operativos del Sistema Nuevo y Antiguo del Transporte Público de Santiago*”. Universidad de Chile, Facultad de Economía y Negocios, Escuela de Economía y Administración, Seminario de Título de Ingeniero Comercial, Mención Economía. Santiago de Chile.

Galindo, Luis Miguel (2003) “Short- and long-run demand for energy in Mexico: a cointegration approach”, *Energy Policy*, 33(9), 1179-1185.

Galindo, Luis Miguel; Samaniego, Joseluis; Alatorre, Eduardo; Ferrer, Jimy, Reyes, Orlando (2013) “*Reforma Fiscal Ambiental en América Latina: 8 tesis a debate*”. Unidad de Cambio Climático. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, CEPAL. En publicación, Santiago de Chile.

Johnston, J. y J. Dinardo (1997) “*Econometric Methods*”. Fourth Edition. McGraw Hill.

Parry, I. W. H. y J. Strand (2011) “International Fuel Tax Assessment: An Application to Chile”, Fiscal Affairs Department, **IMF Working Paper** WP/11/168, Washington.

PNUD (2012) “*Soluciones Sustentables: Escenarios Línea Base de Emisiones de GEI del Sector Transporte y Urbanismo*”. Informe Final, inédito.

Steer Davies Gleave (2012) “*Estrategia de Desarrollo Regional de la Región Metropolitana de Santiago Estrategia de Transporte – Etapa 1, Informe 1 corregido – Diagnóstico*”. Preparado para PNUD. Santiago de Chile.

Vasconcellos, Eduardo (2010) “Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad”. Corporación Andina de Fomento, Colombia.

Zegras, Christopher (2013) “Mainstreaming sustainable urban transport: putting the pieces together”. Urban Transport in the Developing World. EEG, 2013.

Fuentes de internet:

Computer Program to Calculate Emissions from Road Transport (COPERT IV), en <http://www.emisia.com/copert/General.html>, consultado el 5 de septiembre de 2013.

El Plan Regulador Metropolitano de Santiago de Chile 2013. “El Plan Regulador Metropolitano de Santiago de Chile o PMRS surgió como una iniciativa del *Ministerio de la Vivienda y Planificación Urbana* (Actual MINVU) con el propósito de establecer una normativa nueva para responder a la compleja y deteriorada situación de la Región Metropolitana de Santiago en lo relativo a la integración social, a su identidad, a su función y a su estructura urbana. El Plan inicial se aprobó en noviembre de 1994, conlleva el tratamiento unitario del problema territorial que va más allá del campo comunitario. Además, intenta generar una propuesta amplia e integradora donde los diferentes actores del desarrollo sean capaces de converger y participar en armonía y actuar de una forma responsable en sus respectivos espacios por el bienestar público.² Con 17 votos a favor y ocho en contra y una abstención luego de cuatro años de debate, el 30 de marzo de 2011 el Gobierno Regional de turno aprobó la modificación del Plan Regulador Metropolitano, que permitirá que Santiago crezca en 10 mil hectáreas.³ El contexto territorial donde se sitúa el Plan Metropolitano es el grupo de provincias y comunidades que se sitúan en la Región Metropolitana de Santiago. Su superficie es aproximadamente de 15.660 kilómetros cuadrados (2,13% del país) de

los cuales cerca del 85% corresponden a zonas montañosas y el otro 15% al valle de la cuenca hidrográfica del Río Maipo. [http://es.wikipedia.org/wiki/Plan_Regulador_Metropolitano_\(Chile\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Plan_Regulador_Metropolitano_(Chile)), expansión del 2011. 27 de julio de 2013.

<http://www.km77.com/00/nissan/leaf/2011/medidas-interiores.asp>,
<http://www.arpem.com/coches/coches/peugeot/3008/fotos/2009/peugeot-3008-dimensiones.jpg> y <http://www.km77.com/00/nissan/leaf/2011/medidas-interiores.asp>
Medidas interiores de autos. Consultada el 4 de noviembre de 2013.

IPCC. Factores de emisión en http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/ef_detail.php.
Consultado el 5 de septiembre de 2013.

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Subsecretaría de Transportes. Decreto 88 que Modifica el Decreto N° 140, DE 2009. 21-04-2011. Biblioteca del Congreso nacional de Chile. Consultado el 27 de octubre de 2011.
<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1024716>

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Subsecretaría de Transportes. Decreto 140, que Establece la Metodología para Determinar Mensualmente el Ajuste de Tarifas para el Sistema de transporte Público de la Provincia de Santiago y de las Comunas de San Bernardo y Puente Alto, Conforme a lo Dispuesto en el Artículo 14, Letra A), de la Ley N°20.378, que crea un Subsidio Nacional para el Transporte Público Remunerado de Pasajeros. 21-04-2011. Biblioteca del Congreso nacional de Chile. Consultado el 27 de octubre de 2011.
<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1011591&idParte=0&idVersion=>

Plan Regulador Metropolitano de Santiago 2008 en http://www.minvu.cl/opensite_20080421111026.aspx, página 5 del la “memoria” del Plan, consultado el 27 de Julio de 2013.

Plataforma Urbana, <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2013/04/29/contraloria-inicio-ayer-un-nuevo-analisis-del-plan-regulador-metropolitano/>, consultado el 27 de julio de 2013. Dato de expansión de casco urbano en 10,234 hectáreas en 2013.

Población y proyecciones de población de la RM en: http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/compendio_estadistico/pdf/2012/estadisticas_demograficas_2012.pdf. Elaborado con base en CELADE-INE en Proyecciones y Estimaciones de población por sexo y edad, 1990-2020.

Datos e información estadística:

Ingresos de hogares y personas. Instituto Nacional de Estadística de Chile. 22 de septiembre de 2010.

Encuesta de Gastos Familiares noviembre 2006-octubre 20, publicada el 20 de julio de 2009. Instituto Nacional de Estadística. Chile.

PNUD, SDP, 2012, MAPS, Gobierno de Chile, Santiago.

Comisión Investigadora del Plan Transantiago de la Cámara de Diputados. Conclusiones. Santiago de Chile,

Covarrubias, Ana Luisa, Ex-coordinadora General del Transantiago. Conversación sostenida el 26 de octubre de 2013.

Scania Chile. Comunicado de Prensa del 4 de junio de 2012. Santiago de Chile.