

INFORME NACIONAL DE MONITOREO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA REPÚBLICA DE CHILE, 2014



NACIONES UNIDAS

CEPAL

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie



cooperación
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile

Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de la República de Chile, 2014



El presente documento fue realizado por Hernán Sepúlveda, funcionario del Ministerio de Energía de la República de Chile, bajo la supervisión de Andrés Schuschny, coordinador del Programa Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE) y funcionario de la Unidad de Recursos Naturales y Energía (URNE) de la División de Recursos Naturales e Infraestructura (DRNI) de la CEPAL, con el apoyo técnico de Bruno Lapillonne, consultor internacional de Enerdata, y la revisión editorial de René Salgado, funcionario de la misma División de la CEPAL.

Se agradece a Didier Bossebouef y, por su intermedio a la ADEME, por el apoyo técnico proporcionado y la excelente disposición que ha tenido durante el desarrollo de esta fase del Programa. Asimismo, deseamos agradecer a Luiz Augusto Horta y Beno Ruchansky por haber sido los precursores y promotores de la iniciativa que dio lugar al Programa BIEE. Queremos también agradecer a todos los funcionarios técnicos que participaron en calidad de puntos focales o miembros de los equipos nacionales de todos los países participantes, sin cuyos aportes sustantivos y sus participaciones en las distintas instancias del programa no hubiera sido posible la realización de la base de datos y estos informes de monitoreo de la eficiencia energética.

El documento fue preparado en el marco del Programa BIEE gracias a la contribución de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GIZ) y el Proyecto de la Cuenta de las Naciones Unidas para el Desarrollo (ROA 234/8).

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

Índice

Prólogo	5
Resumen	9
I. Introducción al proyecto y revisión de fuentes de información utilizadas	13
A. Introducción al proyecto	13
B. Revisión de las fuentes de información utilizadas	14
II. Contexto de la eficiencia energética.....	17
III. Macrotendencias de eficiencia energética	23
IV. Tendencias de eficiencia energética en el sector de energía	27
V. Tendencias de eficiencia energética en el sector de la industria y la minería	31
VI. Tendencias de eficiencia energética en el sector residencial	39
VII. Tendencias de eficiencia energética en el sector transporte	47
VIII. Conclusiones y recomendaciones.....	53
Anexo Metodología del tratamiento de información en figuras	59
Cuadros	
Cuadro 1 Sectores y subsectores del balance nacional de energía.....	15
Cuadro 2 Resumen de intensidades de consumo estimadas para los distintos niveles revisados.....	54
Gráficos	
Gráfico 1 Penetración de artefactos en hogares para años 1992, 2002 y 2010	10
Gráfico 2 Tendencias de crecimiento del PIB, consumo final y consumo primario.....	18
Gráfico 3 Tasas de cambio promedio anual por período del PIB y consumo final.....	19
Gráfico 4 Desagregación por fuente energética del consumo primario	19
Gráfico 5 Desagregación de consumo primario, 2000 y 2010	20
Gráfico 6 Desagregación por fuente energética del consumo final.....	20
Gráfico 7 Desagregación de consumo final por energético, años 2000 y 2010.....	21
Gráfico 8 Desagregación de consumo final por sector, años 2000 y 2010.....	21
Gráfico 9 Intensidad energética consumo final y consumo primario	23

Gráfico 10	Tasa de cambio promedio anual de intensidades de consumo por período	24
Gráfico 11	Intensidad del consumo final por sector.....	25
Gráfico 12	Tasa media anual por período de la Intensidad de consumo final por sector	25
Gráfico 13	Evolución de la estructura del PIB nacional.....	26
Gráfico 14	Capacidad instalada SIC + SING.....	28
Gráfico 15	Matriz de generación eléctrica 1999-2011 del SIC y SING	29
Gráfico 16	Rendimiento promedio del parque eléctrico SIC + SING	30
Gráfico 17	Refinación de petróleo crudo y niveles de importación de gasolinas de motor y diesel	30
Gráfico 18	Desagregación del consumo del sector de industria y minería, años 2000 y 2011.....	32
Gráfico 19	Indicadores macro del sector industria y minería	32
Gráfico 20	Intensidad energética del sector industria y minería.....	33
Gráfico 21	Crecimiento medio anual de intensidad por período	33
Gráfico 22	Comparación de estructura económica de manufactura, 2000 versus 2011	34
Gráfico 23	Intensidad del consumo de sectores de manufactura	35
Gráfico 24	Variación de intensidad del consumo de manufactura y minería entre los años 2000 y 2011	35
Gráfico 25	Desagregación económica del sector Industria y minería entre los años 2000 y 2011.....	36
Gráfico 26	Variación de intensidad del consumo 2000-2011 observada y corregida por estructura del PIB.....	36
Gráfico 27	Índice de crecimiento de variables macro del sector residencial: consumo de energía, número de hogares y consumo privado (monetario)	40
Gráfico 28	Tasas medias anuales de crecimiento de los índices de las variables macro del sector residencial, por período	40
Gráfico 29	Intensidad del consumo final (todos los energéticos) y de consumo de electricidad, por vivienda 1997-2011	41
Gráfico 30	Desagregación del consumo de energía promedio del sector residencial a nivel nacional para el año 2010	42
Gráfico 31	Intensidad del consumo por artefacto promedio a nivel nacional para el año 2010	42
Gráfico 32	Desagregación de usos eléctricos a nivel nacional en hogares para el año 2010	43
Gráfico 33	Intensidad del consumo de artefactos eléctricos promedio a nivel nacional para el año 2010	43
Gráfico 34	Penetración de artefactos en hogares para años 1992, 2002 y 2010, a nivel nacional.....	44
Gráfico 35	Participación de clases A y B en ventas de lámparas a nivel nacional	44
Gráfico 36	Participación de clases A (incluidos A+ y A++) y B en ventas de refrigeradores a nivel nacional	45
Gráfico 37	Descomposición del consumo de transporte de Chile, años 2000 y 2010.....	47
Gráfico 38	Índice de crecimiento de variables macro del sector transporte: consumo de energía, producción económica total nacional PIB y stock de vehículos	48
Gráfico 39	Tasas medias anuales de crecimiento de los índices de las variables macro del sector transporte, por período	49
Gráfico 40	Evolución de intensidad del consumo por vehículo para tipos de gasolina, diesel y promedio en Chile.....	49
Gráfico 41	Evolución de intensidad de consumo por pasajero del transporte aéreo e índice de pasajeros nacionales e internacionales	50
Gráfico 42	Evolución de intensidad energética global de consumo del promedio de países OCDE, no OCDE y Chile.....	55
Gráfico 43	Evolución de la participación de electricidad en consumo final del promedio de países OCDE, no OCDE y Chile.....	56

Prólogo

Está de más decir que para los países de América Latina y el Caribe, el desarrollo económico con mayores niveles de eficiencia energética resulta ser un importante paso hacia el sendero de la sostenibilidad. Asumiendo una perspectiva de mediano plazo, entre los principales factores que movilizan la promoción de la eficiencia energética podemos considerar a la seguridad en el suministro de la energía, la mayor eficiencia en el gasto y el alto potencial de producir ahorros energéticos, las preocupaciones por mitigar los impactos ambientales fruto de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), lo que obviamente incluye al fenómeno del cambio climático y, por qué no decirlo, en los países en desarrollo, las limitaciones que pudieran generarse en relación a la inversión orientada a expandir la oferta energética de los mismos. En efecto, el enorme potencial de producir ahorros y mejoras de eficiencia en todas las etapas de producción y uso de la energía es ampliamente reconocido, pero alcanzar este potencial sigue siendo un desafío que demanda la formulación de políticas que, sobre bases informadas, prioricen y focalicen los presupuestos siempre limitados hacia la formulación de programas con mayor potencial de ahorro de energía y recursos.

En los países de América Latina y el Caribe, la calidad de las estadísticas e indicadores de desempeño que permiten cuantificar los resultados de los programas nacionales de eficiencia energética ha sido insuficiente. Para superar esta carencia, la CEPAL ha articulado el Programa Regional BIEE (Base de Indicadores de Eficiencia Energética para América Latina y el Caribe). Siguiendo el proceso técnico-político y la lógica de funcionamiento del programa de análisis y medición de la eficiencia energética más exitoso del mundo, el Programa ODYSSEE, desarrollado por la Comisión Europea y gestionado por la agencia Francesa: ADEME (*Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie*), y con la expectativa de producir un conjunto de indicadores específicos metodológicamente consistentes, que permitan medir la evolución de los programas nacionales de eficiencia energética, analizar los resultados en el tiempo y - como consecuencia - tomar las decisiones de políticas que correspondan, desde la CEPAL se ha encarado la labor de capacitar y coordinar la acción de los países de la región con miras a desarrollar una herramienta común que facilite esta labor. El Programa BIEE fue lanzado por CEPAL a finales del 2011 y cuenta con la contribución de la Agencia de Cooperación Alemana GIZ y el apoyo técnico de la ADEME, en el marco de la IPEEC (*International Partnership for Energy Efficiency Cooperation*).

El objetivo primordial del Programa ha sido generar una base de indicadores que midan el desempeño de las políticas de eficiencia energética de los países participantes. Este primer Informe Nacional sobre la medición y monitoreo de la eficiencia energética para la República de Chile es fruto de este esfuerzo. La implementación del Programa se ha venido realizando a través de la coordinación de

un Comité Directivo, presidido por la CEPAL y en el que participan la ADEME, así como los países participantes involucrados. Se ha contado también con la participación de organismos como la OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) y la SICA (Sistema de la Integración Centroamericana) como instituciones sustantivas invitadas.

Para promover la realización de la base de datos de indicadores que miden el desempeño de la eficiencia energética, los equipos nacionales de los países participantes se embarcaron en un proceso de capacitación y aprendizaje que consistió en varias etapas. Por un lado, debieron realizar una recopilación de información básica vinculada a la actividad económica y productiva así como de los respectivos consumos energéticos, tanto a nivel agregado como sectorial. Dicha información debió ser compilada en una plantilla (o "*template*") de información a partir de la cual, y luego de su depuración y análisis de consistencia, se derivaron los indicadores de eficiencia energética, propiamente dichos. En general, se trata de ratios o intensidades energéticas que vinculan el consumo energético de las unidades de análisis respecto de sus niveles de actividad, medidos, según el caso, en términos económicos (unidades de valor), físicos (unidades de producción o consumo físico) o socio-demográficos. La construcción de la base de datos involucró el uso y tratamiento de información a nivel agregado, proveniente de las cuentas nacionales y los balances energéticos así como la recopilación de información a niveles sectoriales. Los sectores considerados fueron: el sector energético, el residencial, la industria, el sector del transporte, los servicios y la agricultura.

Considerando que este es un primer paso importante hacia la medición de la eficiencia energética de los países de la región y teniendo en cuenta las limitaciones encontradas a lo largo del proceso de construcción de la base de datos, especialmente en lo que se refiere a disponibilidad de información básica sectorial, tanto en los niveles de actividad como en los consumos energéticos por tipo de fuente, este primer informe de medición y monitoreo de la eficiencia energética es fruto de la intensa labor realizada por los equipos nacionales en el marco del Programa Regional BIEE.

Dado el carácter multisectorial y la complejidad de la temática en cuestión, el proceso de capacitación encarado procuró transmitir los conocimientos necesarios para recopilar la información básica necesaria, la cual muchas veces se encontraba dispersa, y facilitar la interpretación acertada de la evolución de las tendencias obtenidas, en cada sector, de las intensidades energéticas y otros indicadores y, así, vincularlas con la historia reciente y las tendencias observadas en la actividad productiva y económica de cada país. Este proceso de capacitación se realizó a través de la organización de talleres de trabajo y de comunicaciones frecuentes a través de medios electrónicos cuyo objetivo fue asistir y acompañar la labor de los equipos nacionales. El objetivo final fue la consolidación de todo el trabajo a través de la realización de informes nacionales de monitoreo de la eficiencia energética que, como este, analizan las tendencias recientes de la eficiencia energética. Esta labor fue llevada a cabo, con excelencia, por los equipos nacionales de cada país.

El Programa Regional BIEE se inició contando con la participación de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. Posteriormente, y en función de los recursos disponibles para ejecutarlo, se incorporaron al Programa, los países de Mesoamérica: México y 4 países Centroamericanos: Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Panamá. Recientemente, se han incorporado la República del Perú, República Dominicana, Nicaragua y Honduras, las Repúblicas de Colombia y Ecuador y la República Bolivariana de Venezuela.

A pesar de la mayor o menor disponibilidad de información básica por parte de los países, la metodología propuesta para el desarrollo de la base de datos de indicadores de eficiencia energética ha sido aplicable y fácilmente adaptable a cada uno de los países participantes. A medida que se fueron incorporando nuevos países al programa y considerando la complejidad del proceso de capacitación y la coexistencia de países con mayor o menor grado de avance en el proceso, se ha logrado organizar con éxito, destacando que el intercambio de experiencias e información ha demostrado ser muy valioso ya que la mayoría de los participantes se ha encontrado con similares obstáculos durante el proceso de realización de la base de datos. En tal sentido y como fue considerado en varias ocasiones durante los debates realizados en los talleres, la coordinación con los proveedores de datos básicos, provenientes de distintas unidades sectoriales en los países, es importante para facilitar el acceso a más información,

continuar la labor de armonizar y actualizar con cierta frecuencia la base de datos obtenida y, de ser posible, incrementar la cantidad de información contenida en la base de datos con miras a profundizar la capacidad de detalle en el monitoreo y análisis de la evolución de la eficiencia energética.

Desde la CEPAL, esperamos que este primer informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética y la base de datos que le da origen sean sometidos a una frecuente actualización por parte de cada país y se tornen en herramientas útiles no sólo para sensibilizar a las autoridades nacionales de los países en el tema de la eficiencia energética y su necesario monitoreo, sino que se constituyan también, en herramientas analíticas útiles que faciliten la identificación de sectores y subsectores con altos potenciales de ahorro energético y permitan focalizar los presupuestos, políticas y programas hacia tales actividades.

Con el objetivo de aprovechar en el mediano plazo la formación de capacidades técnicas que el Programa BIEE ha promovido y de institucionalizar la actualización de la base de datos cada cierto tiempo y la realización de los informes nacionales como este, esperamos que el presente documento sea de amplia difusión en cada uno de los países y que sus resultados puedan difundirse tanto en seminarios nacionales como a través de las diversas instituciones sectoriales con las que los equipos nacionales tuvieron que interactuar para conseguir y recopilar la información básica. Ello resulta importante dada la complejidad y el carácter multisectorial y transdisciplinario de la temática.

Resumen

Mediante el trabajo realizado por Chile en el Programa BIEE (Base de Indicadores de Eficiencia Energética) de la CEPAL, se ha realizado un completo análisis tendencial del consumo de energía en el país, por medio del desarrollo de indicadores generalmente expresados como una intensidad o una tasa de consumo en relación a una variable clave, tanto a nivel macroeconómico como a nivel de los distintos sectores de consumo. Todos estos indicadores han sido construidos con el uso de una base de datos que recoge distintos tipos de información vinculada al ámbito energético de los sectores de consumo de energía. Se debe destacar que los resultados que se muestran en el presente informe, corresponden solamente a aquellos que tienen respaldo en fuentes oficiales de información, sin que haya estimaciones en la información de base.

En principio, desde el análisis macroeconómico, es posible afirmar que desde el año 2000 la intensidad energética del consumo final de Chile ha decrecido. A partir de éste año el Producto Interno Bruto (PIB) ha crecido a una mayor tasa que el consumo de energía. Mientras el crecimiento medio anual del PIB fue de 3,9%, el crecimiento del consumo final de energía fue de 2,4% durante el período de los años 2000 a 2011. Lo anterior se traduce en que la intensidad energética del consumo final en este tiempo haya bajado un 15%, pasando de 0,43 a 0,36 [kep/M\$2003].

Las causas que han provocado esta tendencia en la intensidad del consumo final de energía de Chile son una combinación de diversas variables tales como: variación en la estructura económica local, crecimiento económico global el cual fija precios de *commodities* que impactan nuestra economía, precios de la energía y combustibles, eficiencia energética en los distintos sectores de consumo, disponibilidad de fuentes energéticas y desarrollo tecnológicos de la industria, entre otras.

Con respecto a el análisis de tendencia relacionados con los distintos sectores de consumo, se resumen a continuación las principales conclusiones:

Sector industria y minería: La intensidad del consumo promedio de este sector durante el período de los años 2000 al 2011 fue de 0,43 [kep/M\$2003], creciendo en este tiempo un 4%. En efecto, en este período el consumo de energía de este sector aumentó 33% a una tasa media anual de 2,7%, mientras el PIB de este sector aumentó 28% a una tasa media anual de 2,3%.

En este período la intensidad del subsector minero creció un 53%, llegando a 0,97 [kep/M\$2003], debido fundamentalmente al empeoramiento de la ley de minerales, la mayor dureza de los minerales a procesar y el aumento de distancias de acarreamiento en las faenas mineras. Por su parte, la intensidad del consumo del subsector industria disminuyó un 12%.

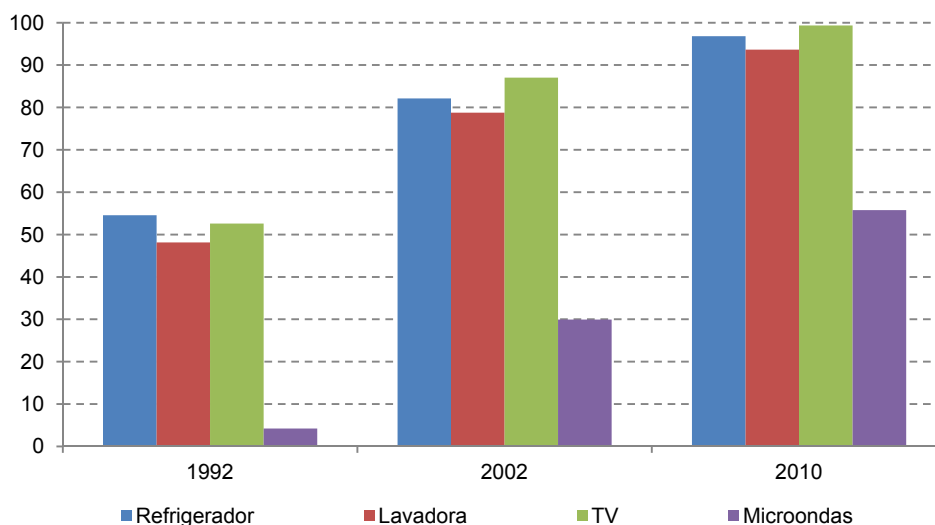
Una cuestión importante para destacar es que si la estructura económica de este sector del año 2000 se hubiera mantenido constante durante la siguiente década, el aumento de la intensidad del consumo del sector, en lugar de haber sido un 4%, hubiese alcanzado un 11%, todo esto justificado en la importante alza en intensidad energética que mostró el subsector de minería durante el mismo período. En otras palabras, el cambio estructural del sector industria - minería, producto del crecimiento del subsector manufacturero, ha aminorado en cerca de 7% el aumento de la intensidad energética de este sector.

Sector residencial y servicios: La intensidad del consumo promedio nacional del sector residencial durante el período 2000 a 2011, presenta una baja en torno a un 7%, llegando a 1,11 [Tep/hogar] al año 2011. Durante esta década, el consumo de energía de este sector creció 14,7% a una tasa media anual de 1,3%, mientras que el número de hogares creció 24% a una tasa media anual de 2%.

En esta tendencia a la baja de la intensidad en el consumo del sector se debe considerar que en los últimos años en Chile han aumentado las ventas de viviendas de superficie con un solo ambiente, situación que muy probablemente impacta en la cantidad de hogares y también, pero en menor medida, en el consumo de energía del sector.

Otro aspecto relevante de este período es que el consumo de electricidad de los hogares ha aumentado en cerca de 54%. En consecuencia, la intensidad del consumo de electricidad aumentó un 25%, llegando a 1.934 [kwh/hogar-año]. Esta situación estaría indicando que los hogares del país, en la medida que han tenido mayor nivel de ingreso, han ido adquiriendo una mayor cantidad de artefactos eléctricos que a su vez generan una mayor demanda de electricidad, tal como se muestra en el gráfico 1, en la que se constata que entre 1992 y 2010 el porcentaje de viviendas con un aparato de televisión aumentó de 53% a 99%.

GRÁFICO 1
PENETRACIÓN DE ARTEFACTOS EN HOGARES PARA AÑOS 1992, 2002 Y 2010
(En porcentajes a nivel nacional)



Fuente: “Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial” (Ministerio de Energía, 2010) y censos 1992 y 2002 (INE).

Por su parte la intensidad del sector servicios en este período aumentó 36%, alcanzando 0,033 [kep/M\$2003] al 2011, indicando que este sector se habría equipado con artefactos que aumentarían su nivel de consumo de energía. Lamentablemente, para este sector no hay información desagregada para los subsectores y usos, por ello, no se ha desarrollado un capítulo especial mostrando sus resultados, sino que solamente se exponen indicadores macro en las conclusiones de este informe.

Sector transporte: La intensidad del consumo promedio del sector transporte nacional que considera los subsectores caminero, aéreo, ferroviario y marítimo, durante el período de los años 2000 a

2011, muestra una baja en torno al 18%, llegando el año 2011 a una intensidad de 0,12 [kep/M\$2003]. En este período, el consumo de energía de este sector creció 25% a una tasa media anual de 2%, mientras que el PIB creció 53% a una tasa media anual de 3,9%. Esta disminución en la intensidad se debe a la influencia de la crisis financiera mundial “*subprime*”, que influyó especialmente en el consumo del subsector marítimo hacia la baja, como consecuencia de la disminución en el comercio internacional.

Por otro lado, se revisó también el consumo del subsector de transporte caminero, que al 2011 constituyó el 80% del consumo del sector. La intensidad del consumo de este subsector, entre los años 2000 a 2011 disminuyó un 25%, ya que el consumo de energía creció a una tasa media anual de 2,4% mientras que la tasa de crecimiento del parque de vehículos creció a una tasa de 5%.

Sector energía: Los principales consumos de energía de este sector corresponden al de los centros de transformación de centrales eléctricas (públicas y de autogeneración) y a refinerías, que el año 2011 de acuerdo al BNE (Balance Nacional de Energía), representaron un 53% y un 42% del consumo de este sector, respectivamente.

La capacidad instalada conjunta del Sistema interconectado Central (SIC) y Sistema Interconectado del Norte Grande (SING¹), pasó desde cerca de 9.000 MW en 1999 a cerca de 16.900 MW a fines de 2011. En cuanto a la composición de la capacidad por fuente energética, destaca la disminución de capacidad hidroeléctrica que pasa desde un 47% en 1999 a un 35% el 2011, capacidad que es sustituida por una mayor participación de centrales a diesel que pasan del 6% en 1999 a un 16% en 2011. Entre 1999 y fines de 2011 El Estado invirtió en la construcción de centrales a carbón para generar cerca de 1.500 MW; 2.100 MW a gas natural; 1.700 MW hidráulicos; 2.100 MW a diesel; 270 MW a biomasa, y 200 MW eólicos. Por su parte la generación de electricidad conjunta de estos sistemas entre 1999 y 2011 creció a una tasa media anual de 4,7%, llegando a cerca de 62.000 GWh el año 2011. La hidroelectricidad que al inicio de los años 2000 representaba el 50% de la generación de electricidad del país, en los últimos años ha correspondido al 30% y 40% de la generación total.

Con respecto a refinerías, el volumen de refinado comenzó a declinar desde el año 2008 y llegó a cerca de 9.500 [kTep] el año 2011. La falta de refinación por parte de la Empresa Nacional de Petróleo (ENAP) comenzó a ser suplida mediante importaciones directas de diesel a partir del año 2004 para la generación eléctrica, coincidiendo con los recortes de los envíos de gas natural desde Argentina. Aunque por construcción no es posible descomponer matemáticamente la intensidad del consumo final total en función de las intensidades de los sectores de consumo, lo que facilitaría el análisis para entender en detalle las razones detrás de su decrecimiento en la última década. El análisis sectorial realizado permite establecer que los sectores que presentan una intensidad del consumo decreciente son los sectores de transporte y residencial, que en forma conjunta al año 2011 explicaban cerca del 55% del consumo final de Chile, mientras que por el contrario, el 45% del consumo final 2011, correspondiente a los sectores de industria-minería y servicios, muestran una tendencia al alza en su intensidad de consumo.

¹ En Chile los mayores sistemas eléctricos corresponden al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), desde la primera a la segunda región, y al Sistema Interconectado Central (SIC), desde la tercera a la décima región. A fines del 2012 la capacidad instalada del SIC correspondía a cerca de 12.800 MW y la del SING a cerca de 4.150 MW. Adicionalmente existen 4 sistemas adicionales: Aysén, Magallanes, Los Lagos e Isla de Pascua, por una capacidad instalada total de 160 MW.

I. Introducción al proyecto y revisión de fuentes de información utilizadas

A. Introducción al proyecto

En septiembre de 2011 se realizó en Buenos Aires la reunión del lanzamiento del Programa BIEE (Base Indicadores de Eficiencia Energética), coordinado por CEPAL que cuenta con apoyo técnico de ADEME (la Agencia para Medio Ambiente y Energía del Gobierno de Francia) y el apoyo financiero de GIZ/BMZ (agencias de cooperación técnica del gobierno de Alemania) y el Proyecto de la Cuenta del Desarrollo (*“Towards a low-carbon economy in Latin America: policy options for energy efficiency and innovation”*, ROA 234/8).

El objetivo principal del proyecto es desarrollar una herramienta común para la evaluación de tendencias y de las políticas nacionales de eficiencia energética en los países de la subregión; tanto a nivel global como por sector. Esto permitirá también a los países participantes evaluar sus logros nacionales, de una forma consistente, homogénea y comparable tanto con otros países de la región, como con países o bloques extra regionales.

El Programa tiene por objetivo reforzar la capacidad y experticia de las agencias nacionales de eficiencia energética existentes (o de las unidades ministeriales a cargo de este tema), en la utilización de instrumentos analíticos y herramientas de evaluación, contribuyendo así al logro de una planificación más robusta y certera de nuevas políticas energéticas sostenibles.

Los países participantes en una primera etapa fueron: la República Argentina, Estado Plurinacional de Bolivia, República Federativa del Brasil, República de Chile, República del Paraguay, República Oriental del Uruguay. Posteriormente, y en función de los recursos disponibles para ejecutar el Programa, los países de Mesoamérica: los Estados Unidos Mexicanos y 4 países Centroamericanos: Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Panamá. Recientemente, se han incorporado la República del Perú, República Dominicana, Nicaragua y Honduras, las Repúblicas de Colombia y Ecuador y la República Bolivariana de Venezuela.

B. Revisión de las fuentes de información utilizadas

Los resultados de indicadores que se presentan en este reporte corresponden solamente a aquellos que tienen respaldo en fuentes oficiales de información, sin que haya estimaciones en la información de base. La metodología que puntualiza los procedimientos de las “figuras” elaboradas en el presente documento está detallada en el capítulo décimo (Anexo) de este documento.

A continuación se presenta una descripción sectorial resumida de la información utilizada en los distintos sectores:

Industria y minería: Tanto el valor agregado como la producción física de los distintos sectores se pueden obtener desde fuentes oficiales como el Banco Central o el Instituto Nacional de Estadísticas, así como desde organismos como CEPAL. Sin embargo, los consumos energéticos del Balance Nacional de Energía no tienen una desagregación acorde al ISIC² y no tiene por tanto el mismo detalle de las cuentas nacionales del Banco Central, que se rigen por el estándar mencionado.

Transporte: Existe disponibilidad de información para el stock de vehículos, de las ventas anuales y de rendimientos promedio de vehículos nuevos. Sin embargo, para el resto de los indicadores se cuenta con poca información.

Hogares: En general se pueden obtener datos para años puntuales y que tienen una colección de datos obtenidos con una metodología distinta. Este es el caso de censos de población (información obtenida cada 10 años), encuestas de caracterización socioeconómica (3 años); estudio de conservación de la energía del año 2010. Debido a las diferencias metodológicas mencionadas, y para evitar problemas de consistencia en los datos, se ha preferido utilizar únicamente como fuente de información a los censos y al estudio arriba mencionado. En cuanto a las ventas anuales, se cuenta con información para productos que están siendo etiquetados, en particular refrigeradores y ampollitas, información del año 2007 hasta el presente. Con la información del etiquetado también se podría obtener el consumo específico para ciertos artefactos; sin embargo, esto es sólo para algunos artefactos y desde el año 2007.

Servicios: No hay información desagregada para los consumos energéticos al nivel que se requiere. Tampoco se cuenta con información acerca de los usos finales de la energía. Por ello, para este sector solamente se mostrarán resultados generales en las conclusiones de este informe.

Agricultura: Solamente se cuenta con información de PIB y de volúmenes de vegetales cultivados, sin embargo, no se cuenta con información de consumo de energía.

A continuación se señalan las fuentes de información utilizadas:

La información oficial de los consumos de energía puede ser consultada en el Balance Nacional de Energía (BNE) que está a cargo del Ministerio de Energía de Chile. Un inconveniente para el desarrollo de indicadores sectoriales es que el BNE no tiene una correlación con los códigos ISIC, como fue mencionado.

La estructura de los sectores y subsectores del BNE, así como las fuentes energéticas presentes en éste, se muestran en cuadro 1.

Adicionalmente del BNE se extrajo información de consumo de petróleo crudo y producción de refinería, así como también, la producción y consumo de centrales eléctricas. Esta última información fue validada con información de estadísticas de generación de electricidad de los Centros de Despacho Económico de Carga (CDEC).

² International Standard Industrial Classification por sus siglas en inglés, es un sistema de clasificación de las Naciones Unidas para nominar las distintas categorías de la actividad económica de los países.

CUADRO 1
SECTORES Y SUBSECTORES DEL BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA

Sector	Sub sectores	Energéticos
Transporte	Terrestre	Total derivados: petróleo combustible, diesel, kerosene, gas licuado, nafta, gas refinería, kerosene aviación y gasolina motor.
	Ferrovionario	
	Marítimo	
	Aéreo	Electricidad
	Cobre	Carbón
	Salitre	Coque
	Hierro	Alquitrán
Industrial y Minero	Papel y Celulosa	Gas corriente
	Siderurgia	Gas de altos hornos
	Petroquímica	Gas natural
	Cemento	Metanol
	Azúcar	Biomasa
	Pesca	
	Industrias Varias	
	Minas Varias	
	Comercial	
	Comercial, Público, Residencial	Público
Residencial		

Fuente: Ministerio de Energía de Chile. Balance Nacional de Energía, varios años.

Con respecto a las otras fuentes de información específicas de cada sector para la construcción de sus indicadores, pueden señalarse las siguientes fuentes:

- Banco Central de Chile: estadísticas de cuentas nacionales, gasto de hogares y tipo de cambio.
- Banco Mundial: tipo de cambio con poder de paridad de compra y número de pasajeros aéreos.
- Instituto Nacional de Estadísticas: censos, población, número de viviendas, superficie media de viviendas, equipamiento de hogares, tasas de electrificación, población empleada, parque vehicular y otros.
- Centro de Despacho Económico de Carga del Norte Grande y Central (CDEC-SING y CDEC-SIC): generación de centrales anuales por tecnología.
- Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV): Índice de rendimiento y emisiones de vehículos nuevos.
- Asociación Nacional de Automovilistas (ANAC): Ventas de vehículos nuevos.
- Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) : Producción de toneladas físicas de cobre
- Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (ICH): Producción de toneladas físicas de cemento.
- Instituto Forestal (INFOR): Producción de toneladas físicas de papel y celulosa.
- WorldSteel Association (Estadísticas de Acero): Producción de toneladas físicas de acero.
- Food and Agriculture Organization (FAO): Producción de toneladas físicas de azúcar.
- Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC): Ventas de LFC y refrigeradores.

- Estudio: “Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial”(Ministerio de Energía, 2010): estadísticas de equipamiento de los hogares, rendimiento de artefactos y usos de energía a nivel residencial.
- CELADE, División de la población (CEPAL): estadísticas de equipamiento de los hogares.
- Centro Mario Molina Chile Centro de Control y Certificación Vehicular estudio: “Seguimiento ambiental del mercado automotriz chileno”, contiene información histórica de índices de rendimiento y emisiones de vehículos nuevos para Chile y otros países. Degreedays.net. Sitio en Internet: Información de grados día para Santiago de Chile.

II. Contexto de la eficiencia energética

En el presente capítulo se ofrece una mirada a la evolución del consumo de energía tanto a nivel primario como a nivel final, y cómo se relacionan estos consumos con el crecimiento económico del país, que será representado con el producto interno bruto o PIB.

En principio, es necesario hacer la distinción entre consumo primario y consumo final de energía. El término “primario” del primer consumo, no señala que los energéticos provienen directamente de la naturaleza, sino que se refiere a que en este consumo se encuentran todos los energéticos que el país dispone para consumir, incluyendo aquellos que son producidos (o extraídos) dentro del país, como los que son importados. Este es el consumo al que la Agencia Internacional de la Energía ha llamado “*Total Primary Energy Supply*” (TPES).

Por otro lado, el consumo de energía del país se puede subdividir en consumo de Centros de Transformación y Consumo Final. El primero corresponde al consumo que se produce en centros³ que toman una fuente energética primaria y la transforman en una nueva, mediante transformaciones físicas, químicas o mecánicas, en los que se producen pérdidas de transformación en el consumo de la fuente primaria de energía. En consecuencia, el Consumo Final de Energía es el que se produce a nivel de usuarios finales, los cuales transforman la energía final en energía útil (también con pérdidas asociadas) y la consumen o aprovechan “finalmente”. El consumo final se subdivide en los sectores: Transporte, Industria y Minería, Servicios (Comercial y Público), Residencial y Energía (auto consumo de los centros de transformación).

Una primera aproximación al análisis del nivel de consumo de energía del país está relacionado su nivel de crecimiento económico (GDP), como se muestra en el gráfico 2 n°1. En él, se revisa el grado de correlación que existe entre el crecimiento del GDP con el consumo de energía, tomando como año base 1990. Entre 1990 y 1998 el GDP de Chile creció a una tasa media anual de 7,5%. A partir de 1999, con posterioridad a la crisis asiática el crecimiento disminuyó a una tasa media anual de 4 % entre 1999 y 2004. Entre el 2004 y 2008 el crecimiento económico repuntó con una tasa media anual de 4,6%. El año 2009 producto de la crisis financiera mundial “*subprime*” en el país hubo una contracción de 1,7% en el GDP, y finalmente desde el 2010 al presente el país creció a una tasa media de 5,5% anual. Por otro lado, siguiendo la tendencia comentada del GDP, el consumo de energía final de Chile tuvo un crecimiento medio de 6% entre los años 1990 y 2000, y de 2,4% entre los años 2000 a 2011.

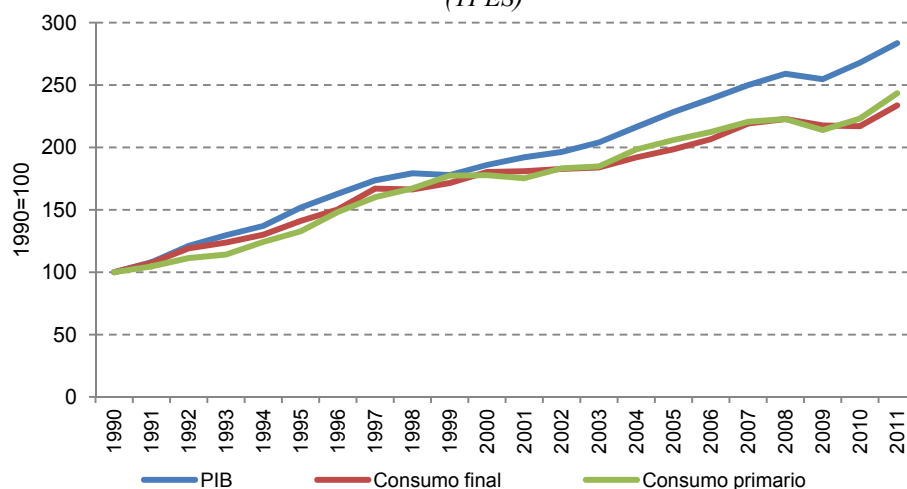
³ En Chile existen los centros de transformación de: refinerías, centrales eléctricas de servicio público y de autogeneración, hornos de coque y altos hornos, plantas de gas y plantas de metanol.

El crecimiento del consumo final⁴ y primario están estrechamente relacionados, de hecho sus curvas de crecimiento están muy correlacionadas y poseen tendencias similares en todo el período de tiempo analizado/presentado en el gráfico 2. La principal causa que explica que el consumo primario a veces aumente más o menos que el consumo final, está dada por los aportes hidrológicos, ya que mientras más hídrica sea la matriz eléctrica del país, mayor eficiencia habrá en la generación de electricidad y menor deberá ser el consumo de fuentes fósiles de las centrales térmicas de menor rendimiento. Así por ejemplo, resulta claro que entre los años 1998 y 1999 hay un cambio de tendencia, cuando el consumo primario que crece más, debido a la sequía de los años 1998-1999. Por otra parte, es posible ver este mismo cambio de tendencia entre los años 2003 al 2007 debido a los recortes en la importación de gas natural, lo que obliga al país a generar con fuentes térmicas alternativas de menor rendimiento que las en base a gas natural.

Finalmente, es posible apreciar en el gráfico 2 que entre 1990 y el año 2000, existe una alta correlación entre el consumo de energía y la producción económica, mientras que a partir del año 2000, comienza a producirse un desacople entre el consumo de energía y el crecimiento económico, ya que mientras el primero comienza a desacelerar en su crecimiento, el segundo mantiene una mayor tasa de crecimiento. Este fenómeno podría interpretarse como que cada unidad económica producida en Chile le significa un menor costo en términos energéticos al país

Las razones de esto, si bien por un lado están relacionados con la instauración de una institucionalidad de eficiencia energética, el mejor uso de la energía y la incorporación de tecnologías más eficientes al país, cambios en estructura de la composición del GDP del país (como se verá en el capítulo de industria y minería), Así como la interacción de una serie de variables macro económicas como: crecimiento económico global que determina precios de ventas de *commodities* que repercute a su vez en el crecimiento económico local, precios de la energía y combustibles, disponibilidad de fuentes energéticas, nivel de ingreso de los hogares y preferencias sociales por distintos tipos de artefactos, entre otras. Por todo lo anterior, es difícil poder establecer las razones exactas de este comportamiento, pero de todas formas interesa destacar y analizar este fenómeno, ya que como se mencionó explica síntomas de eficiencia energética en la economía del país (Una discusión más profunda es presentada en las conclusiones de este documento).

GRÁFICO 2
TENDENCIAS DE CRECIMIENTO DEL PIB, CONSUMO FINAL Y CONSUMO PRIMARIO
(TPES)

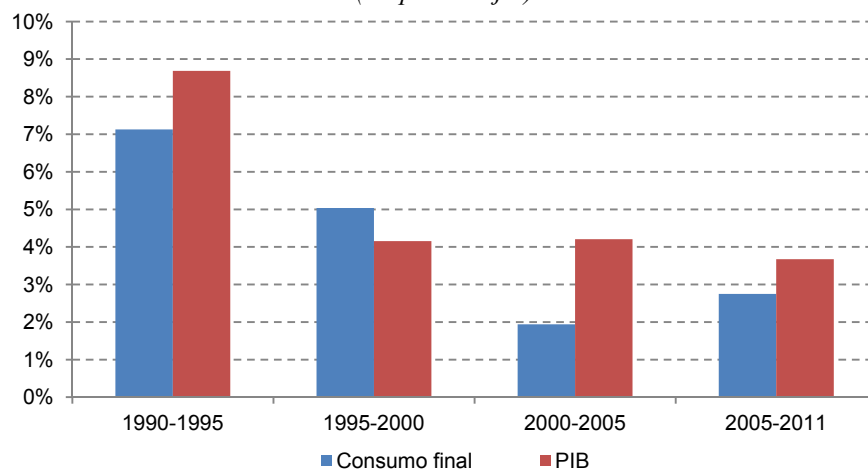


Fuente: BNE (Consumo Primario y Final) y Banco Central de Chile (PIB).

La caracterización de las tendencias tanto para el GDP como para el consumo final, queda mejor explicada de acuerdo a las variaciones promedio anuales que se muestran en el gráfico 3.

⁴ En el gráfico 2 n°1 el consumo final no considera al Sector Energía. Es decir considera los sectores Transporte, Industria y Minería y Servicios.

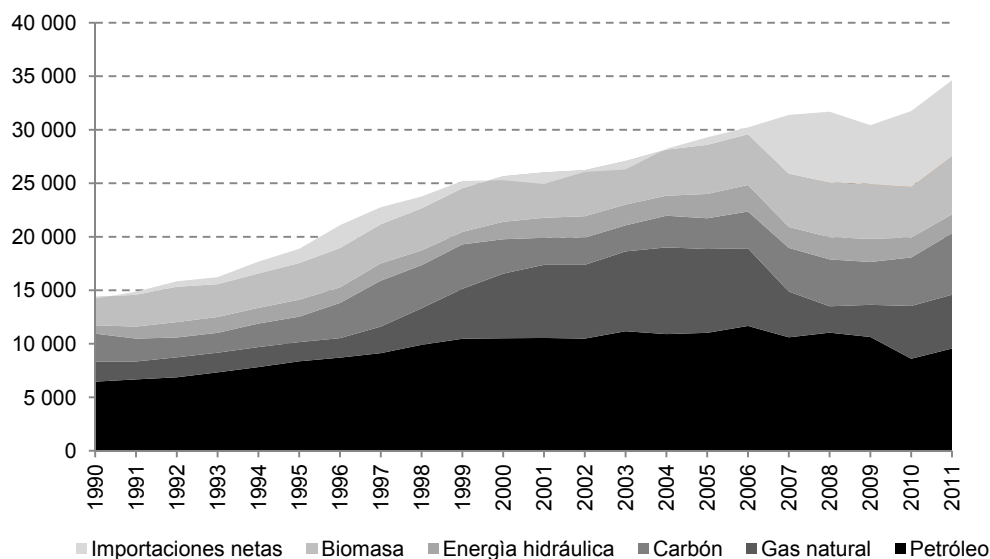
GRÁFICO 3
TASAS DE CAMBIO PROMEDIO ANUAL POR PERÍODO DEL PIB Y CONSUMO FINAL
(En porcentajes)



Fuente: BNE (Consumo Final) y Banco Central (PIB).

En el gráfico 3 se revisa la evolución del consumo primario (TPES) de Chile entre 1990 y el año 2011, que aumente desde 14.200 a 34.600 [kTep⁵], creciendo 2,43 veces en 21 años y ascendiendo a una tasa media anual de 4,3%. Se puede destacar que en 1998, el consumo de gas natural del país comenzó a crecer sustituyendo al carbón en generación de electricidad, debido a la entrada de operación de gasoductos en la zona central y norte del país, que traían gas natural desde Argentina. Sin embargo, desde el 2004 comienzan paulatinas restricciones en las entregas de gas natural desde Argentina, y que terminan a siendo severas desde el año 2007. Es por esta razón, que en este último año las importaciones netas (fundamentalmente de derivados de petróleo) aumentan drásticamente, por la importación de diesel para la generación de electricidad. Posteriormente, desde el año 2009 en adelante, el consumo de gas natural comienza a restablecerse con la entrada en operación de los terminales regasificadores de GNL de Quinteros y Mejillones.

GRÁFICO 4
DESAGREGACIÓN POR FUENTE ENERGÉTICA DEL CONSUMO PRIMARIO
(kTep)

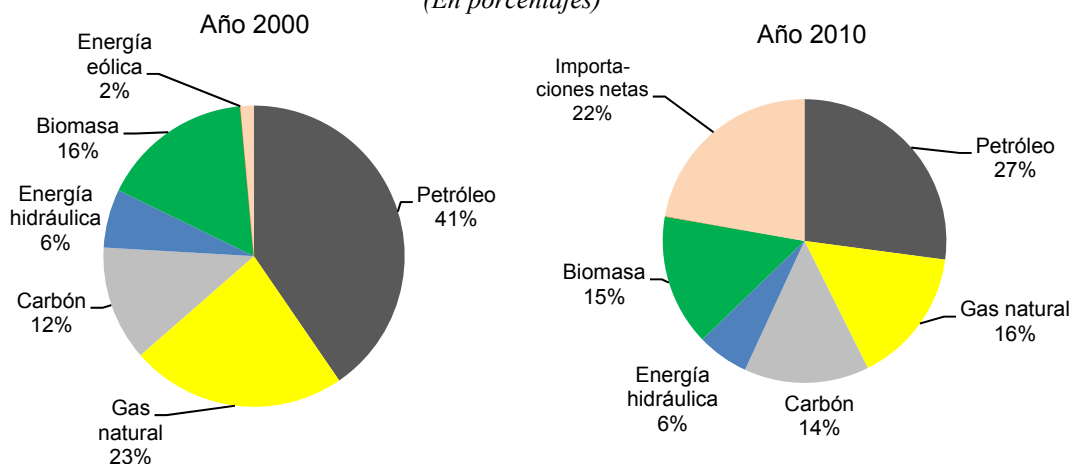


Fuente: Balance Nacional de Energía (BNE).

⁵ Miles de toneladas equivalentes de petróleo, en que 1 [kTep]=10 [Tcal]. OLADE- SIEE, 2014

En el gráfico 4 se puede comparar la desagregación del consumo primario entre los años 2000 y 2010. Se puede apreciar en 2010 una disminución en la participación de gas natural, debido a la sustitución del gas natural importado desde Argentina por regasificación de GNL, como ya fue mencionado, y además destaca el 2010 la menor participación de petróleo crudo y la mayor participación de importaciones netas (de derivados de petróleo fundamentalmente), debido al menor volumen de refinación que se hace en la Empresa Nacional de Petróleo (ENAP), y que debe sustituirse por importaciones directas de derivados de petróleo.

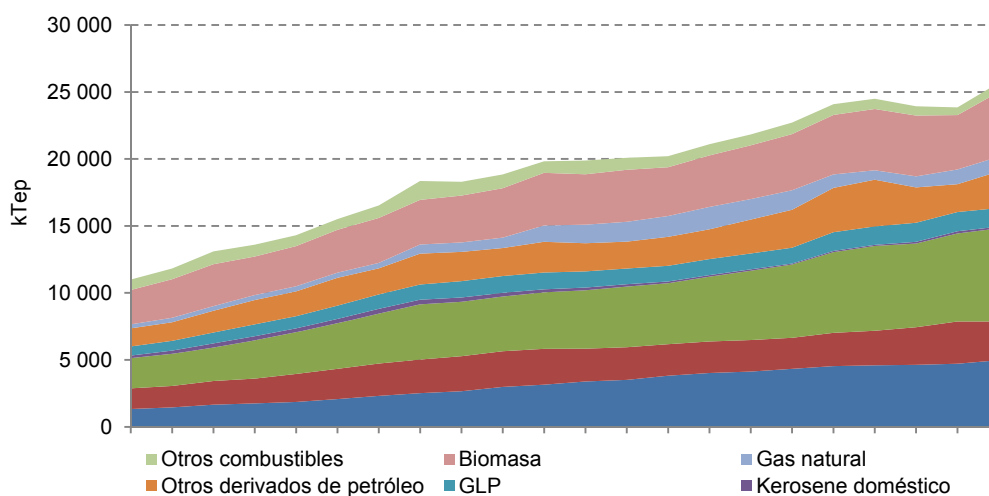
GRÁFICO 5
DESAGREGACIÓN DE CONSUMO PRIMARIO, 2000 Y 2010
(En porcentajes)



Fuente: Balance Nacional de Energía (BNE).

En el gráfico 5 se puede revisar el consumo final de energía de Chile entre 1990 y 2011 desagregado por fuente energética, que pasa desde 11.000 a 25.700 [kTep], creciendo 2,3 veces en 21 años y ascendiendo a una tasa media anual de 4,1%. En términos generales, no han ocurrido grandes cambios en la composición de este consumo. El consumo de gas natural se ve afectado, como se mencionó en la revisión de consumo primario, pero como a nivel de consumo final tiene menor participación este efecto es menos notorio.

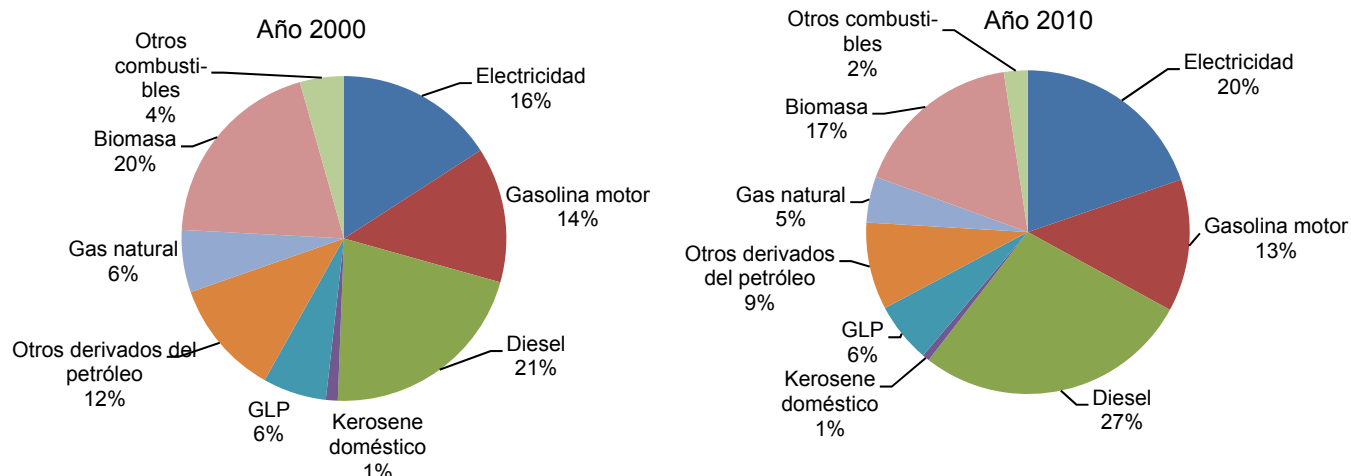
GRÁFICO 6
DESAGREGACIÓN POR FUENTE ENERGÉTICA DEL CONSUMO FINAL
(kTep)



Fuente: Balance Nacional de Energía (BNE).

En el gráfico 6 se puede comparar la desagregación del consumo final por energético entre los años 2000 y 2010. Se puede apreciar en 2010 una disminución en la participación de biomasa, debido a un aumento en la participación de consumo de electricidad y de diesel, en que la primera ha aumentado su consumo en todos los sectores, mientras que el segundo ha aumentado su participación especialmente en el sector de transporte.

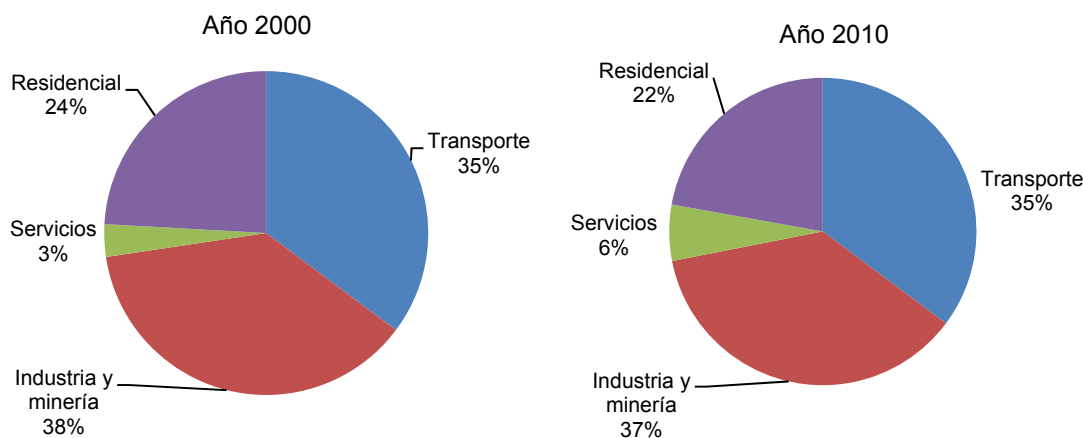
GRÁFICO 7
DESAGREGACIÓN DE CONSUMO FINAL POR ENERGÉTICO, AÑOS 2000 Y 2010
(En porcentajes)



Fuente: Balance Nacional de Energía (BNE).

Finalmente en el gráfico 7 se puede comparar la desagregación del consumo final⁶ por sector entre los años 2000 y 2010, aunque en general la estructura del consumo ha permanecido relativamente constante, destaca especialmente el aumento que ha tenido el consumo de energía del sector servicios, que ha sostenido un crecimiento medio anual de 8,2% entre los años 2000 a 2010.

GRÁFICO 8
DESAGREGACIÓN DE CONSUMO FINAL POR SECTOR, AÑOS 2000 Y 2010
(En porcentajes)



Fuente: Balance Nacional de Energía (BNE).

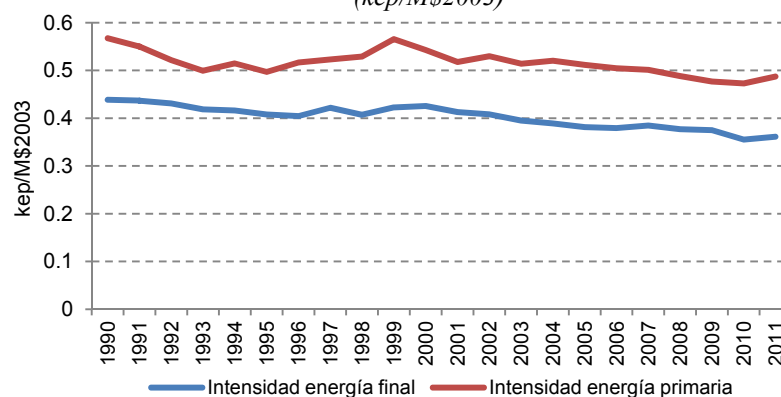
⁶ El BNE en el Consumo Final además considera al Sector Energía, que agrupa los consumos propios de los centros de transformación. Sin embargo, este consumo que para el año 2010 representó el 2,8% del consumo final, no fue considerado en los análisis del presente documento, y cada vez que se indica Consumo Final Nacional, se estará considerando a los sectores que se muestran en el gráfico 7 sin considerar al sector energía.

III. Macrotendencias de eficiencia energética

Un indicador clave para analizar los requerimientos de energía de un país, es **la intensidad del consumo de energía sobre el GDP**, o más comúnmente conocida como **intensidad energética de consumo**, que está determinada por el cociente entre el consumo de energía (primario o final) sobre el GDP producido por el país. De esta forma, este indicador puede interpretarse como la cantidad de energía que el país consume por cada unidad monetaria de GDP producida.

En el gráfico 8 se presenta la intensidad energética de consumo final y primario de Chile entre 1990 y el año 2000, expresada en kilogramos de petróleo equivalente [kep] por miles de pesos del año 2003 [M\$2003]. Puede apreciarse que estas intensidades energéticas, están acordes con la gráfico 2 de la sección anterior, donde se muestran las tendencias de crecimiento de los consumos de energía primario y final versus el crecimiento económico del país (GDP). A partir de esa figura es posible establecer que durante 1990 y el año 2000 los niveles de crecimientos de consumo de energía y GDP fueron muy parecidos, y por ello la intensidad energética de este período aunque oscila se mantiene relativamente constante de acuerdo al gráfico, mientras que a partir del año 2000 el crecimiento del GDP va por sobre el crecimiento del consumo de energía, y por ello es que las intensidades energéticas tanto a nivel primario y final, comienzan a disminuir a partir de este año. Entre el año 2000 y 2011 la intensidad de energía final disminuye un 15%, a una tasa media anual de 1,5%.

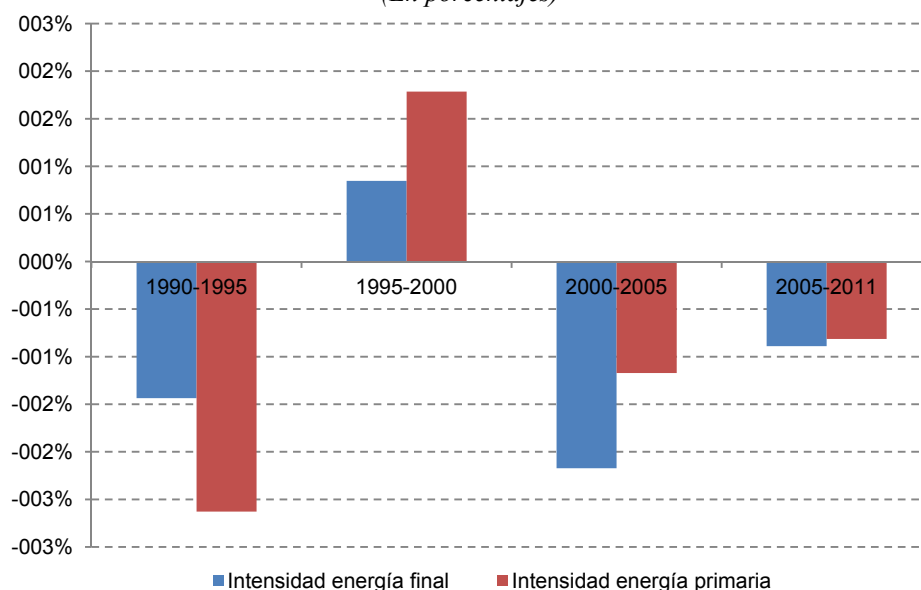
GRÁFICO 9
INTENSIDAD ENERGÉTICA CONSUMO FINAL Y CONSUMO PRIMARIO
(kep/M\$2003)



Fuente: Elaboración Propia en base a información de BNE (consumos de energía) y Banco Central (GDP).

El análisis anterior se complementó con la revisión de tasas de crecimiento medio anual por período según lo que se muestra en el gráfico 9. De acuerdo a esta revisión se aprecia cómo durante la primera mitad de los años noventa la intensidad del consumo tiene tasa negativas (disminuye), para luego tener tasas positivas en la segunda mitad (aumenta). Desde el año 2000 en adelante las tasas son negativas, indicando la disminución en las intensidades energéticas. Es interesante notar que esta disminución se hace más fuerte entre el año 2000 y 2005, período durante el cual el consumo final de energía creció a una tasa media de 2%, la más baja entre 1990 y 2011, ya que entre 1990 y 2000 el consumo final creció a una tasa de 6%, y entre 2005 y 2011 creció a una tasa media anual de 2,8%.

GRÁFICO 10
TASA DE CAMBIO PROMEDIO ANUAL DE INTENSIDADES
DE CONSUMO POR PERÍODO
(En porcentajes)

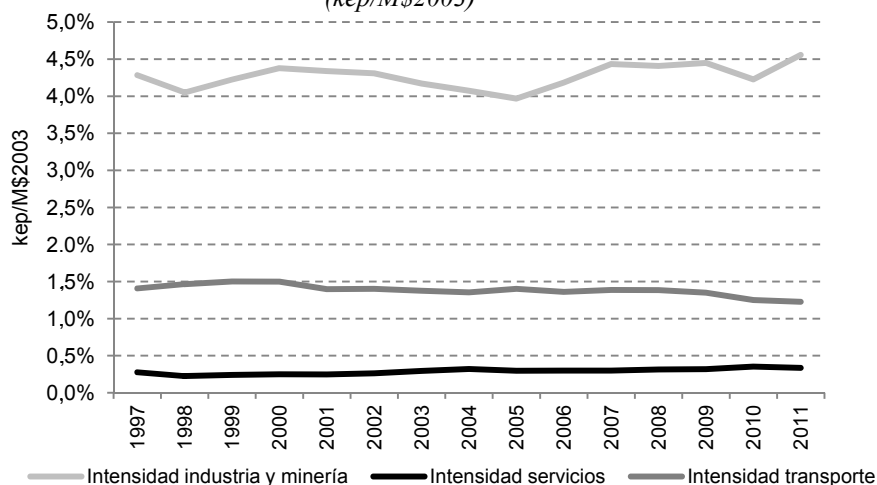


Fuente: Elaboración propia en base a información de BNE (consumos de energía) y Banco Central (PIB).

En el gráfico 10 se muestra la intensidad energética de consumo final desagregada por sector de consumo entre 1997 y 2011⁷. La intensidad energética del sector de industria y minería se obtuvo estableciendo el cociente entre el consumo final del sector industria y minería del BNE (sin incluir sector pesca) y el PIB de los sectores minería, manufactura, construcción y electricidad, gas y agua (EGA) de las cuentas nacionales, por otro lado, la intensidad energética del sector transporte se obtuvo con el cociente entre el consumo final del sector Transporte del BNE y el PIB global de Chile, y la intensidad energética del sector servicios se construyó con el cociente entre el consumo final de energía de los sectores público y comercial del BNE y el PIB del sector terciario de las cuentas nacionales. Todas las intensidades energéticas expresadas como kilogramos equivalentes de petróleo [kep] por miles de pesos del año 2003 [M\$2003].

⁷ Se seleccionó este período, ya que los consumos de energía del sector servicios (comercial y público) del BNE se disponen desde 1997.

GRÁFICO 11
INTENSIDAD DEL CONSUMO FINAL POR SECTOR
(kep/M\$2003)

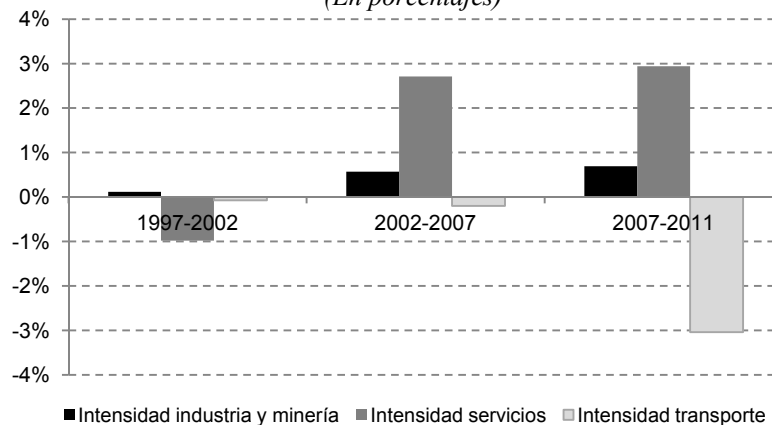


Fuente: Elaboración Propia en base a información de BNE (consumos de energía) y Banco Central (GDP).

En el gráfico 10, si bien la intensidad energética del sector transporte no es comparable con la de los sectores industria y minería y la de servicios, ya que se estableció la intensidad contra el GDP total del país, de todas formas muestra una tendencia relativamente constante en el tiempo. Por otro lado, la intensidad del consumo del sector industria y minería es en promedio cerca de 15 veces la intensidad del sector servicios, reflejando que el proceso de manufactura desde luego conlleva procesos intensivos en consumos de energía. Estas dos últimas intensidades se mueven en un rango que denota también cierta estabilidad.

Como complemento al gráfico anterior, en el gráfico 11 se estableció una revisión de tasas de crecimiento medio anual por período, ya que la escala del gráfico anterior no permite apreciar las magnitudes con que crece cada una de las intensidades. El sector industria y minería presenta un aumento sostenido en la intensidad del consumo desde el año 2002 en torno al 0,7% anual, mientras que el sector transporte muestra una tendencia a la baja con un tasa media anual de -1,4% durante los años 2002 a 2011. Destaca sobre todo el aumento de la intensidad energética del sector servicios, que desde el 2002 en promedio aumenta en torno al 2,8% anual, lo que estaría indicando que este sector se está equipando cada vez con mayor cantidad de tecnologías intensivas en consumo de energía (como climatización y usos motores).

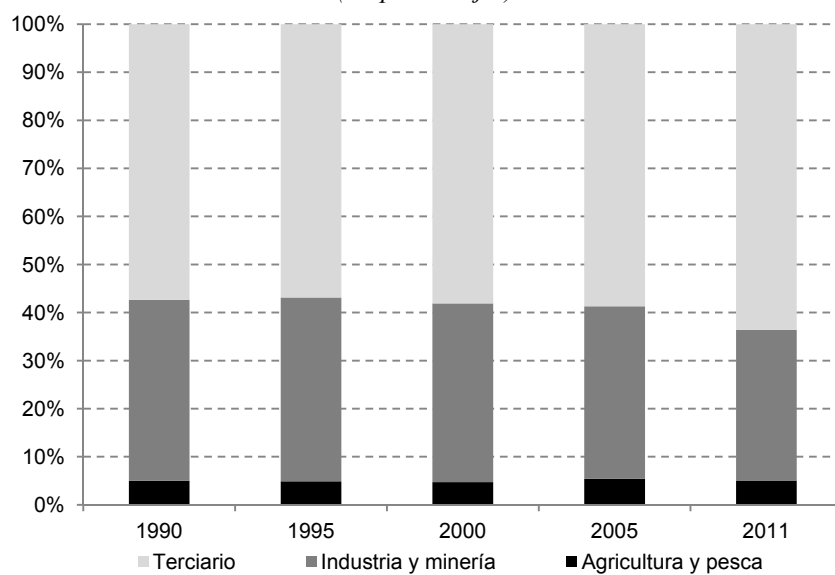
GRÁFICO 12
TASA MEDIA ANUAL POR PERÍODO DE LA INTENSIDAD DE CONSUMO FINAL POR SECTOR
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración Propia en base a información de los consumos de energía (BNE) y Banco Central (GDP).

Finalmente en el gráfico 12 se analiza la desagregación estructural del GDP de Chile. Durante este período la participación del sector terciario o servicios, aumenta su participación desde un 57% el año 1990 hasta alcanzar un 64% el año 2011, en desmedro de la participación del sector industria y minería que pasa de tener una participación de un 38% en 1990 a un 31% el 2011. Por su parte, la participación de agricultura y pesca se mantiene constante en torno al 5%.

GRÁFICO 13
EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PIB NACIONAL
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia en base a información de Banco Central de Chile.

IV. Tendencias de eficiencia energética en el sector de energía

Como ya se mencionó en el capítulo 3, en Chile existen en el sector energía los siguientes centros de transformación: refinerías, centrales eléctricas de servicio público y de autogeneración, hornos de coque y altos hornos, plantas de gas y plantas de metanol.

Históricamente los mayores consumos energéticos de los centros de transformación se han debido al consumo de petróleo crudo por parte de las refinerías⁸ pertenecientes a la Empresa Nacional de Petróleo (ENAP) y al consumo de energéticos primarios para la generación de electricidad tanto en centrales eléctricas de servicio público como de autogeneración, por lo que el análisis de esta sección se enfocará en estas dos clases de centro de transformación. El año 2011 el 95% del consumo de energía de los centros de transformación correspondió a centrales eléctricas de servicio público y de autogeneración (53%) y a refinerías (42%). El 5% de consumo energético restante correspondió a los consumos de carbón mineral y coque, en hornos de coque y altos hornos, respectivamente, que se producen en la planta acerera de Huachipato en la Ooctava región del país, al consumo de gas natural para la producción de metanol en las plantas de Methanex en el extremo austral del país, y al consumo de gas natural, biogás y GLP para la producción de gas corriente o de cañería, que aún es vendido en algunos lugares puntuales del país. Adicionalmente, hay que destacar en el sector energético de Chile, la instalación de dos plantas regasificadoras de GNL a partir del año 2009, como reacción a los recortes en los envíos de gas natural desde Argentina, en Quintero (centro del país) con una capacidad de gasificación diaria de 10 millones de m³ de gas natural y en Mejillones (norte del país) con una capacidad de 5 millones de m³ diarios.

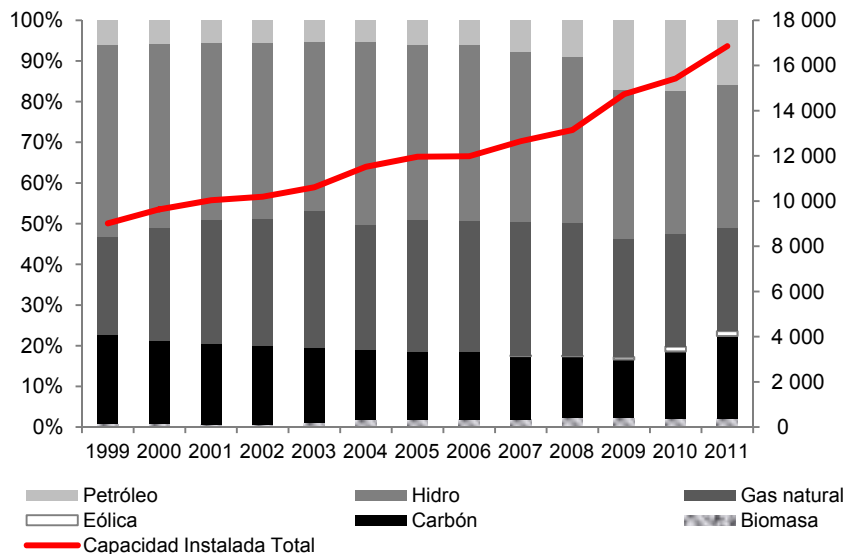
Con respecto a las centrales eléctricas, la mayor preponderancia en términos de capacidad instalada y de consumo de energía, la tienen las centrales de servicio público, las que en el año 2011 consumieron el 93% de la energía de este centro de transformación. En gráfico12 n°12 se muestra la evolución de capacidad instalada entre 1999 a 2011, para las centrales de servicio público de los mayores sistemas eléctricos del país SIC y SING⁹, en forma conjunta. La capacidad instalada en 1999

⁸ En Chile existen 3 refinerías pertenecientes a ENAP: Refinería Aconcagua con capacidad de refinación de 16.500 m³/día, Refinería Biobio con una capacidad de 18.500 m³/día y la Refinería de Gregorio con una capacidad de 2.800 m³/día.

⁹ En Chile los mayores sistemas eléctricos corresponden al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), desde la primera a la segunda región, y al Sistema Interconectado Central (SIC), desde la tercera a la décima región. A fines del 2012 la capacidad instalada del SIC correspondía a cerca de 12.800 MW y la del SING a cerca de 4.150 MW.

pasó de cerca de 9.000 MW a cerca de 16.900 MW a fines de 2011. En cuanto a la composición de la capacidad por fuente energética, destaca la disminución de capacidad hidroeléctrica que pasa desde un 47% en 1999 a un 35% el 2011, capacidad que es sustituida por una mayor participación de centrales a diesel que pasa de 6% en 1999 a un 16% en 2011. Una de las razones del menor crecimiento en centrales hídricas es la lección aprendida luego de la sequía de los años 1998-1999. Entre 1999 y fines de 2011 se construyeron cerca de 1.500 MW a carbón, 2.100 MW a gas natural, 1.700 MW hidráulicos, 2.100 MW a diesel, 270 MW a biomasa y 200 MW eólicos.

GRÁFICO 14
CAPACIDAD INSTALADA SIC + SING
(En porcentajes y MegaWatts)



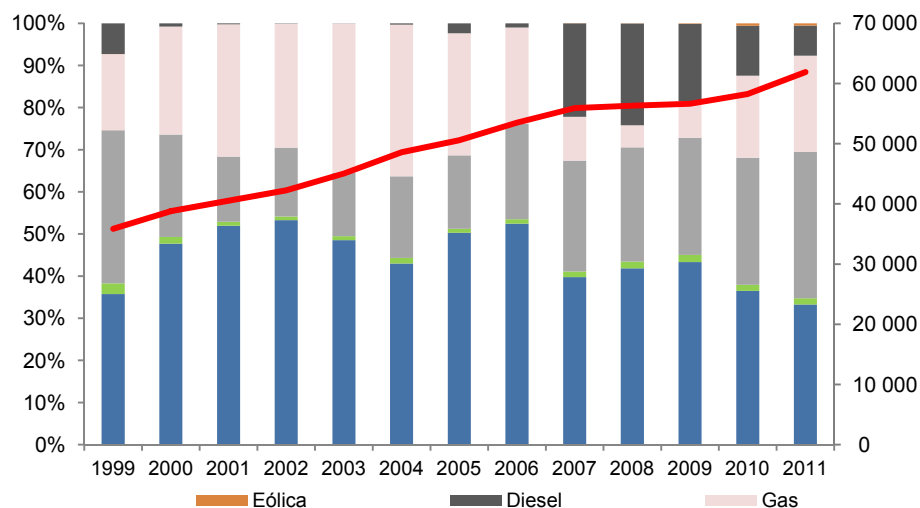
Fuente: Ministerio de Energía.

Análogo a la revisión de la evolución de la capacidad instalada SIC + SING, en el gráfico 14 se muestra la evolución de la generación eléctrica entre 1999 y el año 2000. La generación de electricidad pasa de cerca de 32.000 [GWh] en 1999 a cerca de 62.000 [GWh] el 2011, creciendo un 72% a una tasa media anual de 4,7%. Es posible notar en la figura que a partir del año 2008, se produjo un baja en la tasa de crecimiento de generación de electricidad, provocada por una baja en la demanda de electricidad influenciada por una desaceleración económica en el país, dada por la crisis financiera mundial “subprime”.

Como se indicó, la generación en base a gas natural aumentó gradualmente desde 1999 gracias a la entrada en operación de gasoductos que conectaban al país con Argentina en el SING y SIC, que sustituyó generación en base a carbón, y que llegó a tener un punto máximo de 36% de participación en la matriz de generación del año 2004, para comenzar a decaer paulatinamente, en la medida que Argentina restringió sus envíos de gas natural a Chile. Esta generación comenzó a ser sustituida con generación a base de diesel y carbón, tal como se puede apreciar en el gráfico 13. Luego, a partir de 2009, gracias a la entrada en operación de terminales de regasificación de GNL la generación a base de gas natural comenzó repuntar paulatinamente. Paralelamente es posible notar cómo la participación de generación hidráulica ha ido disminuyendo desde el año 2007, debido a años con bajos aportes hidrológicos.

Además existen 4 sistemas adicionales o autónomos en zonas extremas y aisladas: Aysén, Magallanes, Los Lagos e Isla de Pascua, con una capacidad instalada total de 160 MW.

GRÁFICO 15
MATRIZ DE GENERACIÓN ELÉCTRICA 1999-2011 DEL SIC Y SING
 (En porcentajes y MegaWatts)

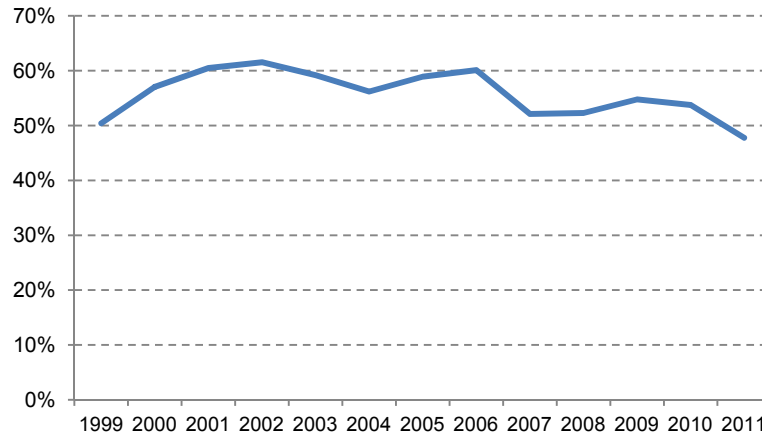


Fuente: CDEC.

En el gráfico 15 se presenta un índice de rendimiento medio del parque eléctrico SIC y SING. Este índice fue construido estableciendo el cociente entre la electricidad generada por las centrales eléctricas (fuente CDEC) y el consumo de energía de las centrales. Para las centrales hidroeléctricas y renovables, se asumió un rendimiento de 100%, es decir, el consumo de energía hidráulica o eólica de estas centrales se estableció igualándolo a su generación de electricidad. En el gráfico es posible apreciar que además de las variaciones anuales provocadas por las variaciones de hidrologías, hay una clara tendencia a la baja a partir del año 2007, luego de que se comenzaron a efectuar restricciones importantes en los envíos de gas natural desde Argentina.

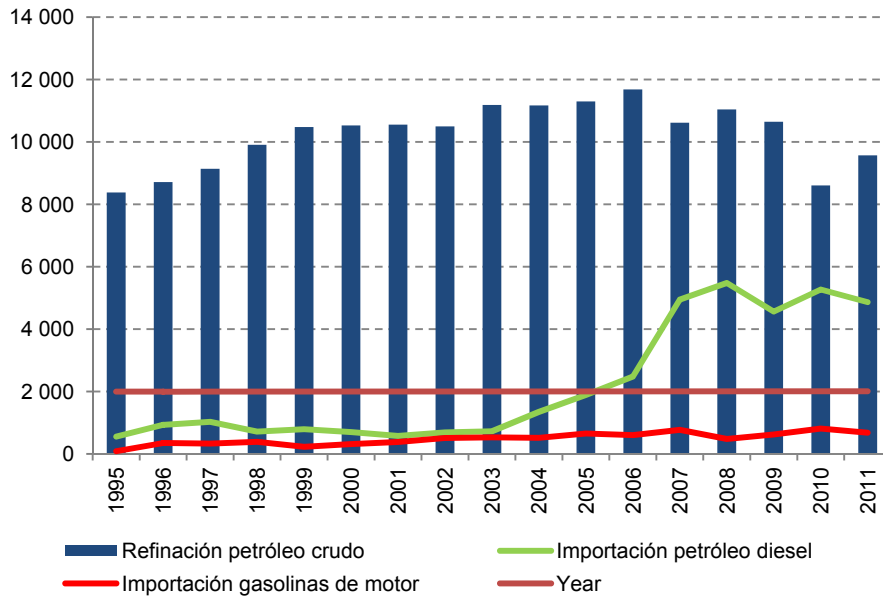
Finalmente en el gráfico 16 se muestra el nivel de refinación total de ENAP en el país durante el período 1995 a 2011. Se aprecia que el volumen total refinado en 1995 fue cerca de 8.400 [kTep], y que este volumen va aumentando anualmente, para comenzar a declinar desde el año 2008, y que llega a cerca de 9.500 [kTep] el 2011. Se observa además, que la falta de refinación de ENAP comienza a ser suplida mediante importaciones directas de diesel al país a partir del año 2004, en que comienzan a haber recortes en los envíos de gas natural desde Argentina y que como sustituto se comienza a utilizar diesel en generación eléctrica. El nivel de importación va aumentando a medida que las restricciones de envíos de gas natural desde Argentina se hacen más fuertes (2007- 2008), y luego desde el año 2009 en adelante, este volumen se estabiliza con la entrada en operación de los terminales de GNL, que nuevamente dan la posibilidad de tener generación eléctrica en base a gas natural. Adicionalmente, aunque no se nota del todo en el gráfico el nivel de importación directa de gasolinas de motor aumentó en 7,5 veces, pasando de un volumen de 90 [kTep] en 1995 a cerca de 680 [kTep] el 2011.

GRÁFICO 16
RENDIMIENTO PROMEDIO DEL PARQUE ELÉCTRICO SIC + SING
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia en base a información del BNE (consumos) y CDEC (generación).

GRAFICO 17
REFINACIÓN DE PETRÓLEO CRUDO Y NIVELES DE IMPORTACIÓN DE GASOLINAS DE MOTOR Y DIESEL
(kTep)



Fuente: Balance Nacional de Energía (BNE).

V. Tendencias de eficiencia energética en el sector de la industria y la minería

El sector de Industria y Minería de acuerdo al BNE incluye a los subsectores de Papel y Celulosa, Petroquímica, Cemento, Azúcar, Siderurgia, Pesca, Cobre, Hierro, Salitre, Industrias Varias y Minas Varias. Como se revisó en el capítulo 3, el consumo de energía de este sector en el año 2010 fue cerca de 8.759 [kTep], teniendo una tasa de crecimiento media anual de 2,8% en el período 2000–2011.

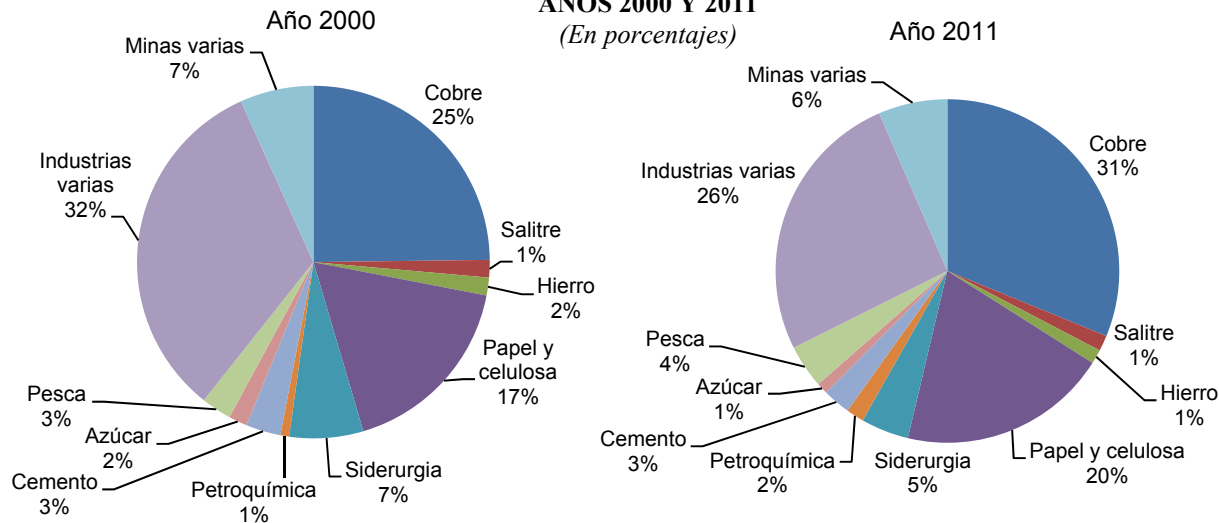
En el gráfico 17 se muestra la participación del consumo de energía de los distintos sectores en los años 2000 y 2011. Entre los principales cambios de participación de consumo, destaca el aumento en participación de la minería del cobre y minas varias, en sustitución de la participación de industrias varias. Este fenómeno tiene su explicación en que el consumo del sector minero se ha vuelto cada vez más intensivo producto del empeoramiento de la ley de minerales, la mayor dureza de los minerales a procesar y de las mayores distancias de acarreamiento en las faenas mineras.

En el resto de las figuras del presente capítulo cada vez que se muestre el consumo de energía del sector Industria y Minería, corresponderá al consumo del correspondiente sector sin incluir al subsector Pesca, ya que de acuerdo al estándar ISIC¹⁰ el consumo de éste está fuera de Industria y Minería.

En el Gráfico 18 se muestran los índices de crecimiento con base en 1990 del consumo de energía y del valor agregado (o producto económico) del sector industria y minería. El valor agregado considera la producción de minería, manufactura, construcción y de empresas de servicios básicos de electricidad, gas y agua. Es posible apreciar que entre el año 2000 y 2008 el crecimiento del valor agregado va por sobre el crecimiento del consumo de energía del sector. El crecimiento del consumo energético comienza bajo, pero desde el año 2004 comienza a aumentar hasta que el año 2008 se alcanza al crecimiento del valor agregado. A partir del año 2009, producto de la crisis financiera mundial “*subprime*” el crecimiento tanto en consumo de energía como en GDP se ve frenado, para normalizarse hacia el año 2011.

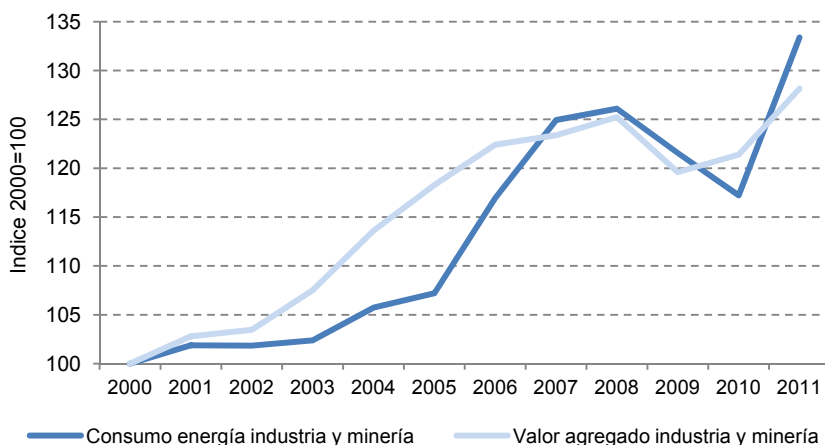
¹⁰ International Standard Industrial Classification por sus siglas en inglés, es un sistema de clasificación de las Naciones Unidas para nombrar las distintas categorías de la actividad económica de los países.

GRÁFICO 18
DESAGREGACIÓN DEL CONSUMO DEL SECTOR DE INDUSTRIA Y MINERÍA,
AÑOS 2000 Y 2011
(En porcentajes)



Fuente: Balance Nacional de Energía (BNE).

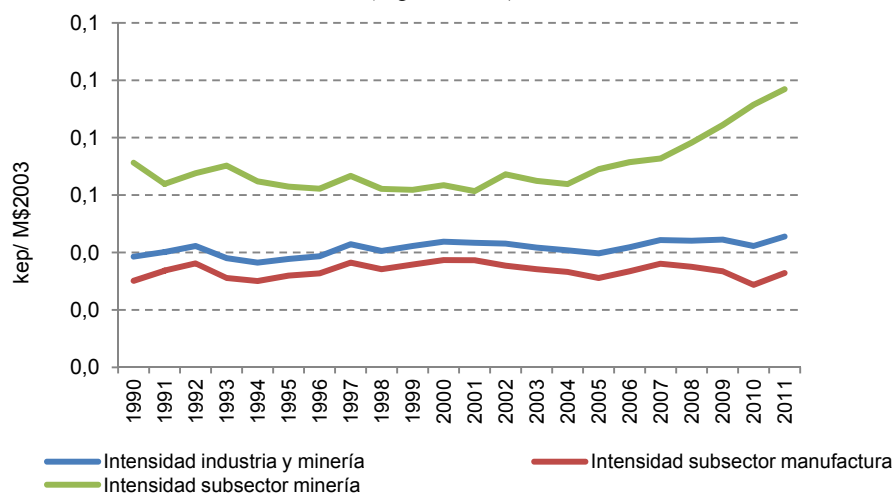
GRÁFICO 19
INDICADORES MACRO DEL SECTOR INDUSTRIA Y MINERÍA
(Base 100 en el año 2000)



Fuente: BNE (Consumo de energía) y Banco Central (GDP).

En el gráfico 19 se revisa la evolución de la intensidad energética del sector industria y minería en su conjunto, su desagregación en el subsector manufactura y subsector minería. La intensidad energética de la industria y minería en su conjunto se ha mantenido en torno a 0,4 [kep/M\$2003]. En la desagregación por subsectores, se observa que el aumento de la intensidad energética de este sector está relacionado con el sector de minería, cuya intensidad entre los años 2000 y 2011 aumenta a un 52%.

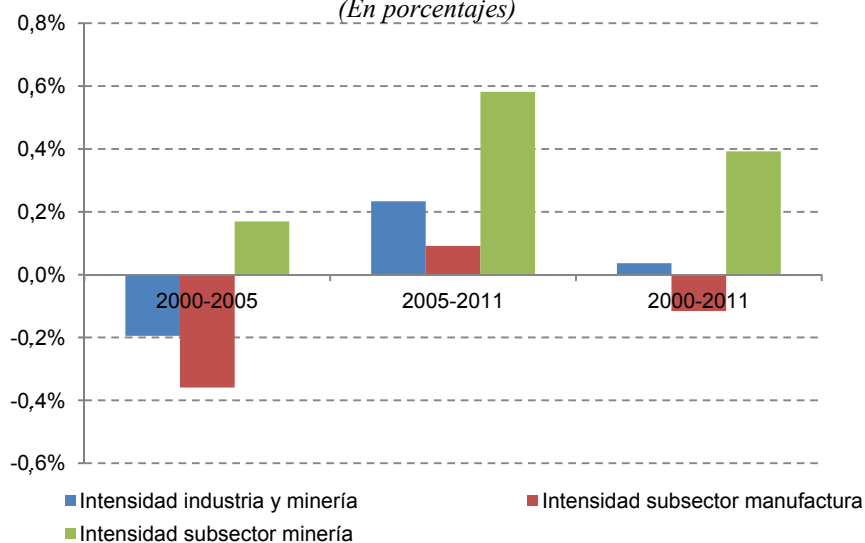
GRÁFICO 20
INTENSIDAD ENERGÉTICA DEL SECTOR INDUSTRIA Y MINERÍA
(kep/M\$2003)



Fuente: BNE (Consumo de energía) y Banco Central (GDP).

Como complemento a la información anterior, en el Gráfico20 se muestra una revisión de las tasas de crecimiento media anual de las intensidades ya señaladas, en que queda de manifiesto que en el quinquenio 2005-2010 las intensidades aumentan a tasas mayores que en el período anterior. En este punto es necesario hacer notar que pese a que la intensidad energética del consumo de la minería aumenta fuertemente, la ésta en el sector industria-minería, aumenta en menor medida debido a la participación que representa minería en el GDP conjunto (22% al año 2010) cuestión/situación que puede revisarse en la el Gráfico 24.

GRÁFICO 21
CRECIMIENTO MEDIO ANUAL DE INTENSIDAD POR PERÍODO
(En porcentajes)



Fuente: BNE (Consumo de energía) y Banco Central (GDP).

En relación a la intensidad energética de los subsectores relacionados con la Manufactura, es necesario mencionar que la subdivisión que existe entre los sectores económicos presentes en las cuentas nacionales del Banco Central, así como aquellas que se obtienen los valores agregados, no es la misma que presentan los subsectores en el Balance Nacional de Energía (BNE) expuestas en el Gráfico 17; en

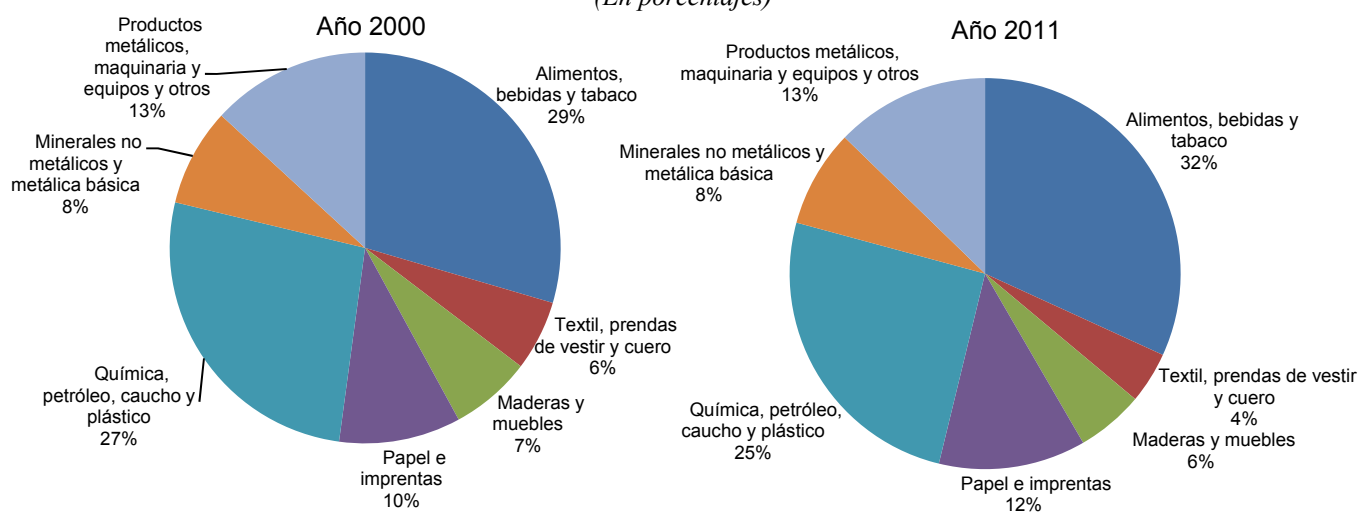
consecuencia no se puede desagregar la intensidad energética con respecto al GDP por subsectores en este sector en particular.

En el gráfico 21 se muestra la desagregación del valor agregado del sector Manufactura existente en las cuentas nacionales para los años 2000 y 2011. Puede verse que en general las participaciones sectoriales se mantienen relativamente constantes, ganando algo de participación los sectores de alimentos, bebidas, tabaco; papel e imprentas, en sustitución de los sectores química, petróleo, caucho, plástico y textil y prendas de vestir-cuero.

Como se mencionó, debido a que la desagregación del valor agregado de las cuentas nacionales y la de los consumos de energía del BNE, del subsector Manufactura no es la misma, es que tan sólo ha sido posible hacer análisis de intensidad energética relacionando los consumos de energía de los sectores con sus niveles de producción física [Tep/ton].

En el gráfico 22 se muestra la evolución de intensidad energética por unidad física producida de los sectores papel y celulosa, acero, cemento y de la minería del cobre en el período 2000 y 2010. La intensidad energética del sector cobre, acorde con el Gráfico 19, muestra la mayor alza cercana a un 32% en todo el período. La intensidad del resto de los sectores permanece en rangos relativamente estables, a excepción de la intensidad energética de la siderurgia que tiene un peak el año 2010, por los efectos que tuvo el terremoto del 27 de febrero de 2010 en Chile, que afectó seriamente las instalaciones de la planta siderúrgica de Huachipato (VIII región zona centro-sur del país), lo que redujo su producción de acero en mayor medida que su consumo de energía para ese año.

GRÁFICO 22
COMPARACIÓN DE ESTRUCTURA ECONÓMICA DE MANUFACTURA,
2000 VERSUS 2011
(En porcentajes)

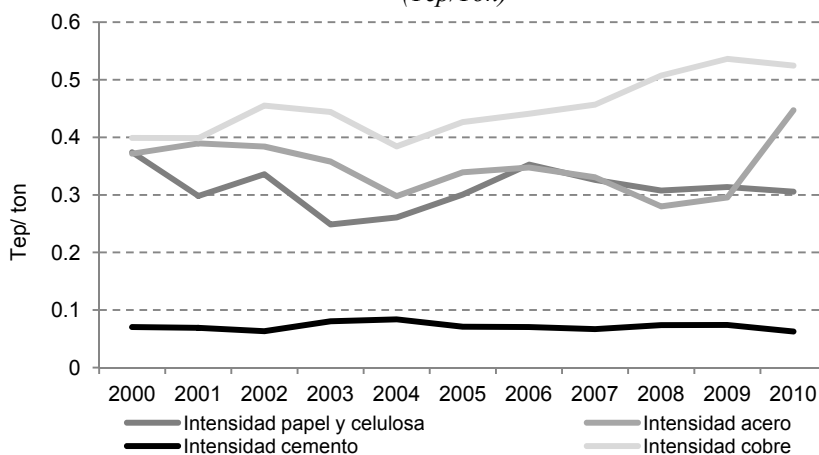


Fuente: Banco Central.

Finalmente se hace un análisis del efecto estructural del GDP en la intensidad energética global del sector, entre los años 2000 y 2011.

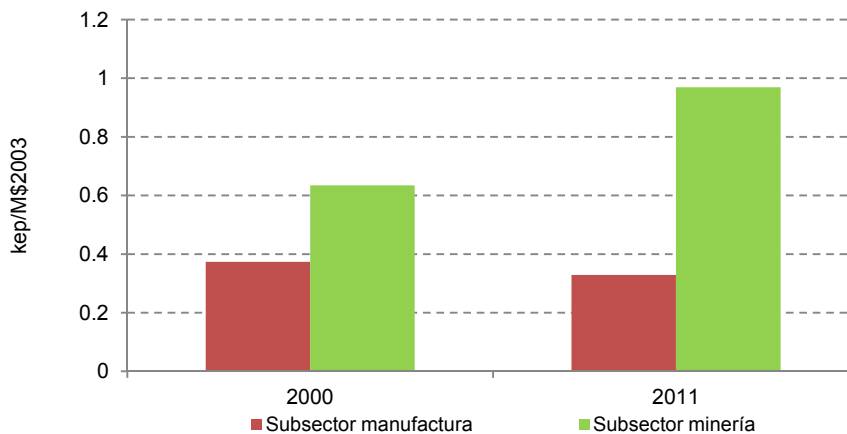
Entre los años 2000 y 2011 la intensidad energética del subsector manufacturero disminuye un 12%, mientras que en el mismo período la intensidad energética del sector minero aumenta en un 53%, de acuerdo a las intensidades que se muestran en el gráfico 23.

GRÁFICO 23
INTENSIDAD DEL CONSUMO DE SECTORES DE MANUFACTURA
(Tep/Ton)



Fuente: BNE (Consumo de energía), Cochilco (producción Cu), ICH (producción cemento), WorldSteel Association (producción acero) e INFOR (producción de papel y celulosa).

GRÁFICO 24
VARIACIÓN DE INTENSIDAD DEL CONSUMO DE MANUFACTURA
Y MINERÍA ENTRE LOS AÑOS 2000 Y 2011
(kep/M\$2003)

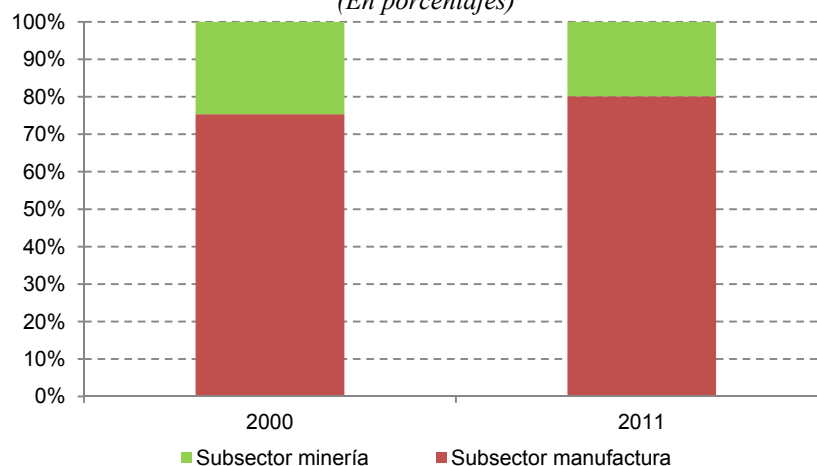


Fuente: BNE (Consumo de energía) y Banco Central (GDP).

Por otro lado, entre los años 2000 y 2011 la participación en el valor agregado conjunto de Industria y Minería del subsector Manufactura aumenta desde un 75% a un 80%, en desmedro de la participación del sector minero que baja su participación desde un 25% a un 20%, de acuerdo a las intensidades que se muestran en el gráfico 24.

GRÁFICO 25
DESAGREGACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR INDUSTRIA Y MINERÍA
ENTRE LOS AÑOS 2000 Y 2011

(En porcentajes)

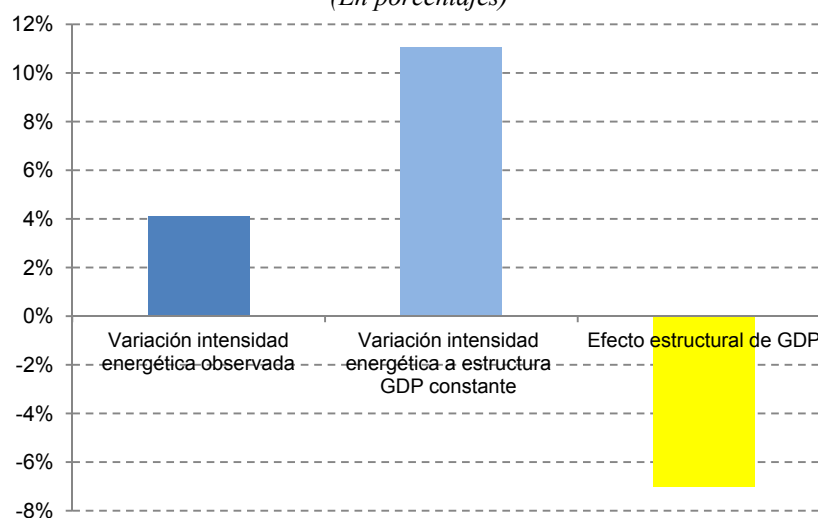


Fuente: Banco Central de Chile.

Finalmente en el gráfico 25 se produce/construye un análisis del efecto estructural del PIB en la intensidad energética global del sector entre los años 2000 y 2011. Puede apreciarse que la intensidad energética observada aumentó en un 4% en ese período. Sin embargo, si es que la estructura de PIB del año 2000 se hubiera mantenido al año 2011, este aumento de la intensidad hubiese sido de 11%, todo esto justificado en la importante alza en intensidad energética que mostró el subsector de Minería durante este período. Es decir, el cambio estructural del sector de industria y minería, en que ha crecido más el subsector manufacturero, ha aminorado en cerca de 7% el aumento de la intensidad energética de este sector.

GRÁFICO 26
VARIACIÓN DE INTENSIDAD DEL CONSUMO 2000-2011 OBSERVADA Y CORREGIDA
POR ESTRUCTURA DEL PIB

(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base a una metodología proporcionada por el Programa BIEE.

Finalmente, los principales lineamientos en eficiencia energética en este sector aparecen descritos en el Plan de Acción de Eficiencia Energética al 2020 (PAEE20), que consisten en:

- **Promover la implementación de sistemas de gestión de energía:** Se fomentará la implementación de sistemas de gestión de energía basados en la norma ISO 50.001, como así también, se fomentará la realización de auditorías energéticas, que permitan aumentar las capacidades técnicas y profesionales para la correcta implementación de las medidas de Eficiencia Energética.
- **Promover y fomentar la cogeneración:** Se diseñarán programas que permitan mejorar las ingenierías e incrementen las inversiones de sistemas de cogeneración, junto con un plan de trabajo orientado a eliminar las barreras regulatorias y así alcanzar altos niveles de penetración de la tecnología de cogeneración en Chile.
- **Fomento a la asistencia técnica a proyectos:** Se impulsará en la industria y empresas de ingeniería el diseño e implementación de nuevos proyectos con criterios de eficiencia energética, mediante asistencia técnica, cofinanciamientos y capacitaciones.
- **Incorporación de tecnologías eficientes:** Se apoyará la incorporación de nuevas tecnologías específicas y con mayores niveles de eficiencia sobre el sector, mediante la interrelación entre proveedores y consumidores, asistencias técnicas, cofinanciamientos y nuevas reglamentaciones.

VI. Tendencias de eficiencia energética en el sector residencial

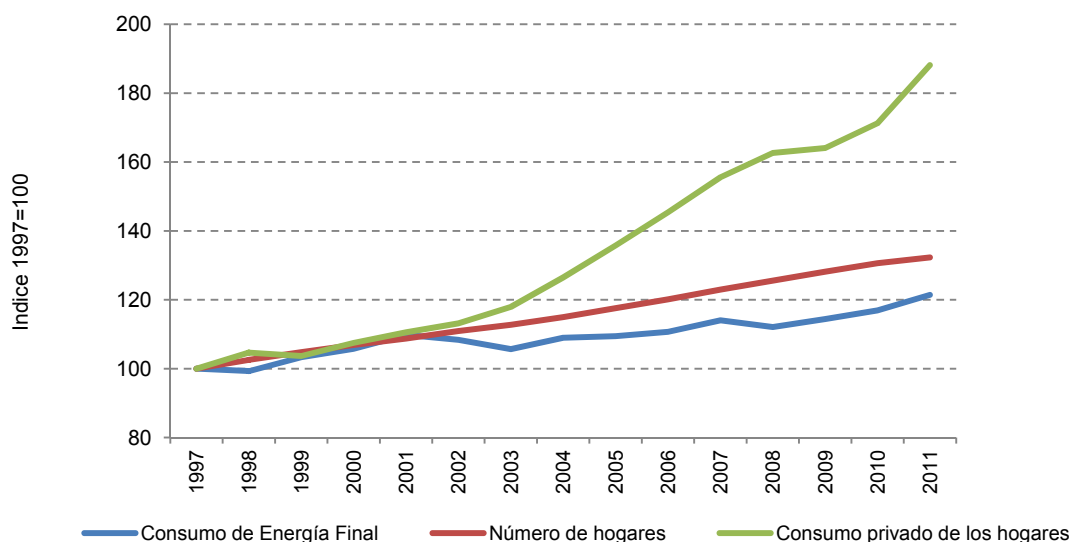
El sector de Residencial, como se revisó en capítulo 3, tuvo un consumo de energía el año 2010 de cerca de 5.300 [kTep], que representa un 21% del consumo final y tuvo una tasa de crecimiento media anual de 1,2% en el período 2000 a 2011.

En esta sección se entregará información complementaria a la información del BNE que podría explicar el consumo de energía global de este sector, que corresponden a los usos de energía para el año 2010, información que se obtuvo a partir del estudio “Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial” (elaborado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción por encargo del Ministerio de Energía), en el que se expusieron los análisis y resultados de una encuesta a más de 3.200 hogares localizados en las 7 zonas térmicas del país y con una representatividad del 95%. Este es el único estudio existente del consumo de energía residencial a nivel nacional, es por esto que los resultados vinculados a usos de energía, no podrán ser mostrados como evolución histórica y estarán referidos al año 2010 en todos los casos.

Consecuentemente, en el Gráfico 26 se muestran los índices de crecimiento con base al año 1990 del consumo de energía, número de hogares y consumo privado de los hogares¹¹. Se comprueba que hasta el año 2001 el nivel de crecimiento del número de hogares es similar al del consumo de energía del sector, y con posterioridad a este año, el número de hogares crece a mayor velocidad. Por otro lado, durante el período el gasto de los hogares crece a una tasa mucho mayor que las otras variables, y efectivamente durante este período este gasto es cada vez más preponderante en el producto interno bruto del país.

¹¹ Corresponde al consumo final de hogares y de instituciones privadas sin fines de lucro de la demanda interna nacional, expresada en pesos constantes del año 2003.

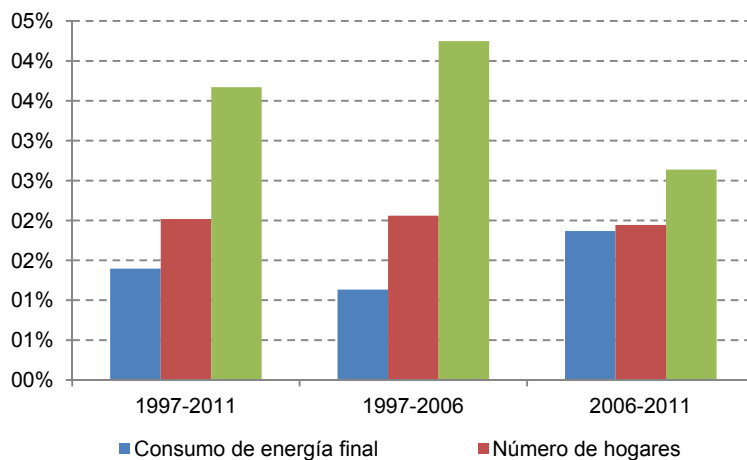
GRÁFICO 27
ÍNDICE DE CRECIMIENTO DE VARIABLES MACRO DEL SECTOR RESIDENCIAL:
CONSUMO DE ENERGÍA, NÚMERO DE HOGARES Y CONSUMO PRIVADO (MONETARIO)
(Base 100 en el año 1997)



Fuente: BNE (consumo de energía), Banco Central (Consumo privado de hogares) e INE (número de hogares).

El gráfico anterior se complementa con la revisión de las tasas medias de crecimiento por período de estas variables, de acuerdo en el gráfico 26. Durante el primer período 1997-2006, se produce especialmente la diferencia de crecimiento entre consumo de energía y número de hogares por el mayor crecimiento económico de estos años en comparación con el período posterior que se ve influenciado por la presencia de la crisis financiera mundial “*subprime*”. Otra factor a considerar en el mayor crecimiento de la cantidad de hogares por sobre el consumo de energía, es la mayor venta en el último decenio de viviendas de un solo ambiente.

GRÁFICO 28
TASAS MEDIAS ANUALES DE CRECIMIENTO DE LOS ÍNDICES DE LAS VARIABLES MACRO
DEL SECTOR RESIDENCIAL, POR PERÍODO
(En porcentajes)

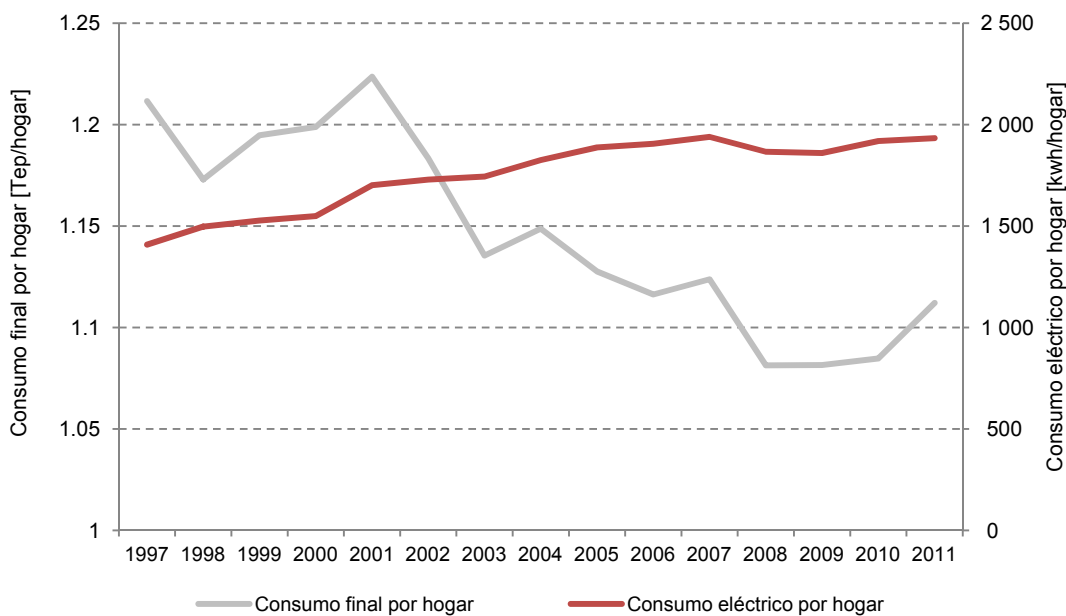


Fuente: BNE (consumo de energía), Banco Central (Consumo privado de hogares) e INE (número de hogares).

En el gráfico 28 se muestra la evolución de la intensidad del consumo por hogar de este sector tanto a nivel de consumo final, que considera todos los energéticos que se consumen en el hogar, y a nivel de consumo de electricidad solamente. La intensidad del consumo final muestra una tendencia acorde con el gráfico 25, ya que hasta el año 2001 la intensidad muestra una tendencia al alza y posterior a este año, debido a que el número de hogares crece más que el consumo de energía, la intensidad presenta una tendencia a la baja. El caso de la intensidad de electricidad, es un caso particular, ya que muestra una tendencia constante al alza, lo cual es muy similar a lo que se da en la mayoría de los países en desarrollo, en que la población al ir alcanzando un mayor nivel de ingreso, puede adquirir cada vez mayor cantidad de artefactos de uso eléctrico, lo que provoca el aumento de consumo de electricidad de los hogares y consiguientemente su intensidad de consumo. Mayores detalles sobre este punto se comentan en las conclusiones de este documento.

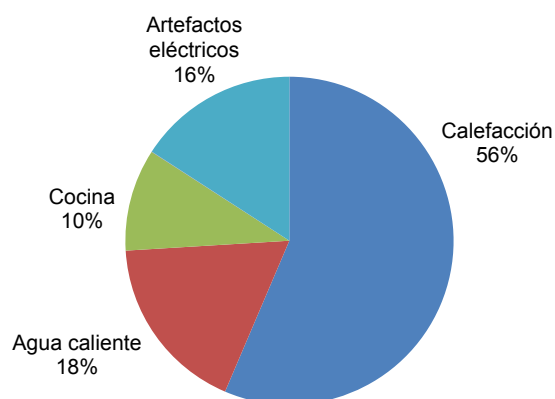
Con respecto a los usos de energía de este sector, tal como se señaló al inicio de esta sección, tienen su fuente en el estudio “Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial”, y sus resultados en forma de participación para el consumo promedio de los hogares a nivel nacional se muestran en gráfico 28, en que destacan los usos calefacción, agua caliente y de artefactos eléctricos, con participaciones del 56%, 18% y 16%, respectivamente.

GRÁFICO 29
INTENSIDAD DEL CONSUMO FINAL (TODOS LOS ENERGÉTICOS) Y DE CONSUMO DE ELECTRICIDAD, POR VIVIENDA 1997-2011
(Tep/hogar)



Fuente: Elaboración propia en base a información de BNE (consumo energía) e INE (número de hogares).

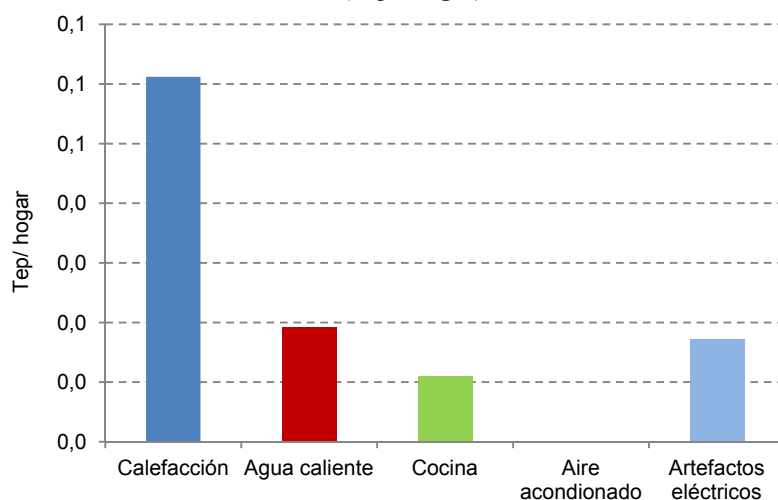
GRÁFICO 30
DESAGREGACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA PROMEDIO DEL SECTOR RESIDENCIAL
A NIVEL NACIONAL PARA EL AÑO 2010
(En porcentajes)



Fuente: “Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial” (Ministerio de Energía, 2010).

Adicionalmente en forma complementaria se muestra en el Gráfico 30 la intensidad del consumo promedio por hogar por tipo de uso.

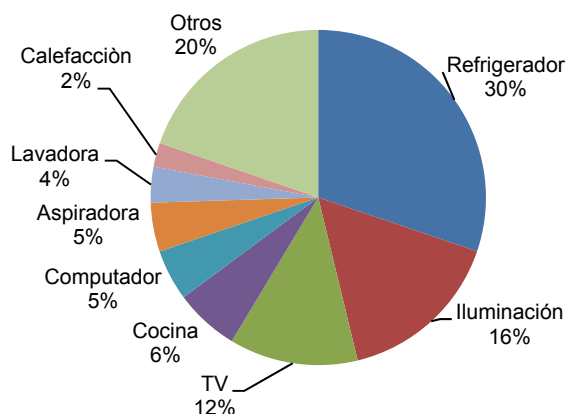
GRÁFICO 31
INTENSIDAD DEL CONSUMO POR ARTEFACTO PROMEDIO A NIVEL NACIONAL
PARA EL AÑO 2010
(Tep / hogar)



Fuente: “Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial” (Ministerio de Energía, 2010).

En el mismo estudio citado anteriormente, también se puede extraer la descomposición del consumo de electricidad en los hogares. El resultado de los usos eléctricos para un hogar promedio a nivel nacional es mostrado en el Gráfico 31, en que predominan los usos de refrigerador, iluminación y TV, con un 30%, 16% y 12%, respectivamente del total.

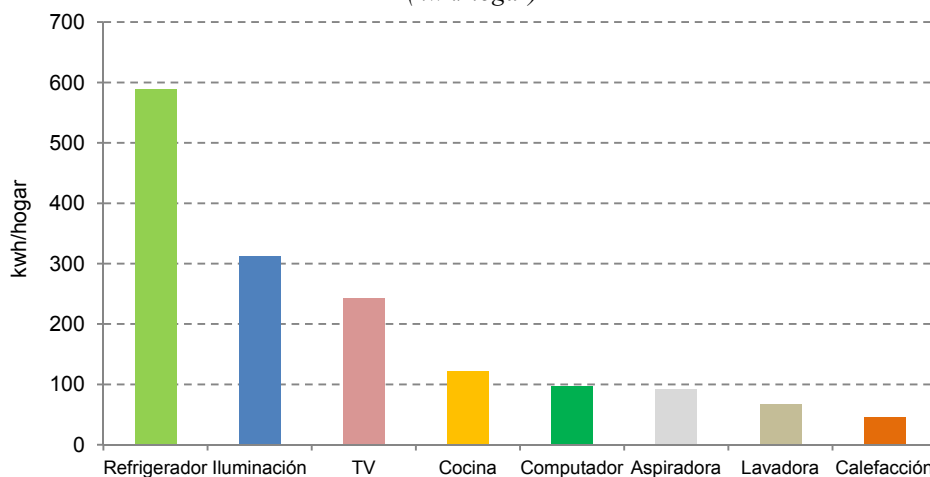
GRÁFICO 32
DESAGREGACIÓN DE USOS ELÉCTRICOS A NIVEL NACIONAL EN HOGARES
PARA EL AÑO 2010
(En porcentajes)



Fuente: “Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial” (Ministerio de Energía, 2010).

Como también se mostró para el total del consumo residencial, en el Gráfico 32 se muestra la intensidad del consumo eléctrico promedio por hogar por tipo de uso.

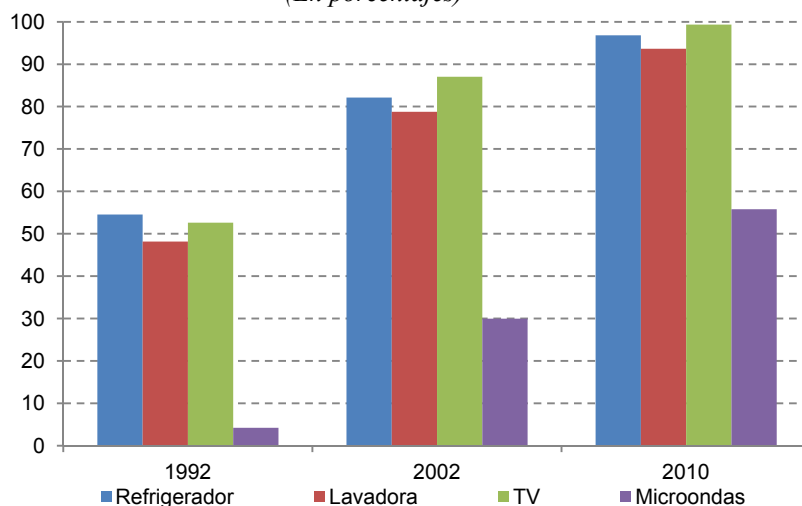
GRÁFICO 33
INTENSIDAD DEL CONSUMO DE ARTEFACTOS ELÉCTRICOS PROMEDIO
A NIVEL NACIONAL PARA EL AÑO 2010
(kwh/hogar)



Fuente: “Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial” (Ministerio de Energía, 2010).

Con respecto a la evolución de la presencia de artefactos a nivel residencial, en el Gráfico 33 es mostrado el porcentaje de hogares que cuentan con refrigeradores, lavadoras, tv y microondas, para los años 1992, 2002 y 2010. La fuente de esta información, corresponde a los censos nacionales para los años 1992 y 2002, y al ya mencionado estudio curva de Conservación de Energía del Sector Residencial para el año 2010. De la figura es posible apreciar, que en una ventana de tiempo de cerca de 20 años, se pasó de presencias inferiores a 55% en 1992 a porcentajes de presencia de artefactos sobre 93% al 2010 en todas las categorías, con excepción de microondas cuya presencia se detecta en el 56% de los hogares a nivel nacional para el año 2010.

GRÁFICO 34
PENETRACIÓN DE ARTEFACTOS EN HOGARES PARA AÑOS 1992, 2002 Y 2010,
A NIVEL NACIONAL
(En porcentajes)



Fuente: “Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial”(Ministerio de Energía, 2010) y censos 1992 y 2002 (INE).

Con respecto a la difusión de artefactos eficientes para su utilización a nivel residencial, Chile ha desarrollado el Sistema Nacional de Etiquetado. Se denomina de esta manera al programa y procesos desarrollados por el Ministerio de Energía y las instituciones relacionadas para dar a conocer la eficiencia energética de artefactos domésticos a la ciudadanía a través de etiquetas que se adhieren a los diferentes productos. Las etiquetas de eficiencia energética informan los valores de consumo de energía del artefacto, permitiendo al consumidor tomar decisiones informadas y escoger artefactos más eficientes.

En los gráficos 34 y 35, se pueden revisar la participación de ventas clase A y B en las ventas de lámparas y refrigeradores, respectivamente. En las lámparas la participación conjunta de las clases A y B en las ventas, entre los años 2007 a 2012 pasó de un 27% a un 37%, con una participación pareja entre las dos clases. Por otro lado, en los refrigeradores la participación conjunta de las clases A(A, A+ y A++) y B en las ventas, entre los años 2007 a 2012 pasó de un 90% a un 99%, con el predominio de las clases A, A+ y A++.

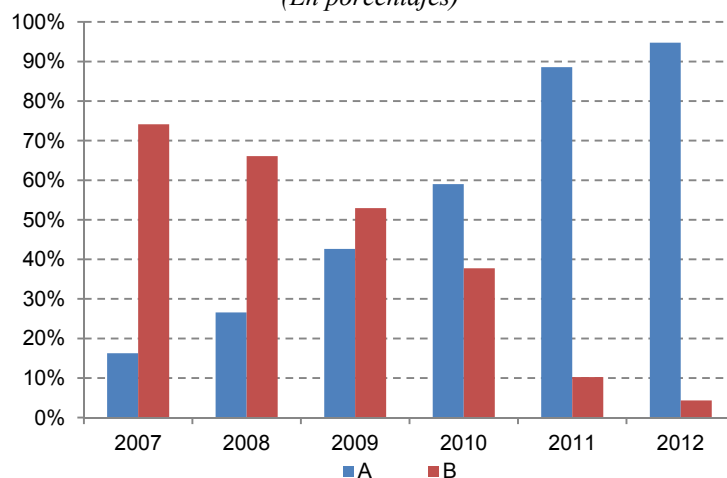
GRÁFICO 35
PARTICIPACIÓN DE CLASES A Y B EN VENTAS DE LÁMPARAS A NIVEL NACIONAL
(En porcentajes)



Fuente: Superintendencia de Electricidad y Combustibles, Gobierno de Chile.

GRÁFICO 36
PARTICIPACIÓN DE CLASES A (INCLUIDOS A+ Y A++) Y B EN VENTAS
DE REFRIGERADORES A NIVEL NACIONAL

(En porcentajes)



Fuente: Superintendencia de Electricidad y Combustibles, Gobierno de Chile.

Finalmente, los principales lineamientos en eficiencia energética en este sector, que incluye también a los sectores comercial y público, son aquellas que apuntan a disminuir, por un lado la demanda energética de las edificaciones, y por otro, el consumo energético del usuario. Aparecen descritos en el Plan de Acción de Eficiencia Energética al 2020 (PAEE20), que consisten en:

- **Mejorar la calidad energética de la envolvente y del equipamiento en edificaciones construidas sin estándares de Eficiencia Energética:** El objetivo es reducir el consumo energético de edificaciones en uso a través de su reacondicionamiento, especialmente dirigido a mejorar la eficiencia energética en el rendimiento térmico, lumínico, ventilación y hermeticidad de la construcción. Esto se logra aplicando criterios de diseño pasivo, interviniendo la composición de los elementos de la envolvente para adecuarlos al clima donde se ubique el edificio e incorporando innovación tecnológica que garantice mayor eficiencia en los equipos.
- **Promover la gestión energética eficiente de edificios:** Se desarrollarán modelos de gestión de la energía con el objetivo de instalar conocimientos y capacidades en aquellos encargados de mantener y monitorear los equipos consumidores de energía que se utilizan para alcanzar el confort ambiental o nivel de servicio adecuado en edificios.
- **Promover el diseño de edificios con alto estándar de Eficiencia Energética:** Se hace necesaria la revisión y ampliación de los requisitos mínimos exigidos en la reglamentación vigente para la construcción de edificios nuevos. En este sentido, para el sector residencial, se puso en marcha un etiquetado energético para vivienda nueva, que informará al comprador acerca de los estándares energéticos alcanzados por éstas. De manera complementaria, y con el fin de situar a la edificación pública como un referente en estándares de eficiencia energética, se potenciarán programas de apoyo a la estandarización de diseño de nuevos proyectos, que incluyen asesorías técnicas y guías de diseño, entre otras acciones.
- **Promover la oferta de productos y servicios de construcción con criterios de eficiencia:** La formación y capacitación de los actores relevantes en la cadena de la construcción permitirá aumentar la oferta disponible de productos y servicios con criterios de eficiencia energética, lo que reducirá la demanda y consumo de energía del edificio en su ciclo de vida.
- **Promover la Eficiencia Energética en alumbrado de vías vehiculares y zonas peatonales de áreas urbanas:** Se ha creado la unidad de coordinación de alumbrado público del Ministerio de Energía la cual, entre otras funciones, establecerá las directrices regulatorias, los criterios de

elaboración y de evaluación de proyectos de alumbrado público, liderará una línea de capacitación municipal e impulsará la elaboración de un catastro del parque existente.

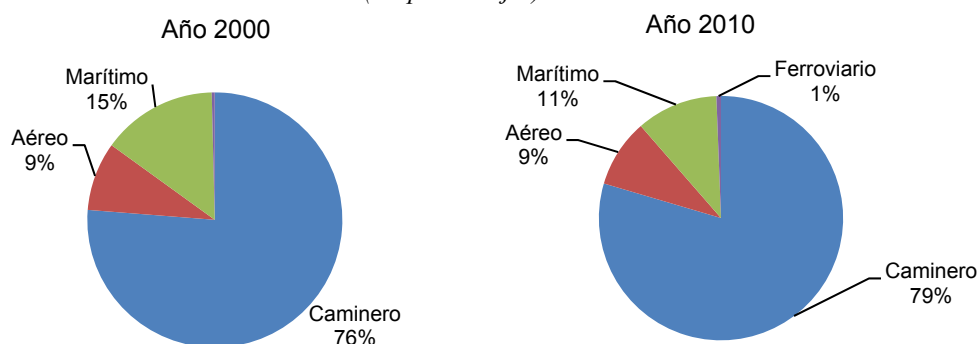
Adicionalmente a las líneas de acción señaladas, este sector incluye la certificación o etiquetado de artefactos acorde al PAEE20, para la promoción de uso de artefactos eficientes en el hogar, y también, por la instauración de estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS), para sacar del mercado las categorías de artefactos que tienen un mal desempeño o rendimiento en su consumo de energía. Finalmente, para la leña que es un energético ampliamente consumido a nivel residencial, se está trabajando en regulación/ reglamentos ministeriales, etc. que promoverán la comercialización de leña seca y la modernización del parque de artefactos que hacen uso de esta fuente energética.

VII. Tendencias de eficiencia energética en el sector transporte

El sector de Transporte, como se revisó en capítulo 3, tuvo un consumo de energía el año 2010 de cerca de 8.400 [kTep], que representa un 34% del consumo final y tuvo una tasa de crecimiento media anual de 2,0% en el período 2000 a 2011.

En el Gráfico 36 se muestra la participación del consumo de energía de los subsectores caminero, marítimo, aéreo y ferroviario en los años 2000 y 2011. La descomposición entre los cuatro modos es mantenida durante el decenio sin alteraciones sustantivas, observándose solamente pequeñas variantes como el aumento de la participación del modo caminero de un 76% a un 79%, en desmedro de la participación del modo marítimo que baja de un 15% a un 11% en el período

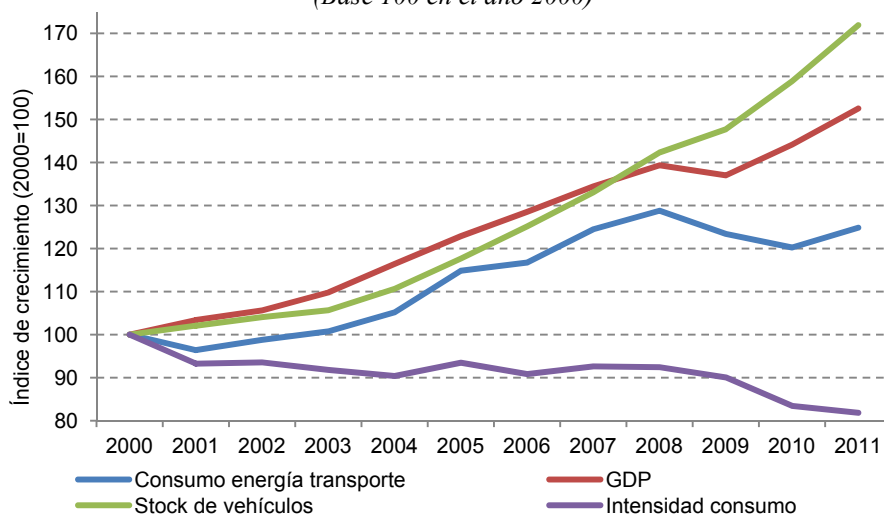
GRÁFICO 37
DESCOMPOSICIÓN DEL CONSUMO DE TRANSPORTE DE CHILE, AÑOS 2000 Y 2010
(En porcentajes)



Fuente: Balance Nacional de Energía (BNE).

Con respecto a los macro indicadores del sector transporte, en el gráfico 37 se muestran los índices de crecimiento con base en año 2000 del consumo de energía, producción económica del país (GDP) y del stock del parque¹² de vehículos en Chile. Se observa que el crecimiento del consumo de energía del sector es creciente hasta el año 2008, y luego a partir del año 2009 va decreciendo, por influencia de la crisis financiera mundial “*subprime*”, que influye especialmente en el consumo del subsector marítimo hacia la baja. Con respecto a la venta de vehículos puede observarse que aunque el año 2009 hay una desaceleración en la tasa de ventas, de todas formas durante todo el período hay una tendencia de crecimiento. Además, en este gráfico se muestra la intensidad del consumo del sector, elaborada como el cociente entre el consumo del sector transporte y el GDP nacional, por ser la variable más *ad hoc* para esta intensidad.

GRÁFICO 38
ÍNDICE DE CRECIMIENTO DE VARIABLES MACRO DEL SECTOR TRANSPORTE:
CONSUMO DE ENERGÍA, PRODUCCIÓN ECONÓMICA TOTAL NACIONAL PIB
Y STOCK DE VEHÍCULOS
(Base 100 en el año 2000)



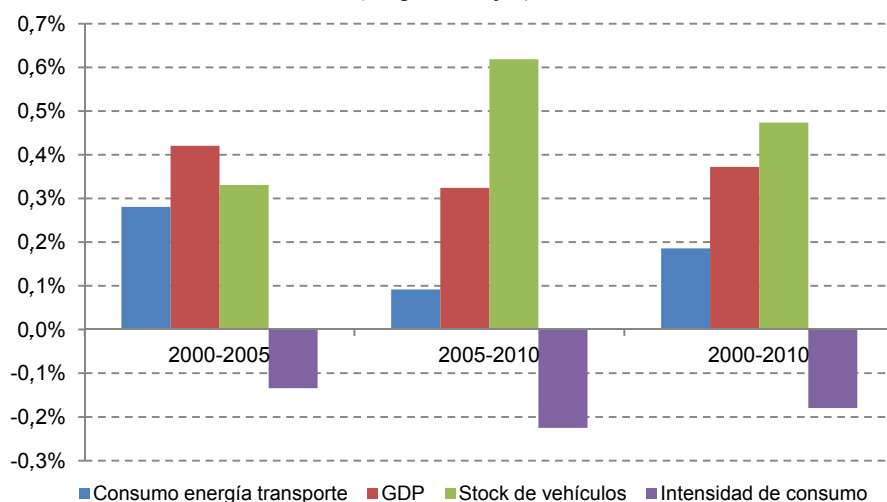
Fuente: BNE (consumo de energía), Banco Central (GDP) e INE (stock de vehículos).

El gráfico anterior se complementa con la revisión de las tasas medias de crecimiento por período de estas variables, de acuerdo al Gráfico 38. Para el consumo de energía, se observa una tasa de crecimiento que va decayendo hacia la segunda mitad del período, por las razones comentadas, y que es menor a la tasa de crecimiento del PIB en todo el período, por lo que se observa una tasa de decrecimiento para la intensidad del consumo del sector transporte, que promedia el -1,9%. Por su parte, la tendencia de ventas de vehículos aumenta en la segunda mitad del período, pasando de un crecimiento medio de 3,2% durante los años 2000 a 2005, a un 6,1% para el siguiente quinquenio 2005 al 2010.

Con respecto al análisis específico del consumo de combustible en el subsector de transporte caminero, no es posible llegar a conclusiones respecto del consumo de combustible para los distintos tipos de vehículos, ya que es imposible deducir los rendimientos del parque vehicular nacional a partir de los viajes vehiculares anuales. Este tipo de información tan especial solamente se ha estimado en diversos estudios a nivel nacional, pero no hay una fuente oficial sobre las cuales pueda ser posible sustentar la construcción/generación/creación de este tipo de indicadores.

¹² Considerando todas las categorías de vehículos de acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas (particulares, colectivos y de carga), con excepción de una pequeña porción de vehículos agrícolas e industriales, cuyos consumos de combustible, muchos a base de GLP, no están reportados en el sector de transporte del Balance Nacional de Energía.

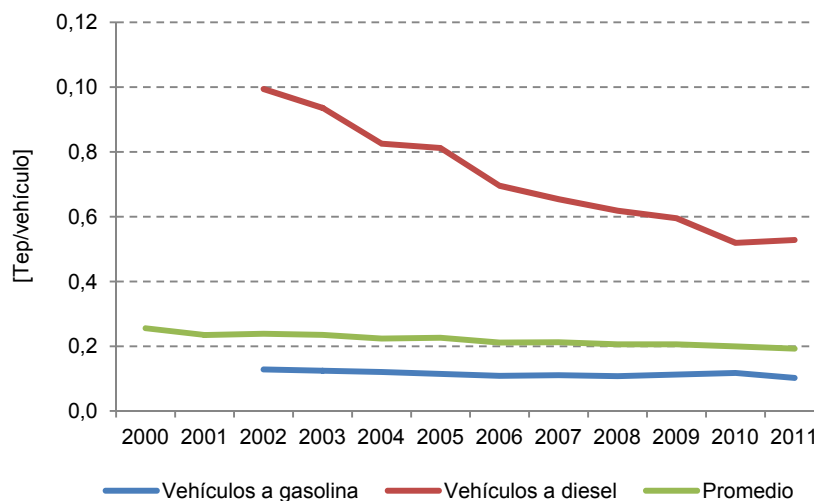
GRÁFICO 39
TASAS MEDIAS ANUALES DE CRECIMIENTO DE LOS ÍNDICES DE LAS VARIABLES MACRO
DEL SECTOR TRANSPORTE, POR PERÍODO
(En porcentajes)



Fuente: BNE (consumo de energía), Banco Central (GDP) e INE (stock de vehículos).

En este contexto, para el parque de vehículos terrestre nacional, se ha decidido establecer como indicador la intensidad del consumo promedio por vehículo, tal como se muestra en el Gráfico 39, para el período 2000 a 2011. Este indicador se obtiene del cociente entre el consumo de gasolina y diesel del sector caminero (BNE) con el parque de vehículos a gasolina y diesel (INE). La intensidad promedio para el período disminuye a un 25%, ya que el consumo de energía creció a una tasa media anual de 2,4% mientras que la tasa de crecimiento del parque de vehículos creció a una tasa media anual de 5%.

GRÁFICO 40
EVOLUCIÓN DE INTENSIDAD DEL CONSUMO POR VEHÍCULO PARA TIPOS DE GASOLINA,
DIESEL Y PROMEDIO EN CHILE
(Tep/vehículo)



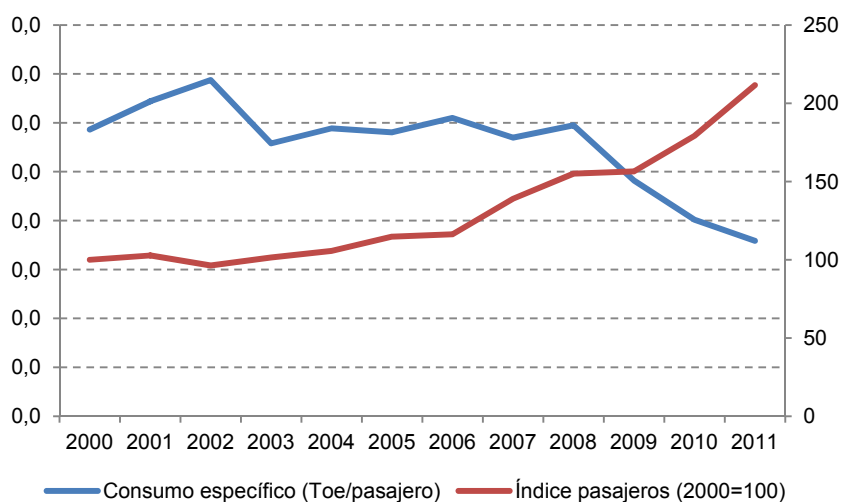
Fuente: BNE (consumo combustibles) e INE (número de vehículos).

Además, este indicador se desagrega para vehículos diesel y gasolina para el decenio 2002 – 2011, acorde a la información disponible. En el gráfico 40 puede observarse que la intensidad del consumo diesel por vehículo baja desde 10 a 5,3 Tep/vehículo. Esta disminución está explicada básicamente porque en el período considerado el parque de vehículos diesel prácticamente se triplicó, aumentando especialmente en categorías de vehículos livianos que tienen baja participación en el consumo de combustible del sector, por ello, este consumo aumentó sólo un 50%. Por su parte, el parque de vehículos a gasolina en el período crece un 50%, mientras que el consumo aumentó un 20%, es por ello que se puede apreciar una intensidad del consumo de menor fluctuación que la del parque de vehículos diesel.

Consecuentemente, es importante señalar, que en Chile el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV), comenzará a desarrollar índices de rendimiento y emisiones para el promedio de los vehículos que ingresa al parque nacional anualmente, con una metodología acorde con estándares internacionales, que permitirán hacer comparable las características del parque vehicular que ingresa a Chile con el parque que ingresa a otros países.

Para el **subsector de transporte aéreo** en el gráfico 41 se puede revisar la intensidad del consumo por pasajero, que se obtuvo haciendo el cociente entre el consumo de energía del sector transporte aéreo (BNE) y el número de pasajeros que viajaron por año tanto dentro como fuera de Chile. Puede observarse, que la intensidad del consumo se mantiene relativamente constante hasta el año 2008, y luego comienza a decrecer primero el año 2009 a causa de la crisis financiera mundial “*subprime*”, y luego, por el gran aumento en la cantidad de pasajeros, como puede verse en la misma figura.

GRÁFICO 41
EVOLUCIÓN DE INTENSIDAD DE CONSUMO POR PASAJERO DEL TRANSPORTE AÉREO
E ÍNDICE DE PASAJEROS NACIONALES E INTERNACIONALES
(Tep/pasajero y base 100 en el año 2000)



Fuente: BNE (consumo de combustible) y Banco Mundial (pasajeros internacionales y nacionales de Chile).

Los principales lineamientos en eficiencia energética en este sector aparecen descritos en el Plan de Acción de Eficiencia Energética al 2020 (PAEE20), que consisten en:

- **Mejorar la eficiencia energética de vehículos livianos y medianos que ingresan al parque vehicular:** Se incentivará la compra de vehículos eficientes a través de la promoción de estándares de eficiencia energética y mecanismos de información para lograr un parque vehicular moderno y de bajo consumo energético, esto es un objetivo prioritario a implementar en el mediano plazo.
- **Mejorar la eficiencia de operación del parque de vehículos de transporte de pasajeros:** Se proporcionará capacitación a los choferes de flotas de transporte de pasajeros con técnicas de

conducción eficiente y uso de sistemas de gestión de flotas que permitan mejorar la operación y disminuyan el consumo de combustible en el parque de vehículos de pasajeros.

- **Fomentar la introducción de tecnologías más eficientes en el parque de vehículos pesados:** Se promoverá el uso de dispositivos aerodinámicos y sistemas de control de la presión de neumáticos, entre otras mejoras tecnológicas que incrementarán la eficiencia energética del parque actual.
- **Mejorar la eficiencia del parque actual de vehículos pesados:** Proporcionar capacitación a los choferes con técnicas de conducción eficiente y uso de sistemas de gestión de flotas permitirá mejorar la operación y disminuir el consumo de combustible en el parque de vehículos pesados.
- **Fomentar la eficiencia energética a lo largo de la cadena logística:** Se desarrollarán mecanismos que permitan superar las barreras de inversión para proyectos de eficiencia energética en pequeñas y medianas empresas de transporte de carga y se entregará asistencia técnica a la gestión de flotas.
- **Incentivar el cambio hacia transporte más eficiente:** Consiste en promover y cuantificar el impacto de ahorro energético por el uso de transporte más eficiente que incluye la promoción del transporte público y modos no motorizados.
- **Iniciación a la movilidad eléctrica:** Este cambio tecnológico debería tener un importante impacto en la eficiencia energética, ya que aunque produzca un mayor consumo de energía eléctrica, reduce el consumo energético total, gracias a la eficiencia de los vehículos eléctricos en comparación a la de los vehículos con motores tradicionales.

VIII. Conclusiones y recomendaciones

El presente documento ha realizado un completo análisis tendencial del consumo de energía de Chile, por medio del desarrollo de indicadores de intensidad del consumo de energía con respecto a una variable clave, tanto a nivel macroeconómico como a nivel de los distintos sectores de consumo.

A nivel de análisis macroeconómico, la intensidad del consumo final global de Chile en el período de los años 2000 - 2011 ha ido en decrecimiento, ya que a partir del año 2000 el GDP ha crecido a una mayor tasa que el consumo de energía, lo que ha significado que la intensidad energética en este tiempo haya bajado un 15%.

Las causas que han provocado esta tendencia en la intensidad del consumo final global de Chile son una combinación de diversas variables tales como: variación en la estructura económica local, crecimiento económico global que fija precios de *commodities* que impactan nuestra economía, precios de la energía y combustibles, eficiencia energética en los distintos sectores de consumo, disponibilidad de fuentes energéticas, desarrollo tecnológicos de la industria, entre otras.

Como una manera de poder llegar a un mejor entendimiento de las causas que afectan la intensidad del consumo final global, se realizó un análisis de tendencia a nivel de los distintos sectores de consumo. Los principales resultados que se han extraído se resumen a continuación y por sectores:

- **Sector Industria y Minería:** La intensidad del consumo promedio de este sector durante el período de los años 2000 al 2011 fue de 0,43 [kep/M\$2003], creciendo en este tiempo un 4%. En este período la intensidad del subsector minero creció un 52%, mientras que la intensidad del subsector industria (manufactura) disminuyó un 12%. Al 2011 la participación de manufactura en el GDP de este sector representó un 80%, y si se hubiera mantenido a este año la participación que tenía en el año 2000 (75%), el aumento de la intensidad del sector industria y minería, en lugar de haber aumentado un 4%, hubiese crecido 11%.
- **Sector Residencial y Servicios:** La intensidad del consumo promedio nacional del sector residencial durante el período de los años 2000 al 2011, muestra una baja de intensidad del consumo en torno a un 7%, llegando a 1,11 [Tep/hogar] al año 2011. Sin embargo, el consumo de electricidad de los hogares ha aumentado en la década 2000 y 2011 cerca de 54%, gatillando que la intensidad del consumo de electricidad en este tiempo aumente a un 25%, llegando a 1.934 [kwh/hogar-año], lo que indica un mayor equipamiento en artefactos eléctricos en los hogares. Por su parte la intensidad del sector servicios en este período aumentó 36%, alcanzando 0,033 [kep/M\$2003] al 2011, indicando que este sector también en esta década se habría equipado con artefactos que aumentarían su nivel de consumo de energía.

- Sector Transporte:** La intensidad del consumo promedio del sector transporte nacional que considera los subsectores caminero, aéreo, ferroviario y marítimo, durante el período de los años 2000 al 2011, muestra una baja en torno al 18%, llegando al año 2011 a una intensidad de 0,12 [kep/M\$2003], influenciada por la crisis financiera mundial “*subprime*” que movió a la baja el consumo del subsector marítimo al disminuir el comercio internacional. Por otra parte, se analizó también la intensidad del consumo del subsector de transporte caminero, y se estableció que en la década de los años 2000-2011 disminuyó un 25%.

El cuadro 2 resume las intensidades de consumo calculadas en los distintos niveles al año 2011, junto a las variables que la determinan, mostrando también la tasa de crecimiento medio anual de los años 2000- 2011, para facilitar la comprensión de las razones que explicarían la tendencia en las intensidades de consumo calculadas.

CUADRO 2
RESUMEN DE INTENSIDADES DE CONSUMO ESTIMADAS
PARA LOS DISTINTOS NIVELES REVISADOS

	Valor 2011	Unidad	Crecimiento medio anual 2000 - 2011
Sector Global			
Consumo de energía	25,691	[kTep]	2,4%
GDP	71,096,855	[MM\$2003]	3,9%
Intensidad de consumo	0,36	[kep/M\$2003]	-1,5%
Sector Industria y Minería (39% de consumo final al 2011)			
Consumo final de energía total	9,623	[kTep]	2,7%
GDP	21,113,555	[MM\$2003]	2,3%
Intensidad de consumo	0,46	[kep/M\$2003]	0,4%
Subsector Industria (60% de consumo Industria y Minería al 2011)			
Consumo final de energía total	5,561	[kTep]	1,7%
GDP	16,921,053	[MM\$2003]	2,9%
Intensidad de consumo	0,33	[kep/M\$2003]	-1,2%
Subsector Minería (40% de consumo Industria y Minería al 2011)			
Consumo final de energía total	4,062	[kTep]	4,2%
GDP	4,192,502	[MM\$2003]	0,3%
Intensidad de consumo	0,97	[kep/M\$2003]	3,9%
Sector Residencial (21% de consumo final al 2011)			
Consumo final de energía total	5,491	[kTep]	1,3%
Consumo final de electricidad	9,549	[GWh]	4,0%
Hogares	4,938	[Mil hogares]	2,0%
Intensidad de consumo	1,11	[Tep/hogar]	-0,7%
Intensidad del consumo eléctrico	1,933,74	[Kwh/hogar]	2,0%
Sector Servicios (6% de consumo final al 2011)			
Consumo final de energía total	1,448	[kTep]	7,7%
GDP	42,800,577	[MM\$2003]	4,7%
Intensidad de consumo	0,03	[kep/M\$2003]	2,8%
Sector Transporte (34% de consumo final al 2011)			
Consumo final de energía total	8,719	[kTep]	2,0%
GDP	71,096,855	[MM\$2003]	3,9%
Intensidad de consumo	0,12	[kep/M\$2003]	-1,8%
Subsector Transporte Caminero (80% de consumo Transporte al 2011)			
Consumo de gasolina y diesel	6,861	[kTep]	2,4%
Vehículos a gasolina y diesel	3,566,405	[vehículos]	5,0%
Intensidad de consumo	1,92	[Tep/vehículo]	-2,5%

Fuente: Elaboración propia a partir de la Base de Datos desarrollada en el marco del Programa BIEE.

Es importante destacar que en el cuadro anterior para los sectores industria y minería y para el sector servicios, se utilizó como variable explicativa de la intensidad al GDP de los respectivos sectores. Por lo tanto, las intensidades de ellos son comparables y estarían entregando la información de consumo necesario para producir una unidad de GDP. Por esta razón, es que en términos energéticos es “más cara” la producción económica en minería que en la industria, y a su vez, estos dos sectores son más energéticamente intensivos que el sector servicios.

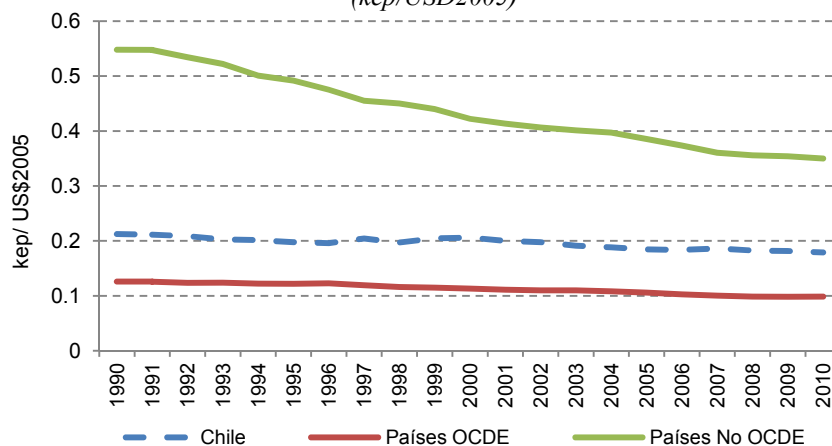
Por su parte, la intensidad del consumo del sector transporte no es comparable con la de los sectores anteriores, ya que utiliza como variable explicativa al GDP nacional, puesto que no hay otra variable más específica que pueda explicar el consumo del sector transporte considerando sus cuatro modos: caminero, aéreo, marítimo y ferroviario. Por supuesto, la intensidad del consumo del sector residencial tampoco es comparable con el resto de los sectores, al utilizar como variable explicativa el número de hogares.

Aunque por construcción no es posible descomponer matemáticamente la intensidad del consumo final global en función de las intensidades de los sectores de consumo, lo que facilitaría el análisis para entender en detalle las razones detrás de su decrecimiento, igualmente, el análisis sectorial ha permitido establecer que los sectores que presentan una intensidad del consumo decreciente son los sectores de transporte y residencial, que en forma conjunta al año 2011 explicaban cerca del 55% del consumo final de Chile, mientras que por el contrario, el 45% del consumo final 2011, correspondiente a los sectores de industria y minería y de servicios, muestran una tendencia al alza en su intensidad de consumo.

Es necesario destacar también que durante el período de los años 2000 a 2011, los sectores que presentan un mayor crecimiento en su consumo de energía son los sectores de servicios y minería, con tasas de crecimiento anuales de 2,8% y 3,9% respectivamente. Aunque el sector servicios presenta un mayor crecimiento en consumo de energía que el sector de minería, es este último el que presenta una mayor tasa de crecimiento en intensidad energética, lo que indica que el crecimiento económico del sector servicios ha sido mayor que el de minería.

Finalmente, también es necesario recalcar que la intensidad del consumo del sector transporte, que tiene una participación importante en el consumo final (34% al año 2011), se vi mermada por el decrecimiento en el consumo del subsector marítimo, por la baja en comercio internacional mercante a partir del año 2008. Adicionalmente, la tasa de decrecimiento de la intensidad del consumo del subsector de transporte caminero, no solamente estaría indicando una mayor eficiencia en el parque automotriz entrante, sino que también, dado el importante aumento en las ventas, que se estarían adquiriendo segundos vehículos de uso no cotidiano en los hogares. Adicional al análisis de tendencia de consumo en Chile a nivel global y sectorial, se realizó una comparación de intensidad energética global entre Chile con el promedio de países OECD y no OECD.

GRÁFICO 42
EVOLUCIÓN DE INTENSIDAD ENERGÉTICA GLOBAL DE CONSUMO DEL PROMEDIO
DE PAÍSES OCDE, NO OCDE Y CHILE
(*kep/USD2005*)

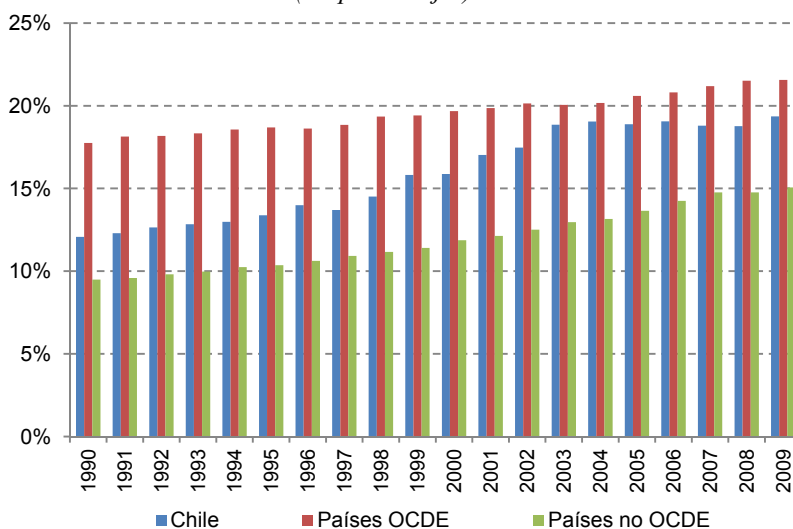


Fuente: Agencia Internacional de Energía (AIE).

En el gráfico 43 es posible visualizar que entre los años 1990 y 2010, la intensidad del consumo de países no OCDE ha disminuido un 36%, mientras que para países OCDE la intensidad del consumo ha bajado sólo un 21%. Sin embargo, para el año 2010, la intensidad promedio de países no OCDE sigue siendo cerca de 3,5 veces mayor que la intensidad promedio de países no OCDE. El nivel de intensidad de Chile, que para el año 2010 era 1,8 veces la del promedio de los países OCDE, estaría mostrando que todavía podría haber espacio para potenciar la eficiencia energética en esta dimensión. Por supuesto, esta comparación no es directa, pues el nivel de intensidad del consumo de los países dependerá del tipo de su estructura económica, y por consiguiente un país con una alta componente minera como Chile, por ejemplo, tenderá a tener mayor intensidad del consumo que países que tengan una mayor componente de servicios.

Por otro lado, en el gráfico 44 también es posible visualizar la evolución de la participación del consumo de electricidad dentro del consumo final para países OCDE, no OCDE y Chile. La participación del consumo de electricidad del país, está por sobre el promedio de países no OCDE, y en los últimos años, ha estado acercándose a la participación que muestra el promedio de los países OCDE. Al analizar el gráfico se podría establecer que la participación de electricidad, o bien, que la demanda de electricidad de Chile todavía podría seguir creciendo hasta alcanzar el nivel de países OCDE, en la medida que el país siga creciendo en su desarrollo económico.

GRÁFICO 43
EVOLUCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DE ELECTRICIDAD
EN CONSUMO FINAL DEL PROMEDIO DE PAÍSES OCDE,
NO OCDE Y CHILE
(En porcentajes)



Fuente: Agencia Internacional de Energía (AIE).

Finalmente, La División de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía de Chile luego del trabajo realizado durante el presente proyecto, que tuvo una duración de más de dos años, período durante el cual se recopiló y construyó una base de información útil de los distintos sectores del consumo y que para el desarrollo de este documento se ha seleccionado sólo una parte de ella, considera que el trabajo realizado y las capacitaciones recibidas para su desarrollo, han sido de gran utilidad para realizar un monitoreo “top-down” del consumo de energía en los distintos sectores de consumo de Chile, proceso clave para el diseño y apoyo de las diversas iniciativas (políticas y programas) que se desarrollarán en torno a los temas relacionados con la eficiencia energética de Chile y la región

En los próximos meses se espera seguir actualizando la base de datos de indicadores de eficiencia energética y se espera avanzar definitivamente hacia la conformación de una base regional, que sea útil para la comparación entre los distintos países de la región. Se cree eso sí, que para que esta

base sea exitosa, se deben reforzar las definiciones de los distintos indicadores a ser construidos para asegurar su comparabilidad entre países de la región

Finalmente, es importante destacar que para la División de Eficiencia Energética este ejercicio ha servido para confirmar lo esencial de la alineación que debe existir entre las cuentas nacionales del Banco Central y el Balance Nacional de Energía, así como de la necesidad de contar con mayor cantidad de información de operación del sector de transporte y de usos del sector servicios.

Anexo

Metodología del tratamiento de información en figuras

N°	Título	Fuente	Metodología
1	Tendencias de crecimiento GDP, Consumo Final y Consumo Primario (TPES)	BNE (Consumo Primario y Final) y Banco Central (GDP)	Se construyó un índice de crecimiento para el período 1990 - 2011, considerando al año 1990 como base del consumo final, consumo primario y del PIB. El consumo final corresponde a la suma de los consumo finales de los sectores transporte, industria y minería, residencial y servicios (sectores público y comercial) del BNE. El consumo primario se construyó como el consumo primario más las importaciones netas secundarias del BNE. El GDP corresponde a la serie de PIB nacional con fuente en las cuentas nacionales del Banco Central expresado en millones de pesos constantes del año 2003.
1a	Tasas de cambio promedio anual por período de GDP y Consumo Final	BNE (Consumo Final) y Banco Central (GDP)	Se realizó un gráfico que detalla las tasas de crecimiento medio anual para los períodos 1990-1995, 1995-2000, 2000-2005 y 2005- 2011, para el consumo final y GDP, acordes a la descripción de gráfico 1 n°1.
2	Desagregación por fuente energética del Consumo Primario	Balance Nacional de Energía (BNE)	Se construyó la serie de tiempo para el período 1990 - 2011 de consumo primario o de TPES de Chile desagregado por fuente, a partir del consumo primario más las importaciones netas secundarias, que figuran en el Balance Nacional de Energía (BNE).
3	Desagregación de consumo primario 2000 y 2010	Balance Nacional de Energía (BNE)	Se realizaron dos gráficos de torta para los años 2000 y 2010, a partir de la información levantada en gráfico 2? n°2.
4	Desagregación por fuente energética del Consumo Final	Balance Nacional de Energía (BNE)	Se construyó una serie de tiempo para el período 1990 - 2011 del consumo final, correspondiente a los consumos de los sectores transporte, industria y minería, residencial y servicios (sectores público y comercial) del BNE, con desagregación por fuente energética.
5	Desagregación de consumo final por energético años 2000 y 2010	Balance Nacional de Energía (BNE)	Se realizaron dos gráficos de torta para los años 2000 y 2010, a partir de la información levantada en gráfico 4? n°4.
6	Desagregación de consumo final por sector años 2000 y 2010	Balance Nacional de Energía (BNE)	Se realizaron dos gráficos de torta para los años 2000 y 2010, a partir de la información del Balance Nacional de Energía (BNE).

N°	Título	Fuente	Metodología
7	Intensidad Energética Consumo Final y Consumo Primario	Elaboración Propia en base a información de BNE (consumos de energía) y Banco Central (GDP)	Se construyó la intensidad energética con respecto al GDP para el período 1990 - 2011 a nivel de consumo final y primario. La serie de consumo final corresponde a consumos de los sectores transporte, industria y minería, residencial y servicios (sectores público y comercial) del BNE. La serie de consumo primario se construye a partir del consumo primario, más las importaciones netas secundarias del BNE. El GDP corresponde a la serie de PIB nacional con fuente en las cuentas nacionales del Banco Central expresado en millones de pesos constantes del año 2003.
8	Tasa de cambio promedio anual de intensidades de consumo por período	Elaboración Propia en base a información de BNE (consumos de energía) y Banco Central (GDP)	Se realizó un gráfico que detalla las tasas de crecimiento medio anual para los períodos 1990-1995, 1995-2000, 2000-2005 y 2005- 2011, para las intensidades del consumo final y primario, acordes a la descripción de figura n°7.
9	Intensidad del consumo final por sector	Elaboración Propia en base a información de BNE (consumos de energía) y Banco Central (GDP)	Se construyó la serie de intensidad energética para el período 1990 a 2011, para los subsectores Industria y Minería, Servicios y Transporte. Para el cálculo de la intensidad de industria y minería, para el consumo de energía se consideró el consumo del sector industria y minería del BNE sin considerar el sector de pesca y para el GDP se consideraron los sectores minería, manufactura, construcción y EGA (Electricidad, Gas y Agua) de las cuentas nacionales. Para el cálculo de la intensidad de servicios, para el consumo de energía se consideró el consumo de los sectores comercial y público del BNE y para el GDP se consideró el resto de las cuentas nacionales luego de construcción. Para el cálculo de la intensidad de transporte, para el consumo de energía se consideró el sector transporte completo que incluye a los modos caminero, ferroviario, marítimo y aéreo y para el GDP se utilizó al GDP nacional.
10	Tasa media anual por período de la Intensidad del consumo final por sector	Elaboración Propia en base a información de BNE (consumos de energía) y Banco Central (GDP)	Se realizó un gráfico que detalla las tasas de crecimiento medio anual para los períodos 1997-2002, 2002-2007 y 2007-2011, para las intensidades del consumo de industria y minería, servicios y transporte, acordes a la descripción de figura n°9.
11	Evolución de la estructura del GDP nacional	Elaboración propia en base a información de Banco Central	Se establece la serie de tiempo 1990 - 2011, de la desagregación del GDP entre los sectores agricultura y pesca, industria y minería y terciario, de la serie de GDP expresada en millones de pesos del año 2003. El sector agricultura y pesca está formado por los sectores silvoagropecuarios y pesca de las cuentas nacionales. El sector industria y minería está formado por los sectores minería, manufactura, EGA (Electricidad, Gas y Agua) y Construcción. El sector terciario está formado por las cuentas posteriores al sector construcción que corresponden a: comercio, restaurantes y hoteles, transporte y comunicaciones, servicios financieros, propiedad de vivienda, servicios personales y administración pública.

N°	Título	Fuente	Metodología
12	Capacidad instalada SIC + SING	Ministerio de Energía	Se construyó la serie de tiempo 1999- 2011, de la capacidad instalada conjunta de los sistemas SIC y SING, con una desagregación para las categorías hidráulica, gas natural, carbón, petróleo, biomasa y eólica. Esta información fue levantada en base a la información disponible en el Sistema de Información Estadístico del Ministerio de Energía, que a su vez está basado en información de los Centros de Despacho Económico de Carga.
13	Matriz de generación eléctrica 1999 – 2011 del SIC y SING	CDEC	Se construyó la serie de tiempo 1999- 2011, de la generación eléctrica conjunta de los sistemas SIC y SING, con una desagregación para las categorías hidráulica, gas natural, carbón, petróleo, biomasa y eólica. Esta información fue levantada en base a la información disponible en la Comisión Nacional de Energía, que a su vez está basada en información de los Centros de Despacho Económico de Carga.
14	Rendimiento promedio del parque eléctrico SIC + SING	Elaboración propia en base a información del BNE (consumos) y CDEC (generación)	Se realizó la serie de tiempo 1999- 2011 del rendimiento promedio del conjunto SIC y SING. Este rendimiento está definido como el cociente entre energía generada y la energía consumida por las centrales para la generación. Para la generación de electricidad se utilizó como fuente de información a los Centros de Despacho Económico de Carga, mientras que el consumo de energía de las centrales fue obtenido del BNE. En este cálculo para las centrales renovables hidráulicas y eólicas se ha asumido un rendimiento de 100%.
15	Refinación de petróleo crudo y niveles de importación de gasolinas de motor y diesel	Balance Nacional de Energía (BNE)	Se realizó la serie de tiempo 1995- 2011 del crudo refinado, de las importaciones de gasolina y de diesel. Toda esta información se obtuvo a partir del BNE.
16	Desagregación del consumo del sector de Industria y Minería años 2000 y 2011.	Balance Nacional de Energía (BNE)	Se realizaron dos gráficos de torta para los años 2000 y 2011, para la desagregación del consumo de energía del sector industria y minería en sus subsectores, de acuerdo al BNE.
17	Indicadores macro del sector Industria y Minería	BNE (Consumo de energía) y Banco Central (GDP)	Se construyó el índice de crecimiento del período 2000 a 2011 con base en año 2000, para el consumo de energía y para el GDP del sector Industria y Minería. Para el consumo de energía se consideró el consumo del sector industria y minería del BNE sin considerar el sector de pesca y para el GDP se consideraron los sectores minería, manufactura, construcción y EGA (Electricidad, Gas y Agua) de las cuentas nacionales.

N°	Título	Fuente	Metodología
18	Intensidad energética del sector Industria y Minería	BNE (Consumo de energía) y Banco Central (GDP)	Se construyó la serie de tiempo del período 1990 a 2011 de la intensidad del consumo del sector industria y minería y de sus subsectores minería y manufactura. La intensidad del sector industria y minería fue calculada como ha sido señalado en figura n°9. Para la intensidad del sector minería, para el consumo de energía se consideraron los sectores Cobre, Hierro, Salitre y Minas Varias del BNE y para el GDP, se consideraron los sectores cobre y resto de minería de las cuentas nacionales. Para la intensidad del sector manufactura, para el consumo de energía se consideraron los sectores papel y celulosa, petroquímica, cemento, azúcar, Industrias Varias y Siderurgia, y para el GDP se consideraron los sectores manufactura, construcción y EGA (Electricidad, Gas y Agua).
19	Crecimiento medio anual de intensidad por período	BNE (Consumo de energía) y Banco Central (GDP)	Se realizó un gráfico que detalla las tasas de crecimiento medio anual para los períodos 2000-2005, 2005- 2011 y 2000 - 2011, para las intensidades de consumo acordes a la descripción de figura n°18.
20	Comparación de estructura económica de Manufactura 2000 vs 2011	Banco Central	Se realizaron dos gráficos de torta para los años 2000 y 2011, para la desagregación del GDP del sector Manufactura de las cuentas nacionales del Banco Central.
21	Intensidad del consumo de sectores Manufactura	BNE (Consumo de energía), Cochilco (producción Cu), ICH(producción cemento), WorldSteel Association (producción acero) e INFOR (producción de papel y celulosa)	Se construyó la serie de tiempo del período 2000 a 2010 para las intensidades de consumo de energía de los subsectores cobre, siderurgia, cemento y papel y celulosa, con respecto a las producciones físicas nacionales anuales. Las intensidades de consumo se construyeron haciendo el cociente entre el consumo de energía del respectivo sector con fuente en el BNE, y la producción física con su respectiva fuente de información.
22	Variación de intensidad del consumo de Manufactura y Minería entre años 2000 y 2011	BNE (Consumo de energía) y Banco Central (GDP)	Se realizó un gráfico de barras simple de las intensidades de consumo de los sectores manufactura y minería para los años 2000 y 2011, con las especificaciones mencionadas en figura n°18.
23	Desagregación económica del sector Industria y Minería entre en años 2000 y 2010	Banco Central	Se realizó un gráfico de barras simple de las participaciones en la estructura del GDP del sector Industria y Minería, de los subsectores manufactura y minería para los años 2000 y 2011, con información basada en la serie de GDP del sector en base millones de pesos del año 2003.
24	Variación de intensidad del consumo 2000-2011 observada y corregida por estructura de GDP	Elaboración propia	Se construyó un gráfico que muestra la variación de intensidad del consumo en el período 2000 - 2011 del sector industria y minería, a nivel observado (real) y ajustado a la estructura de GDP del sector al año 2000. Para obtener la variación de la intensidad ajustada, se calcula la intensidad del consumo ajustada 2011, como el promedio de las intensidades observadas 2011 de los subsectores manufactura y minería, ponderado por sus participaciones en el GDP acordes al año 2000.

N°	Título	Fuente	Metodología
25	Índice de crecimiento de variables macro del sector residencial: Consumo de energía, número de hogares y consumo privado (monetario)	BNE (consumo de energía), Banco Central (Consumo privado de hogares) e INE (número de hogares)	Se construyó el índice de crecimiento del período 1997 a 2011 con base en 1997, para el consumo de energía residencial con fuente en el BNE, para el consumo privado de hogares con fuente en Banco Central y para el número de hogares con fuente en el Instituto Nacional de Estadísticas. Esta última serie no se encuentra con disponibilidad anual, y fue construida con información de censos para los años 1992, 2002 y 2012, mientras que la interpolación de los años internos, fue realizada utilizando como información base la estadística de permisos de viviendas nuevas.
26	Tasas medias anuales de crecimiento de los índices de las macro variables del sector residencial por período	BNE (consumo de energía), Banco Central (Consumo privado de hogares) e INE (número de hogares)	Se realizó un gráfico que detalla las tasas de crecimiento medio anual para los períodos 1997-2011, 1997-2006 y 2006-2011, para las series descritas en figura n°25.
27	Intensidad del consumo final (todos los energéticos) y de consumo de electricidad por vivienda 1997 - 2011	Elaboración propia en base a información de BNE(consumo energía) e INE (número de hogares)	Se construyó la serie de tiempo del período 1997 a 2011 para las intensidades de consumo con respecto al número de hogares del consumo final total del sector residencial y para el consumo de electricidad únicamente de este sector. Para el cálculo de las intensidades, los consumo de energía fueron obtenidos del BNE y la serie de número de hogares se construyó de acuerdo a lo indicado en figura n°25.
28	Desagregación del consumo de energía promedio del sector residencial a nivel nacional para el año 2010	“Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial” (Ministerio de Energía, 2010)	Información obtenida directamente del estudio citado en la fuente.
29	Intensidad del consumo por artefacto promedio a nivel nacional para el año 2010	“Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial” (Ministerio de Energía, 2010)	Las intensidades de consumo por artefacto fueron obtenidas a partir de Información obtenida directamente del estudio citado en la fuente y el número de hogares del año 2010.
30	Desagregación de usos eléctricos a nivel nacional en hogares para el año 2010	“Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial” (Ministerio de Energía, 2010)	Información obtenida directamente del estudio citado en la fuente.
31	Intensidad del consumo de artefactos eléctricos promedio a nivel nacional para el año 2010	“Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial” (Ministerio de Energía, 2010)	Las intensidades de consumo por artefacto fueron obtenidas a partir de Información obtenida directamente del estudio citado en la fuente y el número de hogares del año 2010.

N°	Título	Fuente	Metodología
32	Presencia de artefactos en hogares para años 1992, 2002 y 2010 a nivel nacional	“Curva de Conservación de Energía del Sector Residencial” (Ministerio de Energía, 2010) y censos 1992 y 2002 (INE)	Información obtenida directamente de fuentes citadas.
33	Participación de clases A y B en ventas de lámparas a nivel nacional	SEC	Información obtenida directamente de fuente citada.
34	Participación de clases A (incluyendo A+ y A++) y B en ventas de refrigeradores a nivel nacional	SEC	Información obtenida directamente de fuente citada.
35	Descomposición del consumo de transporte de Chile años 2000 y 2011	Balace Nacional de Energía (BNE)	Se realizaron dos gráficos de torta para los años 2000 y 2011, para la desagregación del sector transporte del BNE.
36	Índice de crecimiento de variables macro del sector transporte: Consumo de energía, producción económica total nacional GDP y stock de vehículos	BNE (consumo de energía), Banco Central (GDP) e INE (stock de vehículos)	Se construyó el índice de crecimiento del período 2000 a 2011 con año base 2000, para el consumo de energía del sector transporte global con fuente en BNE, GDP global nacional con fuente en cuentas nacionales del Banco Central, stock de vehículos con fuente en el Instituto Nacional de Estadísticas y para la intensidad del consumo con respecto al GDP del sector. La intensidad del consumo del sector se obtiene haciendo el cociente entre el consumo de energía y el GDP nacional.
37	Tasas medias anuales de crecimiento de los índices de las macro variables del sector transporte por período	BNE (consumo de energía), Banco Central (GDP) e INE (stock de vehículos)	Se realizó un gráfico que detalla las tasas de crecimiento medio anual para los períodos 2000-2005, 2005- 2010 y 2000-2010, para las series descritas en figura n°36.
38	Evolución de Intensidad de consumo por vehículo para tipos gasolina, diesel y promedio en Chile	BNE (consumo combustibles) e INE (número de vehículos)	Se elabora serie de tiempo para el período 2000 a 2011 de las intensidades de consumo promedio de vehículos a diesel y gasolina, de vehículos a gasolina y de vehículos a diesel. Las intensidades de consumo se obtuvieron haciendo el cociente entre número de vehículos a diesel y/o gasolina de todas las categorías vehiculares con fuente en el Parque de vehículos del Instituto Nacional de Estadísticas y los consumos de gasolina y diesel del subsector transporte caminero del BNE.
39	Evolución de Índice de emisiones de CO2 por vehículo en Chile en el contexto mundial	Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV)	Información obtenida directamente de fuente citada, desde el estudio "Seguimiento Ambiental del mercado automotriz chileno", segunda edición.
40	Evolución de Índice de rendimiento por vehículo en Chile en el contexto mundial	Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV)	Información obtenida directamente de fuente citada, desde el estudio "Seguimiento Ambiental del mercado automotriz chileno", segunda edición.

N°	Título	Fuente	Metodología
41	Evolución de Intensidad de consumo por pasajero e índice de pasajeros nacionales e internacionales	BNE (consumo de combustible) y Banco Mundial (pasajeros internacionales y nacionales de Chile)	Se elabora serie de tiempo para el período 2000 a 2011 de las intensidades de consumo aéreo por pasajero y el índice de crecimiento del número de pasajeros aéreos con base en año 2000. Para intensidad del consumo se hace el cociente entre el consumo del subsector aéreo del sector transporte del BNE y el número de pasajeros totales (nacionales e internacionales) con fuente en el Banco Mundial.
42	Evolución de intensidad energética global de consumo del promedio de países OECD, no OECD y Chile	Agencia Internacional de Energía (AIE)	Las intensidades de consumo final fueron obtenidas haciendo el cociente entre el consumo final de los grupos de países y sus GDP expresado en billones de dólares del año 2005, con fuente en las estadísticas de la Agencia Internacional de Energía.
43	Evolución de la participación de electricidad en consumo final del promedio de países OECD, no OECD y Chile	Agencia Internacional de Energía (AIE)	Las participaciones de electricidad de los grupos de países fueron obtenidas a partir de la desagregación por fuente energética de los consumos finales de energía con fuente en los balances de energía de la Agencia Internacional de Energía.



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)
www.cepal.org