

Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas

*residential
services
industry
transport*



Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas

AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA

La Agencia Internacional de Energía (AIE) es un organismo autónomo, creado en noviembre de 1974. Su mandato original tenía, y sigue teniendo, una doble vertiente: promover la seguridad energética entre sus países miembros mediante una respuesta colectiva a las interrupciones materiales del suministro de petróleo, e investigar y analizar fiablemente las posibilidades de garantizar una energía segura, asequible y limpia a sus 28 países miembros y a terceros. La AIE ha instaurado un programa integral de cooperación energética entre sus países miembros, cada uno de los cuales está obligado a mantener reservas de petróleo equivalentes a 90 días de sus importaciones netas. Entre las metas de la Agencia, cabe destacar los siguientes objetivos:

- Asegurar el acceso de sus países miembros a una oferta abundante y confiable de todos los tipos de energía; en especial, al mantener capacidades eficaces para responder en situaciones de emergencia en caso de interrupciones en el suministro de petróleo.
- Promover políticas energéticas sustentables que estimulen el crecimiento económico y la protección ambiental en un contexto mundial; sobre todo, en cuanto a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.
- Aumentar la transparencia de los mercados internacionales mediante la recopilación y el análisis de datos sobre energía.
 - Apoyar la colaboración mundial en tecnología energética para asegurar el suministro futuro de energía y moderar sus efectos sobre el medio ambiente; por ejemplo, mediante una mejor eficiencia energética y el desarrollo y utilización de tecnologías con baja emisión de carbono.
 - Hallar soluciones para los desafíos a que en materia de energía se enfrenta el planeta, a través de la participación y el diálogo con países no miembros, la industria, los organismos internacionales y otros interesados directos.

Países miembros de la AIE:

Alemania
Australia
Austria
Bélgica
Canadá
Corea
Dinamarca
España
Estados Unidos
Estonia
Finlandia
Francia
Grecia
Hungría
Irlanda
Italia
Japón
Luxemburgo
Noruega
Nueva Zelanda
Países Bajos
Polonia
Portugal
Reino Unido
República Checa
República Eslovaca
Suecia
Suiza
Turquía



**International
Energy Agency**
Secure
Sustainable
Together

© OCDE/AIE, 2015

International Energy Agency
9 rue de la Fédération
75739 Paris Cedex 15, France

Por favor, tome debida nota de que esta publicación está sujeta a restricciones específicas que limitan su uso y distribución.

Los términos y condiciones están disponibles en Internet en: www.iea.org/t&c/

La Comisión Europea también participa en el trabajo de la AIE.

Prefacio

Desde 1997, la Agencia Internacional de Energía (AIE) viene publicando informes sobre el impacto que tienen las tendencias de eficiencia energética en el consumo final de energía, mediante el uso de indicadores de eficiencia energética. Durante este periodo, la AIE junto con otros expertos en eficiencia energética, ha liderado el desarrollo de indicadores de eficiencia energética, trabajando estrechamente con países y actores clave, con el fin de mejorar la adquisición de datos relacionados con el uso final de energía. El *Manual de Estadísticas Energéticas (Energy Statistics Manual)* (AIE, 2005), *Oil Crises and Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA Countries* (AIE, 2004) y *Energy Use in the New Millennium* (AIE, 2007) son ejemplos de los resultados de tal colaboración.

Visto como un recurso energético, la eficiencia energética tiene el potencial excepcional de contribuir a largo plazo simultáneamente a la seguridad energética, al crecimiento económico, e incluso a una mejora de la salud y el bienestar; en particular constituye un medio clave para reducir las emisiones de gas de efecto invernadero (GEI).

Al reducir o limitar la demanda de energía, las medidas de eficiencia energética pueden aumentar la resiliencia ante una serie de riesgos, como el incremento en los precios de la energía y su volatilidad, el estrés sobre la infraestructura, y las interrupciones en los sistemas de abastecimiento energético.

The Energy Efficiency Market Report (AIE, 2013) destaca el lugar que ha alcanzado la eficiencia energética como recurso energético, y el papel crítico que ésta juega en el mercado global de la energía. Se concluye que en varios países de la AIE, las inversiones en eficiencia energética han conducido a reducciones de la demanda energética que superan el aporte de cualquier otra fuente. Esto apunta a que la eficiencia energética no es meramente un combustible oculto, sino de hecho, el "principal combustible". Los indicadores de eficiencia energética son utilizados para cuantificar la dimensión que adquiere este combustible oculto. Para una mejor comprensión sobre los factores impulsores y el potencial de la eficiencia energética, es importante desarrollar y mantener indicadores de eficiencia energética consistentes, brindando así información solvente a los procesos de toma de decisiones para el establecimiento de políticas, de forma que se adapten mejor a los objetivos nacionales e internacionales. Aún así, la elección y desarrollo de indicadores apropiados para sustentar la generación de políticas no es tan sencillo.

La publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas (Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making)*, junto con la publicación complementaria *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos (Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics)* (AIE, 2014) pretenden suministrar las herramientas necesarias para el inicio o subsiguiente desarrollo de indicadores potentes para apoyar la generación de políticas efectivas de eficiencia energética. La publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos (AIE, 2014)* está dirigida a profesionales en estadística y analistas de energía involucrados en la adquisición de la información necesaria para la definición de indicadores energéticos.

La publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas* busca proporcionar a los analistas de energía las herramientas necesarias para determinar las áreas prioritarias en la definición de

indicadores de eficiencia energética (IEE), así como seleccionar y definir aquellos datos e indicadores que mejor ayuden a la generación de políticas de eficiencia energética. La información obtenida gracias a estos indicadores ayudará a los responsables de la toma de decisiones a establecer objetivos de eficiencia energética y al seguimiento de los avances para alcanzar dichos objetivos.

Este informe se publica bajo mi autoridad como Directora Ejecutiva de la AIE.

Maria van der Hoeven

Directora Ejecutiva
Agencia Internacional de Energía

Reconocimientos

Esta publicación fue preparada por el Directorio de Políticas y Tecnologías de Energía Sostenible de la Agencia Internacional de Energía (PTS). Didier Houssin, Director de PTS; Jean-Francois Gagne, a cargo de la División de Políticas en Tecnología Energética; y Jean-Yves Garnier, a cargo del Centro de Información Energética, por su importante contribución mediante guías y comentarios.

Nathalie Trudeau (anteriormente colega en la AIE) fue la líder del proyecto y tuvo la responsabilidad global en el diseño y desarrollo del estudio. Emer Dennehy asumió la responsabilidad de completar el proyecto, supervisando la elaboración del borrador final y el proceso de producción. También se contó con importantes contribuciones de Taejin Park, Cecilia Tam y Robert Tromop. El trabajo también se benefició a través de la experiencia de varios colegas de la AIE, en particular Nina Campbell, François Cuenot, Davide D'Ambrosio, Araceli Fernandez, Assen Gasharov, Marc LaFrance, Roberta Quadrelli y Kira West. Con el apoyo para la publicación de Sharon Burghgraeve, a quien también se reconoce y agradece. Erin Crum realizó la copia y edición del manuscrito con el apoyo de Cheryl Haines. La asistencia de producción estuvo en manos de la Oficina de Comunicación e Información de la AIE: Jane Barbieri, Astrid Dumond, Angela Gosmann, Muriel Custodio y Bertrand Sadin. David Morgado ayudó a revisar la traducción del documento.

El trabajo fue guiado por Comité de Tecnología e Investigación en Energía. Se reconocen y agradecen los aportes y sugerencias por parte de los miembros de éste comité; así como de otros funcionarios de gobierno de la AIE.

Un gran número de revisores proporcionó valiosos aportes al análisis presentado. Entre ellos:

Heidelinde Adensam, Federal Ministry of Economy, Family and Youth, Austria

John Appleby, Natural Resources Canada

Chris Bayliss, International Aluminium Institute

Wolfgang Bittermann, Statistics Austria

Didier Bosseboeuf, ADEME, France

Ann Christin Bøeng, Statistics Norway

Moon-Sun Choi, Korea Energy Economics Institute

Hein Dang, Energy Efficiency and Conservation Authority, New Zealand

Pilar de Arriba Segurado, Institute for Diversification and Saving of Energy, Spain

Albert Dessi, Department of Industry, Australia

Alessandro Federici, Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development

Carlos García Barquero, Institute for Diversification and Saving of Energy, Spain

Jesus Pedro Garcia Montes, Institute for Diversification and Saving of Energy, Spain

Géraldine Grosjean, SPW, Belgium

Andreas Haider Mag, Federal Ministry of Economy, Family and Youth, Austria

Rurik Holmberg, Swedish Energy Agency

Sung Moon Jung, International Partnership for Energy Efficiency Cooperation

Richard Longman, Department of Infrastructure and Transport, Australia
Baya Kieffer, African Energy Commission
Shigeru Kimura, The Institute of Energy Economics, Japan
Ron Knapp, International Aluminium Institute
Tabea Kolbel, Business and Industry Advisory Committee to the OECD
Bruno Lapillonne, Enerdata
Carlos López López, Institute for Diversification and Saving of Energy, Spain
Yuji Matsuo, The Institute of Energy Economics, Japan
Gene McGlynn, Department of Industry, Australia
Roeland Mertens, EuroStat
Gergana Miladinova, European Commission, DG ENER
Nils Olof Nylund, VVT Technical Research Centre of Finland
Stephen Oxley, Department of Energy and Climate Change, United Kingdom
Tabaré Pagliano, Energy Research & Development Institute, Uruguay
Christoph Ploiner, Austrian Energy Agency
Teresa Ponce de Leão, National Laboratory of Energy and Geology, Portugal
Nicola Rega, Confederation of European Pulp and Paper Industries
Hori Shiro, Minister of Economy, Trade and Industry, Japan
Oliver Story, Department of Industry, Australia
Oliver Thunus, STATEC, Luxembourg
Florentine Visser, GIZ International Services
Thibaud Voita, International Partnership for Energy Efficiency Cooperation
Leonie Wilson, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, Australia
Linlin Wu, International Aluminium Institute

El Secretariado de la AIE gustaría también reconocer la contribución indirecta de todos los participantes en los tres encuentros de eficiencia energética que abrieron el camino para la preparación de éste manual.

La AIE desea agradecer especialmente a Tabaré Pagliano del Energy R&D Institute, Uruguay por su apoyo al traducir éste documento; y a Pilar de Arriba Segurado, Carlos García Barquero y María Cruz Campano Lorenzana del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, España quienes nos ayudaron revisando la traducción.

La traducción ha sido posible gracias al programa de la AIE para la Eficiencia Energética en economías emergentes. La AIE agradece al gobierno de Dinamarca y a la Comisión Europea el financiamiento de este programa.

Con gusto recibiremos preguntas y comentarios, los que deberán dirigirse a:

Energy Efficiency Indicators Analysts
Directorate of Sustainable Energy Policy and Technology
International Energy Agency
9, rue de la Fédération
75739 Paris Cedex 15 - France

Email: EnergyIndicators@iea.org

Tabla de Contenidos

1 Introducción 15

2 La Metodología AIE para Analizar Tendencias en el Consumo Energético 17

1. Indicadores de Eficiencia Energética.....17
2. Información y evaluación de políticas23
Un marco para entender la interacción de políticas:
Fuerzas motrices, estado, respuestas 24
3. Descomposición o análisis de factorización 25

3 Desarrollo de indicadores para el sector residencial 27

1. ¿Qué es lo que promueve el consumo de energía en el sector residencial?27
2. ¿Cómo se consume la energía y cómo ha evolucionado el consumo recientemente?..... 29
3. ¿Cómo priorizar el desarrollo de indicadores (qué indicadores deberían ser desarrollados)?32
4. Desarrollo de indicadores por nivel de la pirámide33
Indicadores del nivel 1 33
Indicadores del nivel 2 39
5. Indicadores adicionales que explican los cambios en el consumo energético residencial..... 52
6. Descomposición de cambios en la demanda energética residencial..... 53
7. Información y evaluación de políticas en el sector residencial..... 55
Importancia de la información complementaria 55

4 Desarrollo de indicadores para el Sector Servicios 59

1. Qué es lo que impulsa el consumo energético en el sector servicios? 59
2. ¿Cómo se consume la energía y cómo ha evolucionado recientemente?..... 60
3. ¿Cómo priorizar el desarrollo de indicadores (qué indicadores deberían ser desarrollados)? 63

4. Desarrollo de indicadores por nivel de la pirámide	66
<i>Indicadores del nivel 1</i>	67
<i>Indicadores del nivel 2 y subsiguientes</i>	69
5. Indicadores adicionales que explican los cambios en el consumo energético de servicios.....	77
6. Descomposición de los cambios en la demanda energética para el sector servicios.....	78
7. Información y evaluación de políticas en el sector servicios	79
<i>Factores que promueven la demanda de energía en edificios comerciales</i>	79
<i>Crecimiento del equipamiento eléctrico</i>	79
<i>Energía para equipamiento se ve multiplicada por la demanda de aire acondicionado</i>	81
<i>Edificios comerciales de bajo consumo energético</i>	81
<i>Aspectos clave de las políticas</i>	81
<i>Importancia de la información complementaria</i>	82

5 Desarrollo de Indicadores para el Sector Industrial..... 85

1. ¿Qué es lo que impulsa el consumo energético en el sector industrial?.....	85
2. ¿Cómo se consume la energía y cómo ha evolucionado recientemente?.....	87
3. Cómo priorizar el desarrollo de indicadores (¿Qué indicadores deberían ser desarrollados?).....	90
4. Desarrollo de indicadores por nivel de la pirámide	92
<i>Indicadores del nivel 1</i>	93
<i>Indicadores del nivel 2</i>	94
<i>Indicadores del nivel 3: Indicadores para industrias específicas o procesos tecnológicos específicos</i>	98
5. Indicadores adicionales que explican cambios en el consumo energético de la industria.....	106
6. Descomposición de los cambios en la demanda energética del sector industria.....	108
7. Información y evaluación de políticas en el sector industrial.....	110
<i>Importancia de la información complementaria</i>	110

6 Desarrollo de Indicadores para el Sector Transporte..... 113

A) Desarrollo de indicadores para el segmento de transporte de pasajeros.....	116
1. ¿Qué es lo que impulsa el consumo energético en el sector de transporte de pasajeros?.....	116

2. ¿Cómo se consume la energía y cómo ha evolucionado recientemente?	116
3. Cómo priorizar el desarrollo de indicadores para el transporte de pasajeros	119
4. Desarrollo de indicadores por nivel de la pirámide	120
<i>Indicadores del nivel 1</i>	120
<i>Indicadores del nivel 2</i>	122
<i>Indicadores del nivel 3: Transporte por carretera</i>	124
5. Indicadores adicionales que explican los cambios del consumo energético en el transporte de pasajeros.....	126
6. Descomposición de los cambios en la demanda energética del transporte de pasajeros	128
7. Información y evaluación de políticas en el transporte de pasajeros	132
<i>Eficiencia del sistema de transporte de pasajeros</i>	132
<i>Políticas de economía de combustible para vehículos de pasajeros (VTLs)</i>	133
B) Desarrollo de indicadores en el segmento del transporte de mercancías.....	134
1. ¿Qué es lo que impulsa el consumo energético en el sector del transporte de mercancías?.....	134
2. Cómo se consume la energía y cómo ha evolucionado recientemente.....	134
3. Cómo priorizar el desarrollo de indicadores para el transporte de mercancías	136
4. Desarrollo de indicadores por nivel de la pirámide	137
<i>Indicadores del nivel 1</i>	138
<i>Indicadores del nivel 2</i>	140
<i>Indicadores del nivel 3: Transporte por carretera</i>	142
5. Indicadores adicionales que explican los cambios en el consumo energético del transporte de mercancías.....	143
6. Descomposición de cambios en la demanda energética del transporte de mercancías.....	144
7. Información y evaluación de políticas en el transporte de mercancías	146
<i>Las fuerzas que determinan la demanda energética en el transporte de mercancías</i>	147
<i>Importancia de la información complementaria</i>	147

Annexes

Anexo A	
Metodologías de Descomposición/Factorización	149
Anexo B	
Iniciativas en el desarrollo de indicadores de eficiencia energética.....	155
Anexo C	
Abreviaciones, Acrónimos y Unidades de Medida.....	159
Anexo D	
Glosario.....	161
Anexo E	
Referencias.....	167
Anexo F	
Pirámides Alternativas de la AIE.....	171

Lista de Figuras

Figura 2.1	La pirámide de indicadores de la AIE	20
Figura 2.2	Desagregación de sectores, sub-sectores, y usos finales en la metodología AIE de indicadores energéticos	23
Figura 3.1	Consumo energético residencial en los países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE	30
Figura 3.2	Consumo energético residencial e intensidad energética agregada	31
Figura 3.3	Emisiones de CO ₂ e intensidad de CO ₂ en sector residencial	32
Figura 3.4	Pirámide detallada de indicadores del sector residencial	32
Figura 3.5	Ejemplo de indicadores del nivel 1 en Alemania, Noruega, España, Reino Unido y EUA	35
Figura 3.6	Consumo energético estimado e intensidad en áreas rurales y urbanas en la India, 2010	37
Figura 3.7	Intensidad y consumo energético para diferentes tipos de vivienda en Canadá	38
Figura 3.8	Intensidad energética e intensidad corregida por el clima para calefacción de locales	39
Figura 3.9	Ejemplo de intensidad energética para calentamiento de agua por país (energía por vivienda ocupada)	42
Figura 3.10	Más allá del nivel 2 para calentamiento de agua: un ejemplo de calentadores que utilizan electricidad	44
Figura 3.11	Ejemplos de intensidad energética en iluminación en Australia, Francia e Italia	45
Figura 3.12	Ejemplo de intensidad energética para cocina por países (energía por vivienda ocupada)	48

Figura 3.13	Ejemplos de intensidad energética de electrodomésticos por país (energía por vivienda ocupada)	50
Figura 3.14	Consumo energético para grandes y pequeños electrodomésticos.....	52
Figura 3.15	Descomposición de cambios en la calefacción de locales per cápita, 1990 a 2010	55
Figura 4.1	Consumo energético para Servicios en países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE	61
Figura 4.2	Consumo energético e intensidad energética agregada del sector servicios.....	62
Figura 4.3	Ejemplo de diferentes niveles de intensidad en Canadá, 2010.....	63
Figura 4.4	Pirámide detallada de indicadores para el sector servicios.....	64
Figura 4.5	Ejemplos de indicadores del nivel 1 en algunos países seleccionados	67
Figura 4.6	Intensidad energética observada y corregida-por-clima en algunos países seleccionados.....	70
Figura 4.7	Ejemplos de intensidad energética de iluminación en algunos países seleccionados.....	74
Figura 4.8	Ejemplos de intensidad energética para la categoría de otros equipamientos en algunos países seleccionados	76
Figura 4.9	Descomposición de los cambios en intensidad energética del sector servicios, 1990 a 2010	78
Figura 5.1	Definiciones utilizadas en la AIE para el sector industrial	85
Figura 5.2	Consumo energético de la industria en países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE	88
Figura 5.3	Consumo energético por sub-sector industrial.....	88
Figura 5.4	Pirámide detallada de indicadores del sector industria	91
Figura 5.5	Ejemplo de indicadores del nivel 1: Consumo energético total por unidad de valor añadido en la industria.....	93
Figura 5.6	Ejemplo de desagregación en la industria	96
Figura 5.7	Consumo energético en siderurgia y metales no-férreos por tonelada de acero producida por país en 2010	97
Figura 5.8	Producción según tipo de proceso e intensidad energética para los países seleccionados, 2010.....	99
Figura 5.9	Consumo energético por tonelada de Clinker para distintos países.....	101
Figura 5.10	Potencial de eficiencia eléctrica.....	102
Figura 5.11	Potencial actual de ahorro de energía para las industrias químicas y petroquímicas basados en las MPTs, 2010.....	105
Figura 5.12	Consumo eléctrico específico para la producción de aluminio por regiones.....	106
Figura 5.13	Descomposición de cambios en intensidades energéticas industriales, 1990 a 2010	109
Figura 6.1	Consumo energético por modos de transporte	115
Figura 6.2	Consumo energético para transporte de pasajeros por modos en varios países	117
Figura 6.3	Consumo energético del transporte de pasajeros y energía por PIB per cápita	118
Figura 6.4	Participación por modos en el transporte total de pasajeros	118
Figura 6.5	Pirámide detallada de indicadores del sector transporte	119

Figura 6.6	Ejemplo de indicador del nivel 1 para algunos países: Consumo energético del transporte de pasajeros en pasajero-kilómetro	121
Figura 6.7	Ejemplos de indicadores del nivel 2 para los países AIE15: Consumo energético por pasajero-kilómetro por modo de transporte	123
Figura 6.8	Consumo energético de diferentes vehículos de transporte por carretera, ejemplo para Canadá	125
Figura 6.9	Factores que afectan al consumo energético del transporte de pasajeros	129
Figura 6.10	Descomposición de los cambios en el consumo energético per cápita de los automóviles, 1990 a 2010.....	130
Figura 6.11	Consumo energético en el transporte de mercancías por modos	135
Figura 6.12	Consumo energético e intensidad energética en el transporte de mercancías	136
Figura 6.13	Participación del total de toneladas-kilómetro de mercancías por modos	136
Figura 6.14	Pirámide detallada de indicadores para el transporte de mercancías	137
Figura 6.15	Ejemplo de indicadores del nivel 1 para algunos países: Intensidad energética del transporte de mercancías	139
Figura 6.16	Ejemplo del nivel 2: Consumo energético por tonelada-kilómetro por modo de transporte	141
Figura 6.17	Tendencias en la intensidad energética de diferentes vehículos de transporte por carretera: Un ejemplo de Canadá	142
Figura 6.18	Factores que afectan al consumo energético en el transporte de mercancías, AIE15.....	145
Figura 6.19	Descomposición de los cambios en la intensidad energética de los camiones, 1990 a 2010, AIE15	146
Figura A.1	Descripción básica de factores en la descomposición de CO ₂	154
Figura F.1:	Pirámide del sector Residencial en base al área edificada	172
Figura F.2:	Pirámide del sector Residencial en base al hogar	173
Figura F.3:	Pirámide del sector servicios	174
Figura F.4:	Pirámide del sector industrial	175
Figura F.5:	Pirámide para el sector transporte de pasajeros	177
Figura F.6	Pirámide del transporte de cargas	178

Lista de Tablas

Tabla 3.1	Listado resumido de los indicadores más comúnmente utilizados en el sector residencial	34
Tabla 3.2	Descripción de indicadores del nivel 1	36
Tabla 3.3	Descripción de indicadores del nivel 2: Calefacción de locales	40
Tabla 3.4	Descripción de indicadores del nivel 2: Enfriamiento de locales	41
Tabla 3.5	Descripción de indicadores del nivel 2: Calentamiento de agua	43
Tabla 3.6	Descripción de indicadores del nivel 2: Iluminación	46
Tabla 3.7	Descripción de indicadores del nivel 2: Cocina	48

Tabla 3.8	Promedio de consumo energético unitario para cocción en algunos países (kWh/año).....	49
Tabla 3.9	Descripción de indicadores del nivel 2: Electrodomésticos	50
Tabla 3.10	Descripción de indicadores adicionales: Sector Residencial.....	52
Tabla 3.11	Resumen de variables utilizadas para el análisis de descomposición del consumo energético residencial.....	54
Tabla 3.12	Información complementaria para informar las políticas residenciales	56
Tabla 4.1	Listado de los indicadores más comúnmente utilizados en el sector servicios.....	65
Tabla 4.2	Clasificación de edificios del sector servicios para algunos países de la AIE.....	66
Tabla 4.3	Descripción de indicadores del nivel 1	68
Tabla 4.4	Descripción de indicadores del nivel 2: calefacción de locales	70
Tabla 4.5	Descripción de indicadores del nivel 2: Enfriamiento de locales	72
Tabla 4.6	Descripción de indicadores del nivel 2: calentamiento de agua	73
Tabla 4.7	Descripción de indicadores del nivel 2: iluminación	75
Tabla 4.8	Descripción de indicadores del nivel 2: otros equipamientos.....	76
Tabla 4.9	Descripción de indicadores adicionales: sector servicios	77
Tabla 4.10	Resumen de variables utilizadas para la descomposición del consume energético de servicios.....	78
Tabla 4.11	Información complementaria para las políticas del sector servicios	82
Tabla 5.1	Resumen de indicadores utilizados en el sector industrial.....	92
Tabla 5.2	Descripción de los indicadores del nivel 1.....	94
Tabla 5.3	Descripción de los indicadores del nivel 2: Industria.....	97
Tabla 5.4	Potencial de mejora energética utilizando las MPT en el sub-sector de la industria química y petroquímica nivel global, 2009.....	104
Tabla 5.5	Descripción de indicadores adicionales: Sector industrial.....	107
Tabla 5.6	Resumen de las variables utilizadas para el análisis de descomposición del consumo energético de la industria	108
Tabla 5.7	Información complementaria para informar las políticas en la industria	111
Tabla 6.1	Resumen de indicadores utilizados en el sector transporte de pasajeros	120
Tabla 6.2	Descripción de indicadores del nivel 1	121
Tabla 6.3	Descripción de indicadores del nivel 2: Sector del transporte de pasajeros	124
Tabla 6.4	Descripción de los indicadores del nivel 3: Transporte por carretera.....	126
Tabla 6.5	Descripción de indicadores adicionales: Sector transporte de pasajeros	126
Tabla 6.6	Resumen de variables utilizadas en la descomposición del consumo energético asociado al trasporte de pasajeros	128
Tabla 6.7	Información complementaria para informar las políticas de los vehículos ligeros	133
Tabla 6.8	Resumen de indicadores en el sub-sector del transporte de mercancías	138
Tabla 6.9	Descripción de indicadores del nivel 1	139

Tabla 6.10	Descripción de indicadores del nivel 2: Transporte de mercancías.....	141
Tabla 6.11	Descripción de indicadores del nivel 3: Transporte por carretera.....	143
Tabla 6.12	Descripción de indicadores adicionales: Sector del transporte de mercancías	144
Tabla 6.13	Resumen de variables utilizadas en la descomposición del consumo energético asociado al transporte de mercancías	145
Tabla 6.14	Información complementaria para informar las políticas de transporte de mercancías.....	148
Tabla A.1	Comparación de los diferentes métodos de análisis de descomposición.....	150
Tabla A.2	Comparación de los métodos de análisis de descomposición de tres factores aditivo y multiplicativo.....	151
Tabla A.3	Ejemplo de metodología con tres factores del Índice Divisia de Media Logarítmica	152
Tabla A.4	Ejemplo de la metodología Laspeyres de tres factores	152

Lista de Cuadros.....

Cuadro 2.1	Impactos del comportamiento en la eficiencia energética	21
Cuadro 2.2	Múltiples beneficios de las mejoras en eficiencia energética.....	24
Cuadro 4.1	El desafío de las políticas: Creciente dependencia en la electricidad para el sector servicio.....	80
Cuadro 5.1	Problemas metodológicos en el sector industrial	88
Cuadro 5.2	Beneficios de los indicadores de eficiencia energética para las empresas.....	91
Cuadro 5.3	Indicadores de energía y de CO ₂ para la industria: uso de ratios económicos o físicos.....	95
Cuadro 5.4	Análisis basado en las MTDs.....	98
Cuadro 5.5	Análisis de descomposición considerando el factor de utilización y otras bases de actividad	109
Cuadro 6.1	Eficiencia energética en el sector transporte: Eficiencia del sistema versus eficiencia del vehículo	115
Cuadro 6.2	Identificación de problemas en el transporte y de necesidades de los usuarios	130
Cuadro 6.3	Mejora de la eficiencia operativa mediante políticas de gestión de la movilidad y conducción eficiente	132
Cuadro 6.4	Gestión de movilidad de mercancías y logística: Aspectos clave de las políticas.....	147

Introducción

Existe una creciente toma de conciencia a nivel mundial respecto a la necesidad urgente de transformar el modo en que usamos la energía. Las preocupaciones respecto a la seguridad energética, a los impactos sociales y económicos de los altos precios de la energía, y el creciente reconocimiento del cambio climático han llevado a que muchos países pongan un mayor énfasis en el desarrollo de políticas y medidas que promuevan la eficiencia energética. Dos aspectos resultan cada vez más claros:

- Para asegurar un mejor uso de los recursos energéticos a nivel global se requieren políticas que abarquen un amplio espectro de opciones. Hay un creciente reconocimiento de que mejorar la eficiencia energética es a menudo la manera más económica, probada y fácilmente disponible para alcanzar éste objetivo.
- Establecer y mantener políticas apropiadas requiere contar con datos de buena calidad, disponibles en el momento oportuno, que sean comparables, y con un grado de detalle tal que reflejen las distintas características de la actividad económica y recursos disponibles en cada país, lo cual está más allá de lo que suele incluirse en los balances energéticos.

Durante décadas los países han empleado la información contenida en los balances energéticos para el seguimiento del consumo de energía según el tipo de fuente energética y para los principales sector de actividad, y como una forma de desarrollar indicadores agregados (tal como la energía total per cápita). Los indicadores agregados tienen la ventaja de estar fácil y ampliamente disponibles: por ello, muestran en términos sencillos la evolución del consumo energético a niveles agregados. Sin embargo, su utilidad es limitada, y puede prestarse a equívocos cuando se utilizan de forma indebida. Por ejemplo, sería incorrecto categorizar la eficiencia energética en base al consumo final total de un país por su Producto Interno Bruto (PIB) o per cápita, dados los numerosos factores (p.e.: clima, riqueza, estructura económica) que influyen en este indicador.

Dado que cada sector principal está influenciado por una variedad de factores subyacentes, se necesitarán diferentes datos explicativos dependiendo del sector analizado. Esos datos no se incluyen en los balances energéticos, y actualmente están disponibles solamente para algunos países. Por tanto, para desarrollar estimaciones de la eficiencia energética a nivel general se requiere de información detallada para los sectores de uso final.

El desarrollo de indicadores de última generación no es tan sencillo y se requiere destinar recursos humanos y financieros para obtener datos detallados y para analizar la información. Los esfuerzos realizados recientemente en varios países para obtener datos más detallados sobre el uso final han ayudado a desarrollar indicadores de eficiencia energética que proporcionen información importante para

comprender las tendencias pasadas, evaluar el potencial de ahorro energético, y mejorar las políticas de eficiencia energética. Sin embargo, aún se necesita hacer mucho más. El espectro completo de indicadores no puede ser desarrollado en sólo unos pocos años. Es importante para los países definir qué sectores – o segmentos de sectores – deben ser priorizados, y posteriormente avanzar sobre la base de la experiencia ganada.

El objetivo de esta publicación es proporcionar las herramientas necesarias para que los analistas y los responsables de las políticas prioricen el desarrollo de indicadores de eficiencia energética, y construyan indicadores significativos para apoyar la configuración e implementación de políticas. Esta publicación es complementaria al *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos (Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics)* (Agencia Internacional de Energía [AIE], 2014), mediante la cual se facilita una orientación para el desarrollo de un programa de recolección de datos de apoyo a la elaboración de indicadores de eficiencia energética. Este manual dedica capítulos individuales para cada sector de uso final, a saber: residencial, servicios, industria, y transporte de mercancías y pasajeros. El capítulo “La Metodología AIE para Analizar Tendencias en el Consumo Energético” proporciona una visión general de los métodos de análisis recomendados, así como de los correspondientes beneficios y advertencias de aplicación a todos los sectores de uso final que han sido incluidos en cada capítulo individual por uso final.

La Metodología AIE para Analizar Tendencias en el Consumo Energético

1 Indicadores de Eficiencia Energética

Los indicadores energéticos son una herramienta importante para analizar interacciones entre la actividad económica y humana, el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Estos indicadores muestran a quienes formulan las políticas dónde pueden efectuarse ahorros de energía. Además de proveer información sobre las tendencias respecto al consumo histórico de energía, los indicadores de eficiencia energética pueden también ser utilizados en la modelización y la predicción de la demanda futura de energía.

Uno de los aspectos más importantes a entender desde la perspectiva de la política energética es en qué medida las mejoras en eficiencia energética han sido responsables de los cambios en la intensidad energética final en los diferentes países. Para entender el impacto de la eficiencia energética, es necesario separar el impacto de los cambios en el nivel de actividad, estructura económica y otros factores exógenos que influyen en la demanda de energía, de los cambios en la intensidad energética en sí (que son una indicación de la eficiencia energética). Esto se logra empleando un método de descomposición que separe y cuantifique los impactos de los factores individuales de cambio en el nivel de actividad, estructura e intensidad energética en el consumo final de energía, en cada sector y en cada país.

Preguntas y Respuestas

P1. ¿Cuál es la diferencia entre intensidad energética y eficiencia energética?

Algo es más eficiente energéticamente si entrega más servicios consumiendo la misma cantidad de energía, o los mismos servicios consumiendo menos energía.

Intensidad energética se define como la cantidad de energía consumida por actividad o producción entregada por sub-sector y uso final. Generalmente la intensidad energética es calculada como la energía consumida dividida por un indicador económico (p.ej.: producto interior bruto [PIB] o valor añadido por sector). La intensidad energética es determinada por varios factores, y no solamente por la eficiencia energética. Tales factores pueden incluir la estructura económica, el tipo de industria base, el tipo de cambio, el coste de los servicios energéticos, el tamaño del país, el clima y el comportamiento. Los impactos de la eficiencia pueden estar enmascarados debido a variaciones en esos factores no relacionados a la energía, de manera

que el usar la intensidad energética como una aproximación a la eficiencia energética puede generar resultados erróneos.

P2. ¿Cuál es la diferencia entre eficiencia energética y conservación de energía?

La conservación de energía se refiere a limitar o reducir el consumo energético mediante cambios en el estilo de vida o el comportamiento (p.ej.: apagar las luces en las habitaciones que no están siendo ocupadas), mientras que la eficiencia energética se refiere a limitar o reducir el consumo energético mediante la utilización de dispositivos más eficientes (p.ej.: uso de bombillas fluorescentes compactas en vez de lámparas incandescentes). En el análisis de descomposición, donde el efecto de intensidad en base al consumo real de energía se utiliza como indicador de la eficiencia energética, tanto la eficiencia energética técnica como la conservación de energía se incluyen en la mejora de la intensidad energética.

P3. ¿Se deben desarrollar los indicadores utilizando suministro de energía primaria o demanda de energía final?

La eficiencia energética se realiza en sectores y usos finales específicos; por tanto, los indicadores deberían ser desarrollados utilizando la demanda de energía final. Los indicadores deberían ser calculados en el nivel más desagregado posible del uso final, a efectos de representar mejor las mejoras en eficiencia energética.

En general, los individuos no pueden influir en la eficiencia de las conversiones de una fuente primaria de energía en energía útil para los consumidores, proceso donde participan sectores como el refinado y la generación eléctrica. Por ello, los indicadores de eficiencia energética se centran en la demanda final de energía. Desarrollar indicadores de eficiencia energética de energía primaria tiene valor si existen los datos y recursos para hacerlo, a fin de poder calcular la eficiencia global del sistema energético. Este caso particular se presenta cuando existe electrificación en los usos finales.

De forma similar, los indicadores de emisiones de CO₂ vinculados a la energía pueden ser desarrollados tanto para el consumo de energía primaria como final. Para cada nivel donde exista información de consumo energético por fuente de energía, es posible desarrollar indicadores de emisiones de CO₂. El propósito y las limitaciones identificados para los indicadores energéticos también se aplican a los indicadores de emisiones de CO₂.

P4. ¿Qué es el análisis de descomposición y por qué resulta de utilidad?

De forma aislada, los indicadores de eficiencia energética nos dan una visión parcial acerca de factores determinantes del consumo energético

en un sector o sub-sector en particular. El análisis de descomposición se utiliza para determinar el valor numérico de varios factores en el consumo de energía total. La metodología de la Agencia Internacional de Energía (AIE) para analizar las tendencias en el uso final de energía usualmente distingue entre tres componentes principales que afectan al consumo energético: niveles de actividad, estructura (el conjunto de actividades dentro de un sector); y la intensidad energética. La influencia de cada factor individual es cuantificada mediante el análisis de descomposición, de modo que los factores relacionados con las políticas energéticas puedan ser aislados de los cambios en los componentes estructurales y de actividad del consumo energético.

P5. ¿Qué sector debería ser priorizado?

Cada país debería priorizar aquellos sectores más relevantes en el consumo de energía para desarrollar los indicadores de eficiencia energética, o elegir indicadores que ayuden a abordar políticas específicas prioritarias. Si no existiera suficiente información disponible para el sector de mayor consumo de energía final, debería priorizarse aquel sector para el cual sea posible calcular indicadores significativos respecto del uso final de energía.

P6. ¿Puede considerarse que los residuos tienen emisiones neutras de carbono?

Solamente los residuos procedentes de la biomasa deberían ser considerados neutros en emisiones de carbono. Por ejemplo, el contenido de dióxido de carbono (CO₂) de neumáticos quemados en los hornos de cemento dependerá de la proporción de caucho natural versus caucho sintético que éstas contengan.

El método de la aproximación de la AIE se basa en la estructura conceptual de una pirámide de indicadores, que presenta una jerarquía de indicadores energéticos, desde los más detallados al final de la pirámide, a los menos detallados en la cúspide (Figura 2.1).

La fila superior de la pirámide (el indicador más agregado) se define como la relación entre energía consumida y PIB. Alternativamente, podría definirse como la relación entre el consumo energético y otra variable macroeconómica, como por ejemplo la población. Resulta útil considerar simultáneamente indicadores basados tanto en el PIB como en la población para observar el efecto de los dos factores clave del consumo energético.

La segunda fila de elementos puede ser definida como la intensidad energética de cada gran sector, medida en base al consumo energético por unidad de actividad en cada sector. Nuevamente, es conveniente considerar el consumo energético respecto de los denominadores en ambas unidades - físicas y monetarias - de acuerdo con los motores clave del sector en cuestión.

Figura 2.1 • La pirámide de indicadores de la AIE



Notas: Salvo que se indique lo contrario, todas las tablas y figuras de esta publicación se derivan de los datos y análisis de la AIE. CFT= consumo final total.

Las filas más bajas representan los sub-sectores o usos finales que conforman cada sector y aportan progresivamente más detalle al - por ejemplo - caracterizar servicios energéticos particulares, procesos físicos o aplicaciones clave de uso final.

Los indicadores agregados dan una idea general de las razones que explican las tendencias del consumo energético en un determinado sector. Sin embargo, se requiere información más detallada para entender los motores clave del consumo energético y para proporcionar un análisis más relevante en cuanto a cómo las políticas pueden influenciar tales tendencias.

Esta jerarquía es importante pues muestra como pequeños cambios en los niveles más bajos de la pirámide (que pueden ser el resultado de políticas [p.ej.: estándares mínimos de eficiencia energética de electrodomésticos], progreso tecnológico [p.ej.: hornos de fundición más eficientes], reformas estructurales [p.ej.: el aumento o mejora de la red ferroviaria], o cambios en el comportamiento [p.ej.: gestión de la energía]) pueden estar ligados a un orden superior, mostrando entonces como los primeros afectan a los últimos. Esta jerarquía nos permite explicar mejor y en función de sus componentes los cambios más agregados del consumo energético, y así elegir más cuidadosamente la profundidad de análisis requerida. Esa elección dependerá de las cuestiones a las que se deba responder.

Para descender más abajo en la pirámide se requieren datos adicionales y análisis más complejos que serán luego reagregados nuevamente hasta el nivel más alto. Cada descenso nos da también una mejor medida de la eficiencia energética definida para un sector en particular, un uso final, un cierto proceso y/o tecnología. Las variables de nivel de actividad y de estructura se encuentran asociadas a cada nivel de intensidad energética en la pirámide. Las variables estructurales se utilizan para ponderar las intensidades cuando éstas forman un parámetro agregado de intensidad o uso.

Actualmente la AIE basa su trabajo en información detallada sobre el uso final de energía de acuerdo con pautas de consumo energético referidas a más de 20 usos finales que cubren el sector residencial, el de servicios, la industria y el transporte (Figura 2.2). Esta información, combinada con datos económicos y demográficos, es utilizada para identificar los factores que influyen en el aumento del consumo de energía, así como aquellos factores que lo restringen. Los indicadores energéticos de la AIE reflejan típicamente tasas o cantidades, y a un cierto nivel de desagregación, pueden describir los vínculos que existen entre el consumo de energía y la actividad humana y económica. Los indicadores incluyen mediciones de la actividad (tal como el nivel de producción industrial o el volumen de transporte de mercaderías), mediciones respecto al desarrollo de las estructuras (tal como cambios en la producción industrial o las proporciones entre los modos de transporte), y mediciones en cuanto a la intensidad energética (definida como el consumo de energía por unidad de actividad).

Dado que no todos los indicadores resultan igualmente relevantes para todos los países, y considerando que suele contarse con recursos limitados para desarrollar estos indicadores y recopilar los datos necesarios, es importante determinar cuáles son los indicadores a los que se debería dar prioridad. La elección dependerá de la información que esté disponible para el país en cuestión, la disponibilidad de recursos, y el aspecto de política energética al que se busca dar respuesta.

Seleccionar y desarrollar indicadores es tan sólo el primer paso para analizar la situación energética en un sector particular y poder obtener conclusiones iniciales en cuanto a cómo interpretar su tendencia pasada e influir en su evolución futura. Cada indicador tiene su propio propósito, y también sus limitaciones respecto a qué puede llegar a explicar. Dar una imagen precisa requiere de varios indicadores, que al ser analizados en conjunto proporcionarán una base más robusta para la formulación de políticas. Asimismo, es posible desarrollar indicadores de CO₂; los propósitos y limitaciones aplicables a los indicadores de eficiencia energética se aplican también a los de CO₂.

Cuadro 2.1 • Impactos del comportamiento en la eficiencia energética

Comprender la dimensión humana del consumo de energía puede ayudar a catalizar y amplificar el ahorro de energía de base tecnológica. Esto es debido a los muchos factores sociales, culturales y psicológicos que dan forma a las pautas de comportamiento humano asociados a la elección, adopción, uso y mantenimiento de la tecnología. Los comportamientos, elecciones y prácticas energéticamente inteligentes juegan un rol clave en el desbloqueo de fuentes adicionales de ahorro energético, al tiempo que aseguran la permanencia de esos ahorros en el futuro. Esta dimensión humana explica

en parte la bien conocida brecha que existe entre la capacidad potencial y nivel real de eficiencia, y es la clave para entender y reducir la brecha incluso mayor que hay entre la actitud de los consumidores y su comportamiento. Paradójicamente, el ahorro de energía alcanzado por medio de mejoras tecnológicas en la eficiencia energética puede ser neutralizado por factores de comportamiento negativo.

Los esfuerzos de investigación en el intento de cuantificar el potencial de ahorro energético relacionado con el comportamiento, así como en la caracterización de la naturaleza de los cambios de comportamiento que podrían contribuir a estos ahorros, indican una estimación conservadora de ahorros energético y emisiones de efecto invernadero, imputables al comportamiento en un rango de entre el 20% y el 30% en el transcurso de los próximos 5 a 10 años. Se estima que aproximadamente el 22% del consumo de energía en los hogares de Estados Unidos de América (EUA) (en torno a 9,1 exajulios [EJ]) podría ser potencialmente evitado si la gente adoptara comportamientos rentables de eficiencia y conservación de energía (Laitner, Ehrhardt-Martínez y McKinney, 2009). Entre otros descubrimientos notables, el estudio concluye que más de la mitad del potencial de ahorro de energía (57%) podría ser alcanzado por cambios de comportamiento de bajo costo o sin costo que no requerirían decisiones de inversión complicadas.

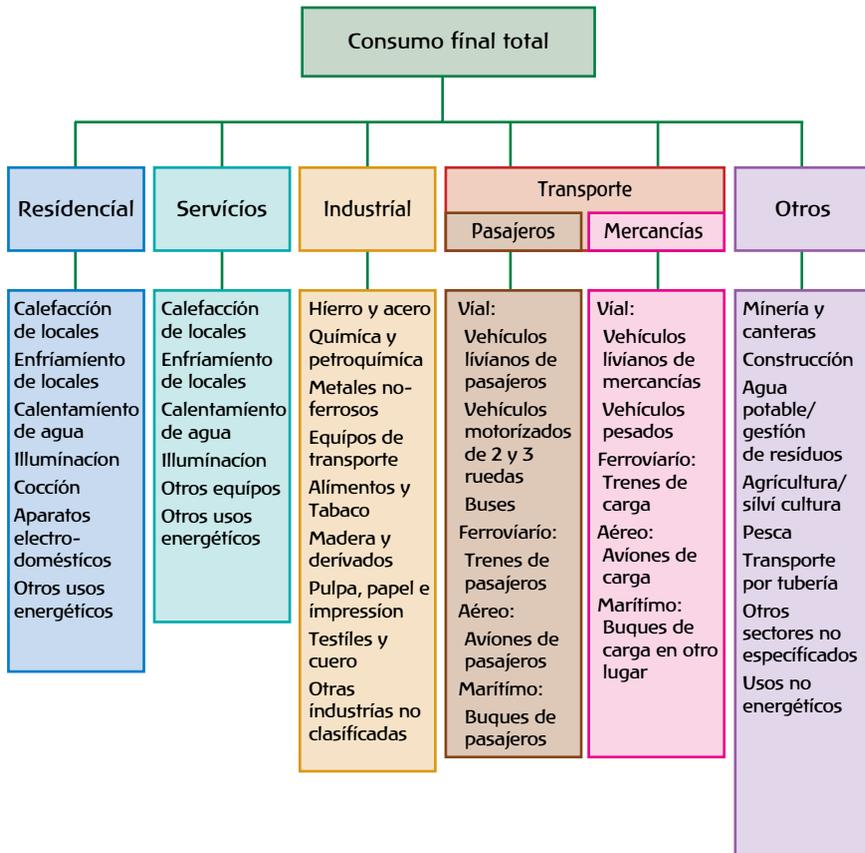
Estudios sobre el impacto de las etiquetas de eficiencia energética muestran que cuando se facilita información respecto a la eficiencia del equipo, los consumidores rápidamente adoptan la tecnología más eficiente. En particular, esto ocurre cuando el vínculo entre el ahorro por eficiencia energética y el ahorro de dinero es explícito.

Estudios sobre el impacto de las etiquetas de eficiencia energética muestran que cuando se facilita información respecto a la eficiencia del equipo, los consumidores rápidamente adoptan la tecnología más eficiente. En particular, esto ocurre cuando el vínculo entre el ahorro por eficiencia energética y el ahorro de dinero es explícito.

Una aproximación desde la dimensión humana trata de comprender el consumo de energía en el contexto de las necesidades, capacidades, recursos y motivaciones a nivel individual y de las organizaciones, así como las limitaciones y oportunidades - desde lo social y cultural - que condicionan el cambio de comportamiento, y resultan en demandas específicas de servicios de energía.

Si bien la mayoría de los estudios de comportamiento relacionados con la energía se han enfocado en los individuos y hogares más que en las acciones de los grupos industriales o comerciales, el conjunto de consumidores de energía puede estar compuesto por consumidores residenciales, industriales y comerciales. Es importante destacar que una perspectiva de la dimensión humana puede ser significativa para complementar y expandir los modelos tecno-económicos tradicionales más comúnmente utilizados.

Figura 2.2 • Desagregación de sectores, sub-sectores, y usos finales en la metodología AIE de indicadores energéticos



Nota: El sector servicios incluye los sectores comercio y servicios públicos.

2 Información y evaluación de políticas

Cada vez más los responsables de la toma de decisiones buscan identificar indicadores que permitan pronosticar situaciones y así poder explicar lo que es posible y porqué merece una consideración especial en las políticas. El desarrollo de políticas y de programas en eficiencia energética requiere información detallada a nivel de uso final que permita estimar y evaluar las decisiones adoptadas a nivel del programa. Los responsables de la toma de decisiones deben presentar un caso claro y convincente, para lo cual es necesario disponer de información esencial que permita alcanzar una política claramente definida. La consideración de indicadores aislados fuera de contexto tiene un valor limitado. Resulta cada vez más importante contar con explicaciones e informes efectivos sobre los indicadores de eficiencia energética, por lo tanto, además de una alta calidad de información y sofisticación en los indicadores se requieren explicaciones consistentes.

Cuadro 2.2 • Múltiples beneficios de las mejoras en eficiencia energética

La política de eficiencia energética está evolucionando desde una inocente concepción de “ahorro de energía” hacia una que busca cada vez más revelar los resultados de la diversidad de consumidores y sociedades, para lograr una mejor comprensión. Esto incluye por ejemplo la posibilidad de brindar mejores servicios sociales, de salud y abordar las desigualdades sociales en el sector residencial, así como los desafíos que surgen en un ambiente de austeridad como consecuencia de la crisis financiera global.

Desarrollar metodologías para mejorar los múltiples beneficios de la eficiencia energética está más allá del alcance de este manual. Se dispone de información adicional sobre los múltiples beneficios de la eficiencia energética en la publicación de la AIE *Spreading the Net – The Multiple Benefits of Energy Efficiency Improvements* (AIE, 2012) y en *Energy Efficiency Market Report* (AIE, 2013).

Los analistas deben tener en cuenta también que los responsables de la toma de decisiones suelen requerir información respecto de las tendencias futuras antes de que ocurran; y buscan tener la posibilidad de definir líneas de base antes de que las políticas sean implementadas para poder luego reconocer tanto los cambios autónomos, así como aquellos cambios inducidos como consecuencia de las políticas desarrolladas.

Un marco para entender la interacción de políticas: Fuerzas motrices, estado, respuestas

El adecuado diseño e implementación de políticas tiene como núcleo la necesidad de entender porqué esas políticas debería ser implementadas y hasta qué punto están funcionando adecuadamente. Existen varios marcos en los que apoyarse para la identificación de problemas, la evaluación de impactos y la comprensión de las causas subyacentes y sus efectos. El marco “fuerza motriz – estado – respuesta” (Organización para la Cooperación y el del Desarrollo Económicos [OCDE], 1996) es una herramienta útil para analizar esas relaciones.

Para entender el contexto y las posibles opciones de políticas a aplicar se necesitan tres tipos de información:

- información sobre porqué los consumidores finales utilizan la energía de la forma en que lo hacen: las fuerzas motrices de la demanda de energía
- información sobre lo que existe actualmente y cómo se realiza: el estado del consumo de energía
- información respecto a opciones de políticas y su potencial impacto: las respuestas que esas políticas deberían promover.

En conjunto, constituyen un ciclo de información que permite revisar y actualizar periódicamente las políticas en base a mediciones de sus resultados. Los indicadores son necesarios para informar sobre cada elemento: fuerzas motrices, estado, y respuesta.

Es preciso que las respuestas políticas aborden - a menudo en forma sutil - estas fuerzas motrices. Por ejemplo, en el sector residencial, son pocos los gobiernos que apuntarían a incidir sobre la demanda de energía mediante la regulación de la densidad de ocupación o el tamaño de los hogares. El aumento del consumo de energía debido al aumento del tamaño de los hogares ha sido superado por un progreso sustancial en eficiencia energética (AIE, 2013).

La información complementaria que surge de evaluaciones a posteriori, por ejemplo respecto a los estándares mínimos de eficiencia energética (EMEE) de equipos, así como del etiquetado, muestran que la mayoría de las mejoras en eficiencia energética se deriva de reducciones cuantificables en la demanda energética a medida que el stock de equipos gradualmente migra hacia modelos más eficientes. El valor de esta información sobre las políticas es que nos indica que la eficiencia de los equipos puede compensar el efecto de las fuerzas motrices asociadas a la población y el estilo de vida, por lo cual los programas de eficiencia de equipos deberían ser mejorados o mantenidos a efectos de limitar o suprimir el crecimiento en la demanda de energía con costos eficientes.

En los niveles 2, 3 y subsiguientes de la pirámide, los indicadores proporcionan los principales indicadores de estado para todos los sectores; el consumo de energía por tipo de combustible y asignado a cada uso final debería ser desagregado a nivel geográfico o regional para que pueda reflejar las fuerzas motrices relacionadas con el clima y la sociedad.

3

Descomposición o análisis de factorización

El análisis por descomposición o factorización se utiliza para cuantificar el impacto de distintos factores o fuerzas que inciden en el consumo de energía. Entender cómo cada elemento influye en el consumo energético es esencial a efectos de determinar cuál es el que tiene mayor potencial para reducir el consumo de energía y poder identificar las áreas que deberían ser priorizadas para el desarrollo de políticas de eficiencia energética.

La descomposición de tendencias del uso final de energía suele distinguir entre tres componentes principales que afectan el consumo energético: la actividad agregada, la estructura sectorial y la intensidad energética (en este caso la intensidad energética refleja las mejoras en eficiencia energética). Esto es un ejemplo de análisis de descomposición en tres factores. Sin embargo, si se cuenta con información más detallada es posible extender la descomposición a más de tres factores. Una discusión más detallada sobre análisis y técnicas de descomposición se encuentra disponible en el Anexo A.

Un aspecto clave en el análisis por descomposición es la elección de una definición de actividad. Dentro de lo posible, la medición de la actividad seleccionada debe utilizar información fácilmente disponible y ajustarse a los objetivos de las políticas planteadas y de los programas de actividad. Tanto las unidades de medición de

actividad (por ejemplo: Toneladas) como el valor monetario de la actividad (U\$\$) son válidos para medir la eficiencia energética, y ambos deberían ser estudiados y seguidos en forma consistente.

El desglose del consumo energético por sector para diferentes combustibles asignados a usos finales clave debería estar desagregado a nivel geográfico o regional para reflejar efectos de tipo climático o social. La descomposición del consumo energético se puede extender para abordar los cambios en emisiones de CO₂ mediante la introducción de la dimensión del mix de combustibles y la intensidad de carbono (o intensidad de CO₂).

Desarrollo de indicadores para el sector residencial

1

¿Qué es lo que promueve el consumo de energía en el sector residencial?

El sector residencial incluye aquellas actividades relacionadas con viviendas privadas. Ello cubre todas las actividades que utilizan energía en apartamentos y casas, incluyendo la calefacción y el calentamiento de agua, aire acondicionado, iluminación, cocina y el uso de electrodomésticos (incluyendo tanto grandes como pequeños electrodomésticos con conexión a la red eléctrica). No incluye el transporte de personas que está cubierto en el sector transporte, o la energía consumida para generar electricidad y calor, que está cubierta por el sector transformación. Esto es a efectos de mantener una consistencia con los informes de balances de energía por país, reportados a la Agencia Internacional de Energía (AIE).

Las tendencias de consumo energético en el sector residencial y los diferentes usos finales están condicionados por un amplio espectro de factores, incluyendo las mejoras en eficiencia energética, cambios en la población, el mix de fuentes de energía, la tasa de urbanización, número de viviendas ocupadas, ocupantes por hogar, tamaño de la vivienda, tipo de vivienda, características del edificio, y perfil de antigüedad, nivel de ingresos y crecimiento, preferencia de los consumidores y comportamiento, disponibilidad energética, condiciones climáticas, tasa de penetración de equipos y electrodomésticos, y aplicación de estándares.

En general, para el desarrollo de indicadores energéticos se consideran principalmente dos variables para explicar las tendencias del consumo energético: superficie útil residencial (para la calefacción y enfriamiento de locales) y número de viviendas ocupadas (en cuanto al calentamiento de agua, iluminación y electrodomésticos).¹ Sin embargo, para entender cómo cada factor influye en el consumo energético, es esencial determinar dónde está el mayor potencial de reducción de consumo energético, y qué área debería ser priorizada para el desarrollo de políticas de eficiencia energética.

Preguntas y Respuestas

P1. ¿Qué indicadores deberían desarrollarse en primera instancia para el sector residencial?

En países con un alta participación de combustibles fósiles en el sector residencial, la prioridad debería ser desarrollar indicadores para usos finales donde estas fuentes de energía se concentran, principalmente en la calefacción de locales (para países con climas fríos) y calentamiento de agua.

1. En las secciones siguientes se incluyen más detalles sobre las especificidades de la variable de actividad en relación a cada uso final.

En países donde uno de los objetivos de la política es reducir la generación eléctrica de base o la punta de la demanda en el sistema eléctrico (ya sea para limitar adiciones en la capacidad instalada requerida o para alcanzar una electrificación del 100%), el desarrollo de indicadores para electrodomésticos, iluminación y enfriamiento de locales debería ser una prioridad, ya que ellos representan los principales usos de la electricidad.

P2. ¿Cuál es el nivel necesario de desagregación por equipos?

El nivel necesario de desagregación para equipos de gran consumo energético como los frigoríficos, lavadoras, y lavavajillas, es a nivel de equipo individual. La información sobre televisores está generalmente disponible, pero la información respecto a otros aparatos eléctricos o electrónicos - aún siendo de interés - puede ser difícil de obtener y en tal caso los equipos como ordenadores y teléfonos móviles pueden ser agregados en conjunto dentro de la categoría de equipos digitales.

P3. ¿Qué es la corrección por efecto climático?

La corrección por efecto climático es un ajuste que se realiza al consumo energético relacionado con el acondicionamiento térmico a efectos de normalizar los patrones de consumo energético en el tiempo y así eliminar el impacto de las variaciones de temperatura año a año. Se recomienda ajustar los valores de acondicionamiento térmico usando la relación entre el número de grados-día de calentamiento (GDC) o grados-día de enfriamiento (GDE)* para un año dado respecto del promedio de los últimos 30 años para los mencionados índices (GDC o GDE).

P4. ¿Debería utilizarse el número total de viviendas o el número total de viviendas ocupadas?

Para calcular los indicadores del uso final de energía en el sector residencial debería utilizarse el número total de viviendas ocupadas, a efectos de evitar distorsiones en el cálculo debido a los consumos de aquellas viviendas que son utilizadas de forma intermitente o en viviendas eventualmente sin uso. Para mayor información, se sugiere consultar Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos (Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics) (AIE, 2014).

P5. ¿Debería hacerse distinción entre vivienda rural y vivienda urbana?

En países donde hay una diferencia significativa del tipo y tamaño de viviendas entre áreas rurales y urbanas, o en los que la disponibilidad y mix de combustible son diferentes, es recomendable una separación urbano/rural en tanto la información esté disponible.

* Más detalles en las especificidades de variables de actividad en relación a cada uso final serán descriptas en las secciones siguientes.

P6. ¿Debería la biomasa ser excluida para comparar países desarrollados y países en desarrollo?

En ciertas regiones con alta dependencia en la biomasa tradicional, el consumo de energía en viviendas representa hasta el 80 % del total de la energía final consumida (AIE, 2013). Por lo tanto, la biomasa debería ser incluida a efectos de cubrir el total del consumo de energía del sector residencial, pero los resultados no deberían ser utilizados como referencia para una categorización. En países que dependen significativamente de la biomasa pueden esperarse altas intensidades energéticas, ya que probablemente la biomasa tradicional sea utilizada en forma ineficiente. En cualquier comparación, deberían considerarse las fuentes energéticas disponibles en los países en cuestión.

P7. ¿Cómo debe analizarse el uso de electricidad para vehículos de transporte?

La energía del transporte no debería ser incluida en el sector residencial. Sin embargo, en algunos países los consumos de energía relacionados con el transporte no pueden ser separados del uso energético del sector residencial. Por ejemplo, el consumo de energía para calentamiento en edificios, que se utiliza también para mantener las baterías de los vehículos de transporte a la temperatura adecuada en aquellos países con inviernos extremadamente intensos, no puede ser separado fácilmente del consumo eléctrico del sector residencial.

2

¿Cómo se consume la energía y cómo ha evolucionado el consumo recientemente?

En 2011, cerca del 23 % del consumo final de energía global fue utilizado en el sector residencial. Mientras que el porcentaje del consumo de energía final total a nivel residencial se mantuvo estable entre 1990 y 2011, el consumo de energía total residencial aumentó un 35 % como resultado de un amplio número de factores, incluyendo el aumento de población y el número de viviendas ocupadas, cambios en el tamaño de las viviendas, el aumento de equipamiento, y la mejora del bienestar.

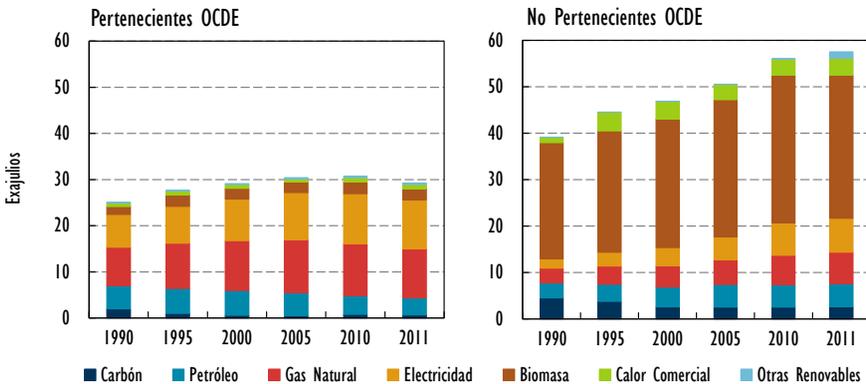
La importancia relativa del consumo energético en el sector residencial, y las fuentes de energía utilizadas para atender la demanda energética varían significativamente entre regiones y países diferentes. La electricidad y el gas natural son las principales fuentes de energía utilizadas en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), abasteciendo casi a tres cuartas partes del total de requerimientos de la energía residencial en 2011.

La biomasa continúa siendo la fuente de energía más importante para el sector residencial a nivel global. En países tropicales no pertenecientes a la OCDE, ésta se utiliza principalmente para usos de cocina y calentamiento de agua. La participación del carbón y del petróleo disminuyó, mientras que el gas natural y la electricidad cobraron más importancia.

El uso de la electricidad en los países de la OCDE se ha incrementado rápidamente, en gran medida debido al aumento de la penetración de numerosos pequeños electrodomésticos y una más amplia implementación de bombas de calor para la calefacción y calentamiento de agua.

En países no pertenecientes a la OCDE, las energías renovables (principalmente la biomasa tradicional) se mantuvo como el insumo energético dominante, alcanzando el 56 % del consumo de energía final, aunque este porcentaje está disminuyendo. La electricidad – aunque alcanza tan solo una participación del 13 % en 2011 – es de lejos el vector energético de más rápido crecimiento, con un aumento del 270 % desde 1990. La calefacción municipal sigue siendo importante en el sector residencial en algunos países, por ejemplo Rusia, con una participación de casi el 50 %.

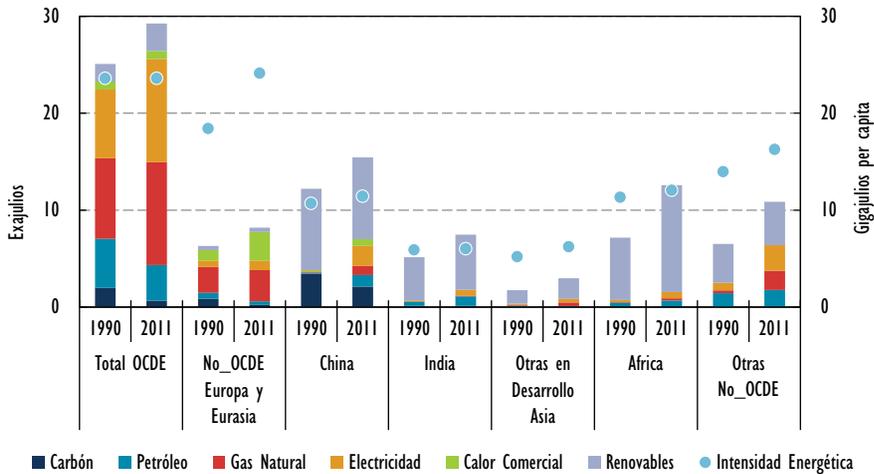
Figura 3.1 • Consumo energético residencial en los países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE



El consumo de energía per capita es el indicador más ampliamente utilizado y disponible para el sector residencial. Este indicador es a menudo utilizado para comparar la intensidad relativa o eficiencia energética de los distintos países. Si bien aporta una visión interesante respecto a las tendencias del consumo energético, la comparación de los países en base a este indicador puede inducir a conclusiones engañosas. Como tal dice muy poco acerca del consumo en hogares y no refleja las condiciones específicas en diferentes países.

Por ejemplo, el bajo consumo de energía per cápita en la India y en otros países en desarrollo de Asia, no es indicativo de la eficiencia en ese país, sino que refleja el hecho de que esos países tienen muy bajos requerimientos de calefacción; un alto porcentaje de población viviendo en áreas rurales - en algunos casos sin acceso a la electricidad - y una baja penetración de electrodomésticos. En algunos países estos factores pueden ser contrarrestados por una gran dependencia en la biomasa tradicional, mayormente para usos de cocina y calentamiento de agua. La biomasa tradicional es a menudo utilizada a eficiencias muy bajas, habitualmente en el rango del 8% al 15% de rendimiento. Esto puede explicar las altas intensidades en aquellas regiones altamente dependientes de la biomasa, como África.

Figura 3.2 • Consumo energético residencial e intensidad energética agregada



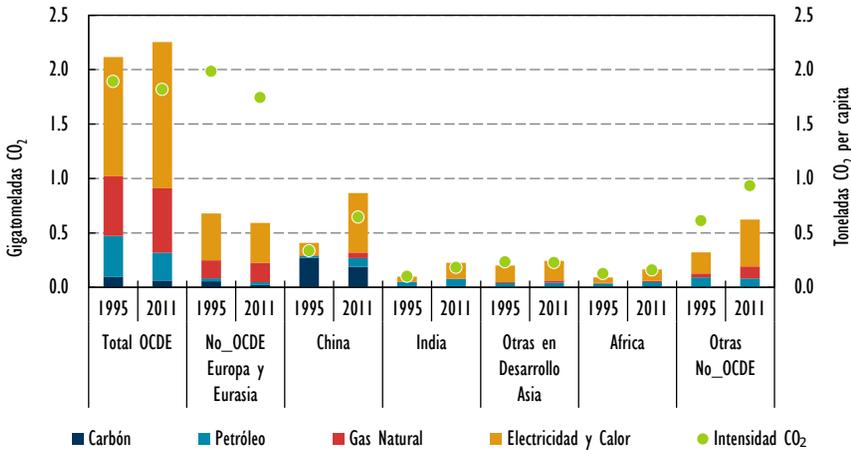
La información adicional disponible para países de la OCDE indica que el aumento per cápita del consumo en países de la OCDE entre 1990 y 2011 no se debió a una disminución de la eficiencia. Ese aumento puede ser explicado por otros factores tales como el aumento en el tamaño medio de las casas, un menor número de ocupantes por vivienda, o el aumento en el número de equipos eléctricos pequeños utilizados por los ocupantes. De hecho, la eficiencia energética mejoró en la mayoría de usos finales de éstos países.

Como resultado de mejoras en el consumo final de energía y cambios en el mix de la oferta energética, las emisiones² globales de dióxido de carbono (CO₂) del sector residencial se incrementó entre 1995 y 2011 en un 27 % hasta alcanzar aproximadamente 5 gigatoneladas de CO₂ (GtCO₂). Esto es más que el aumento en el consumo de energía final, implicando un aumento en la intensidad de emisiones de CO₂ del mix de energía en el sector residencial

Al examinar las emisiones del sector residencial en base per cápita, se revela que en 2011 las emisiones globales en promedio fueron 0,71 toneladas de CO₂ (tCO₂) por persona, un 4 % superior que en 1995. Sin embargo, hay grandes diferencias entre países. Las emisiones per cápita de CO₂ en países de la OCDE en 2011 son en promedio más de cuatro veces superior que las de los países no pertenecientes a la OCDE; y esto puede explicarse por una combinación de consumo energético residencial per cápita más bajo en países no pertenecientes a la OCDE, así como por una disminución en la intensidad de emisiones de carbono en el mix de energía debido a una mayor participación de energías renovables. Esta diferencia es menos significativa que en 1995, cuando la intensidad promedio de CO₂ en los países OCDE fue más de cinco veces superior que en la de los países no pertenecientes a la OCDE. Una disminución de la intensidad de CO₂ en la electricidad y la calefacción en países OCDE (-14%), combinado con un aumento en la tasa de equipamiento y una mayor intensidad de CO₂ en la electricidad y la calefacción en países no pertenecientes a la OCDE (+24%), explican parte de la tendencia global entre 1995 y 2011.

2. Las emisiones de CO₂ incluyen emisiones directas e indirectas. Como las intensidades de emisiones de CO₂ para la generación de calor no se encuentran disponibles para 1990, el año de referencia utilizado en este informe para los cálculos de emisiones de CO₂ es 1995.

Figura 3.3 • Emisiones de CO₂ e intensidad de CO₂ en sector residencial



3 ¿Cómo priorizar el desarrollo de indicadores (qué indicadores deberían ser desarrollados)?

Hay varias formas de definir el marco analítico para desarrollar indicadores de eficiencia energética en el sector residencial. El nivel de detalle depende en gran medida de la información disponible y la situación del país. En los países en los que el parque de vivienda consiste principalmente en un mismo tipo de vivienda, el desglose entre los diferentes tipos de vivienda podría no ser una prioridad, por ejemplo en Rusia donde más del 70% de las unidades de vivienda se encuentran en viviendas multifamiliares (BERD, 2011). Por otra parte, esta distinción puede ser importante para otros países; por ejemplo las viviendas unifamiliares representan en Canadá cerca del 55 % del parque, y las viviendas multifamiliares alcanzan el 30%; esto es de particular importancia dado que las viviendas unifamiliares en Canadá utilizan dos veces más energía por hogar que los apartamentos.

Figura 3.4 • Pirámide detallada de indicadores del sector residencial



En algunos casos, se puede requerir una desagregación adicional entre urbano y rural, y/o entre tipos diferentes de viviendas.

Véase Anexo F para pirámides alternativas.

De manera similar, en algunos países donde existen marcadas diferencias en la disponibilidad de combustibles y equipamiento, una distinción entre hogares rurales y urbanos podría ser esencial. Pero en otros países donde los hogares rurales y urbanos tienen acceso a las mismas fuentes de energía y tienen similares ingresos medios relativos, ésta distinción no sería relevante. En la mayoría de los países de la OCDE la principal diferencia entre los tipos de vivienda rural y urbana es que las viviendas multifamiliares dominan en áreas urbanas y las familias con hogar individual dominan en áreas rurales.

4 Desarrollo de indicadores por nivel de la pirámide

La Tabla 3.1 resume todos los indicadores descritos en la sección residencial y aporta una rápida visualización de la utilidad de los indicadores. Esta tabla coincide con lo visto para indicadores en la publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos de Estadística* (AIE, 2014).

Indicadores del nivel 1

Intensidad energética residencial agregada

Definición: Cantidad total de consumo residencial de energía per cápita, vivienda ocupada o superficie útil. El consumo energético per cápita indica cuánta energía es utilizada por cada persona en un país o región.

El consumo energético por vivienda ocupada o por área edificada se consideran mejor indicador que la energía residencial per cápita, ya que está normalizado por el factor clave del sector residencial: la escala de la vivienda.

- El consumo energético por vivienda ocupada tiene en cuenta los cambios en el número de habitantes por hogar, y puede ser utilizado para explicar por qué países similares tienen consumos per cápita diferentes. Para una población similar, un país puede tener un número menor de viviendas ocupadas si hay más personas por vivienda. Un número menor de viviendas ocupadas significa menos viviendas que calentar y refrigerar, y una menor cantidad total de equipos.
- El consumo energético por unidad de superficie tiene en cuenta el tamaño relativo de la vivienda. De nuevo, en países de población similar y número similar de viviendas ocupadas, el consumo energético total puede ser más alto en el país donde las viviendas son en promedio más grandes, ya que requieren más energía para mantener una temperatura interior similar. Por otra parte, el consumo energético para iluminación, calentamiento de agua y electrodomésticos está más relacionado con el número de viviendas y los habitantes por vivienda, que con el efectivo tamaño de la vivienda.

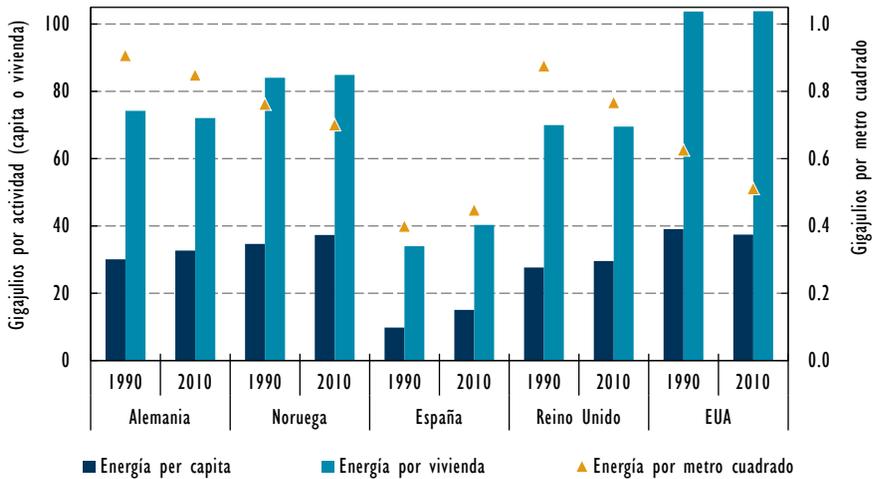
Uso de indicadores del nivel 1: El comparar estos tres indicadores puede ayudar a comprender qué usos finales tienen más fuerte impacto en los cambios del consumo energético, dado que los diferentes usos finales están influenciados por diferentes fuerzas motrices de actividad (por ejemplo, las tendencias de calefacción y enfriamiento de locales están principalmente influenciados por la superficie total edificada, dado que los electrodomésticos, la iluminación y el calentamiento de agua están más íntimamente ligados al número de ocupantes por vivienda).

Tabla 3.1 • Listado resumido de los indicadores más comúnmente utilizados en el sector residencial

Indicador	Cobertura	Datos energéticos	Datos por actividad	Código	Indicador recomendarlo
Consumo energético de calefacción de locales por persona	General	Consumo energético total para la calefacción de locales	Población total	H2a	
Consumo energético de calefacción de locales por vivienda	General	Consumo energético total para la calefacción de locales	Total de viviendas	H2b	
Consumo energético de calefacción de locales por superficie (idem por superficie calentada)	General	Consumo energético total para la calefacción de locales	Superficie total	H2c	☹
	Por tipo de vivienda	Consumo energético para la calefacción de locales de viviendas de tipo A	Superficie de viviendas de tipo A	H3a	
	Por sistema de calefacción	Consumo energético para la calefacción de locales de viviendas con sistema α	Superficie de viviendas con sistema de calefacción α	H3b	
	Por fuente de energía	Consumo energético para la calefacción de locales de viviendas con energético Z	Superficie de viviendas con energético Z	H3c	
Consumo de energía para enfriamiento de locales por vivienda con aire acondicionado (A/C)	General	Consumo energético total para el enfriamiento de locales	Total de viviendas con A/C	C2a	
Consumo energético para enfriamiento de locales por superficie de viviendas con A/C	General	Consumo energético total para el enfriamiento de locales	Superficie total enfriada	C2b	☺
	Por tipo de vivienda	Consumo energético para enfriamiento de locales de viviendas de tipo A con A/C	Superficie enfriada en viviendas de tipo A con A/C	C3a	
	Por tipo de sistema	Consumo energético para enfriamiento de locales de viviendas con el sistema A/C de tipo α	Superficie enfriada en viviendas con A/C sistema α	C3b	
	Por fuente de energía	Consumo energético para enfriamiento de locales de viviendas con A/C y energético Z	Superficie enfriada en viviendas con A/C energético Z	C3c	
Consumo energético para calentamiento de agua por persona	General	Consumo energético total para calentamiento de agua	Población total	W2a	
Consumo energético para calentamiento de agua por vivienda	General	Consumo energético total para calentamiento de agua	Total de viviendas	W2b	☺
	Por tipo de sistema	Consumo energético para calentamiento de agua en viviendas con sistema α	Total de viviendas con calentamiento de agua de sistema α	W3a	
	Por fuente de energía	Consumo energético para sistema de calentamiento de agua con energético Z	Total de viviendas con sistemas a energético Z	W3b	
Consumo energético para iluminación por persona	General	Consumo energético total para iluminación	Población total	L2a	
Consumo energético para iluminación por vivienda	General	Consumo energético total para iluminación	Total de viviendas	L2b	☺
	Por tipo de vivienda	Consumo energético para iluminación de viviendas de tipo A	Número de viviendas de tipo A	L3a	
Consumo energético para iluminación por superficie	General	Consumo energético total para iluminación	Superficie total	L2c	
	Por tipo de vivienda	Consumo energético para iluminación de viviendas de tipo A	Superficie total de viviendas tipo A	L3b	
Consumo energético para la cocción por persona	General	Consumo energético total para la cocción	Población total	K2a	
Consumo energético para la cocción por vivienda	General	Consumo energético total para la cocción	Total de viviendas	K2b	☺
	Por fuente de energía	Consumo energético para la cocción con energético Z	Número de viviendas con cocción a energético Z	K3a	
Consumo energético en los aparatos electrodomésticos por persona	General	Consumo energético total para los aparatos electrodomésticos	Población total	A2a	
Consumo energético en los aparatos electrodomésticos por vivienda	General	Consumo energético total para los aparatos electrodomésticos	Total de viviendas	A2b	
Consumo energético por aparato electrodoméstico	Por tipo de aparato	Consumo energético para todo aparato de tipo A	Número de aparatos electrodomésticos de tipo A	A3a	☺

■ Calefacción de locales ■ Enfriamiento de locales ■ Calentamiento de agua ■ Iluminación ■ Cocción ■ Electrodomésticos

Figura 3.5 • Ejemplo de indicadores del nivel 1 en Alemania, Noruega, España, Reino Unido y EUA



Relevancia para el desarrollo de políticas: Estos indicadores nos dan una visión general de la evolución del sector y de cómo éste se compara a nivel internacional. Pero dada la dimensión de los factores que influyen en estos indicadores, la información obtenida no es suficiente para definir acertadamente dónde pueden hacerse mejoras en la eficiencia y dónde se requiere mayor atención.

Comparación entre países: Comparar países basados en estos indicadores puede inducir a conclusiones erróneas. Sin embargo, podría dar una indicación respecto a las tendencias futuras del consumo energético. Países en desarrollo con consumos per cápita muy reducidos, posiblemente aumentarán su consumo energético a medida que el nivel de vida y el acceso a la energía se vean mejorados.

Disponibilidad y fuentes de información:

- Consumo energético: habitualmente está disponible en los balances energéticos nacionales y en los balances energéticos de la AIE
- Población: disponible a través del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas y de las oficinas nacionales de estadística
- Viviendas ocupadas: puede estar disponible a través de las oficinas nacionales de estadística, por ejemplo a través de encuestas sobre el gasto de los hogares.

Indicadores relacionados: El consumo energético está habitualmente disponible según el tipo de fuente a través de los balances energéticos. Un análisis acerca de los niveles y tendencias de diferentes fuentes energéticas podría ayudar a identificar qué uso final es el más importante y presenta mayor consumo de energía. La electricidad es la fuente dominante para electrodomésticos, iluminación y acondicionamiento de espacios; la biomasa y el carbón son utilizados mayormente para cocina y calentamiento de agua; y el gas natural y el petróleo son mayormente utilizados para la calefacción de locales y calentamiento de agua.

Tabla 3.2 • Descripción de indicadores del nivel 1

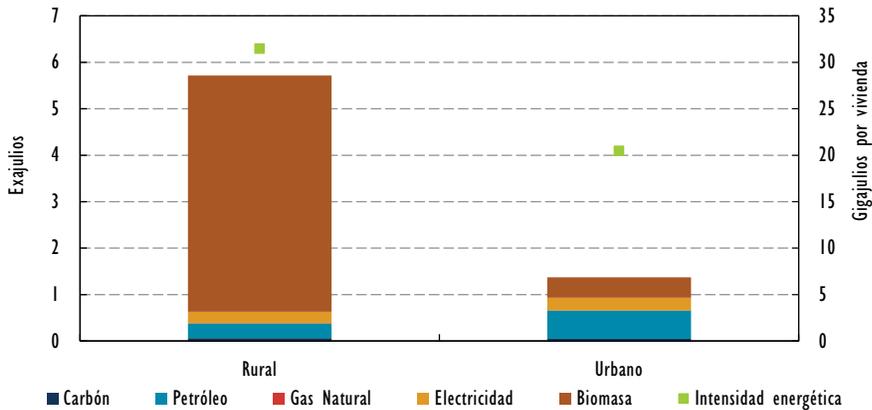
Indicador	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Consumo energético residencial per capita	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético residencial por fuente de energía. Población. 	<ul style="list-style-type: none"> Puede ser implementado para varios países y da una base consistente para comparación. Da información cualitativa sobre qué uso final puede haber tenido el más rápido crecimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> No mide la eficiencia energética desarrollada. El indicador está influenciado por la tasa de penetración de diferentes electrodomésticos, el número de ocupantes por vivienda, el nivel de ingresos de los ocupantes, la tendencia en tamaño y tipo de vivienda, la eficiencia del equipamiento de acondicionamiento de espacios y agua, el tipo de lámparas utilizado, la eficiencia de la aislación del edificio, etc.
Consumo energético residencial por vivienda ocupada	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético. Número de viviendas ocupadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una visión general sobre las tendencias en intensidad energética agregada. Cuando no se conoce el consumo energético por uso final, el consumo energético por vivienda ocupada puede utilizarse como un indicador de la intensidad energética. Es posible inferir conclusiones importantes cuando se conoce el clima, la tenencia de equipamiento que utiliza energía, y el área de la vivienda. 	<ul style="list-style-type: none"> No mide la eficiencia energética desarrollada Está influenciado por muchos factores no relacionados a la eficiencia energética, tales como cambios en el nivel de ingresos, o precios de la energía.
Consumo energético residencial por unidad de superficie.	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético. Superficie total edificada. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorear el consumo energético en el sector residencial. En combinación con el consumo energético por hogar, da una útil visión sobre cuáles podrían haber sido las causas principales del consumo energético. 	<ul style="list-style-type: none"> No mide la eficiencia energética desarrollada. Está influenciado por muchos factores no relacionados a la eficiencia energética, tales como cambios en el nivel de ingresos, o precios de la energía.

Desagregación adicional en el nivel 1: Intensidad energética residencial en áreas urbanas y rurales

En países donde los patrones de consumo de energía son muy diferentes en áreas rurales y urbanas, es necesario desarrollar indicadores para cada segmento a efectos de entender mejor las tendencias globales, y definir políticas adecuadas de intervención en diferentes contextos. El conjunto de indicadores especificados en el nivel anterior y sus correspondientes definiciones, propósitos y limitaciones

pueden ser también aplicados en éste nivel. Sin embargo, el desglose del consumo energético no está disponible a través de los balances energéticos.

Figura 3.6 • Consumo energético estimado e intensidad en áreas rurales y urbanas en la India, 2010



El análisis de éstos indicadores para la India nos indica que las áreas urbanas tienen una menor intensidad energética que la rural. Esto podría ir en contra de nuestra intuición, ya que las áreas urbanas altamente pobladas tienen en general un nivel de ingresos superior, más equipamiento consumidor de energía y un mayor acceso a fuentes de energía.

Este resultado puede ser en gran parte explicado por la muy diferente combinación de combustibles utilizados en éstos dos segmentos del sector residencial. En las áreas rurales, más de tres cuartas partes del consumo de energía se debe al uso de biomasa; esta participación es inferior al 50 % en áreas urbanas. Esa significativa diferencia explica en parte la mayor intensidad energética en áreas rurales. La eficiencia de la biomasa, utilizada principalmente en el sector residencial de la India para satisfacer la demanda en usos de cocina, puede ser tan baja como del 8% al 15%. A modo de comparación, el gas natural utilizado en las calderas convencionales de combustión tiene una eficiencia de hasta el 84%.

La evolución de estos indicadores tiene también un impacto sobre la tendencia global del consumo energético residencial. Dado que la población urbana tiene un consumo energético per cápita inferior al área rural, un aumento en la urbanización de un país se traducirá en una disminución del consumo energético per cápita de ese país. Tal disminución se reflejará en un cambio en la composición del sector residencial, y no en una mejora en la eficiencia energética residencial.

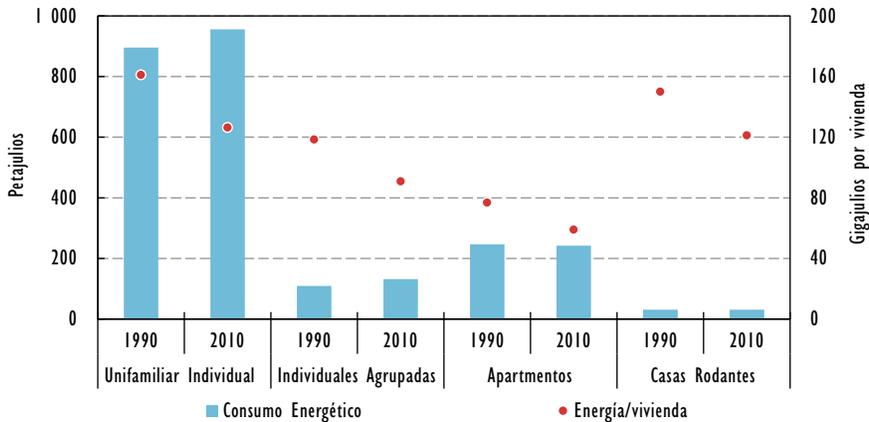
Desagregación adicional del nivel I: Intensidad energética residencial por tipo de vivienda

Considerar los diferentes tipos de vivienda puede ser importante para entender las tendencias globales del consumo energético residencial. El tipo de vivienda tiene un impacto notable en los requerimientos de calefacción y climatización. Las viviendas unifamiliares - en que todas las paredes y techos están expuestos a los elementos

externos del ambiente - usualmente requieren más energía para mantener el nivel de confort en el hogar si se lo compara con un apartamento, en el que podría haber solamente una pared expuesta al exterior. Por lo tanto, los países con un alto porcentaje de viviendas unifamiliares tenderán a experimentar un requerimiento de energía mayor que aquellos países en los que la participación de las viviendas multifamiliares o apartamentos es superior.

Al mismo tiempo, el tipo de vivienda no suele tener un impacto directo en el consumo de energía asociado a los electrodomésticos o al calentamiento de agua. Por tanto, este nivel será importante solamente para aquellos países con alta demanda de energía para calefacción o refrigeración, y en los que hay una combinación de tipos de viviendas muy diferentes. El conjunto de indicadores especificados en el nivel anterior y sus definiciones, propósitos y limitaciones también se aplican a este nivel. Sin embargo, el desglose del consumo energético no está disponible en los balances energéticos.

Figura 3.7 • Intensidad y consumo energético para diferentes tipos de vivienda en Canadá



Nota: la energía en Canadá es reportada en valor calorífico bruto.

Fuente: RNC (Recursos Naturales de Canadá) (2013), National Energy Use Database, Office of Energy Efficiency, RNC, Canadá.

El análisis de la energía consumida por vivienda en Canadá indica que la intensidad energética es más de dos veces superior en las viviendas unifamiliares que en los apartamentos (la comparación de energía por unidad de superficie puede mostrar diferentes magnitudes). Como resultado, el cambio en la importancia relativa de los apartamentos en Canadá - la cual disminuyó entre 1990 y 2010 - tuvo un impacto al alza en la tendencia de energía residencial total.

Mientras que la superficie total edificada o el número de ocupantes en la vivienda por tipo de vivienda están a veces disponibles a través de los censos nacionales o encuestas, el consumo energético en este nivel suele requerir el desarrollo de encuestas específicas en los hogares. Dados los recursos necesarios para generar este indicador, su necesidad deberá ser evaluada con cautela y desarrollarlo únicamente en el caso de que se considere esencial a efectos de apoyar una mejor elaboración de las políticas.

Indicadores del nivel 2

Intensidad energética por uso final: Calefacción de locales

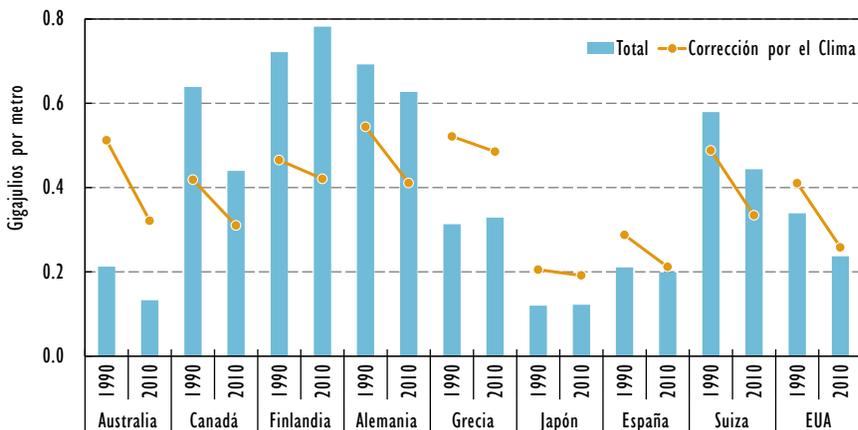
Definición: Cantidad de energía consumida para calefacción de locales per cápita, por vivienda ocupada o por unidad de superficie. En algunos países sólo se calienta una fracción de la superficie útil total; en tal caso, este indicador debería utilizar la superficie calefactada como la variable de actividad para dar resultados más precisos respecto a la tendencia de la intensidad. El indicador preferente es la energía por unidad de superficie.

Relevancia para el desarrollo de políticas: La intensidad energética para calefacción está influenciada no solamente por el clima, sino además por el volumen de la edificación, la antigüedad de la construcción, la eficiencia del aislamiento térmico del edificio, las preferencias del consumidor, las prácticas operativas de la instalación, los elementos o dispositivos de control, la fuente energética utilizada, las limitaciones operacionales y la eficiencia del equipamiento de calefacción. Por tanto, resulta necesario disponer de información más detallada acerca del edificio y del equipamiento de calefacción, a efectos de obtener una base suficientemente robusta para el desarrollo de políticas.

Comparación entre países: Para que este indicador llegue a ser relevante para la comparación entre países, el consumo energético para calefacción de locales debería ser corregido teniendo en cuenta los grados-día de calefacción (GDC) de cada año en particular.

Mientras que una base más precisa para la comparación es el volumen total a calefactar - y no la superficie total - la información sobre los volúmenes de las casas generalmente no está habitualmente disponible en los países. Por tal razón, los indicadores basados en volumen no serán discutidos en esta publicación.

Figura 3.8 • Intensidad energética e intensidad corregida por el clima para calefacción de locales



Nota: clima normalizado a 2 700 GDC.

Disponibilidad y fuentes de información: Tal como sucede con otros usos finales, el consumo energético no está totalmente disponible y requiere encuestas específicas, mediciones o modelización. Un mayor detalle sobre cómo obtener esta información se encuentra disponible en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Tabla 3.3 • Descripción de indicadores del nivel 2: Calefacción de locales

Indicador	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Consumo energético en calefacción de locales per capita	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para calefacción de locales. Población. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una indicación de las tendencias en consumo para calefacción de locales. 	<ul style="list-style-type: none"> Este indicador no toma en cuenta los efectos de superficie edificada y el porcentaje de superficie calefaccionada.
Consumo energético en calefacción de locales por vivienda ocupada	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para calefacción de locales. Cantidad de viviendas ocupadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una indicación de las tendencias en consumo para calefacción de locales. 	<ul style="list-style-type: none"> Este indicador no toma en cuenta los efectos de superficie edificada y el porcentaje de superficie calefaccionada.
Consumo energético para calefacción de locales por unidad de superficie	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para calefacción de locales. Superficie total edificada. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una indicación de las tendencias en consumo para calefacción de locales. 	<ul style="list-style-type: none"> No distingue entre la eficiencia del equipamiento y de la edificación. No mide la eficiencia energética desarrollada. No toma en cuenta la superficie no calefaccionada ni las viviendas sin calefacción de locales.
Consumo energético para calefacción de locales por unidad de superficie calefaccionada	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para calefacción de locales. Superficie total calefaccionada. 	<ul style="list-style-type: none"> Donde solamente una fracción de la superficie total es calefaccionada, da una mejor indicación de tendencias en consumo energético para calefacción de locales. 	<ul style="list-style-type: none"> No distingue entre la eficiencia del equipamiento y de la edificación. No mide la eficiencia energética desarrollada.

Más allá de los indicadores del nivel 2

El consumo de energía para calefacción de locales está influenciado por las preferencias del consumidor (por p.ej. temperatura preferida para interiores); ingreso económico de los ocupantes; el tipo, antigüedad y eficiencia de la vivienda; las fuentes de energía; y la tecnología utilizada. A efectos de producir indicadores que resulten efectivos para abordar cada uno de éstos factores, es necesario contar con información detallada que incluya aspectos sobre el comportamiento del consumidor.

Desde el punto de vista de elección de la tecnología, existe una variedad de tecnologías sustancialmente diferentes que pueden llegar a tener un gran impacto en el consumo energético. En el futuro sería aconsejable obtener información acerca de si los hogares tienen bombas de calor en vez de calefactores de resistencia eléctrica, y calderas de condensación en vez de calderas convencionales (AIE, 2013 b).

Intensidad energética por uso final: Enfriamiento de locales

Definición: Cantidad de energía consumida para enfriamiento de locales por vivienda con aire acondicionado o por unidad de superficie refrigerada. Dado que en la mayoría de los países sólo una fracción de las viviendas cuenta con acondicionamiento de aire, y a veces solamente una fracción del total de la superficie útil de la vivienda es refrigerada, los indicadores que utilizan la población total, el número de viviendas ocupadas o la superficie útil como variables de actividad no serían significativos para este uso final. Mientras que la energía por vivienda con aire acondicionado es un indicador relevante, la energía por unidad de superficie refrigerada es preferible ya que toma también en consideración la superficie de la vivienda refrigerada. Las ventajas y prevenciones asociadas a los indicadores de calefacción de locales también se aplican a los indicadores de enfriamiento de locales.

Relevancia para el desarrollo de políticas: este indicador puede proporcionar una aproximación sobre el potencial para mejorar el perfil de consumo energético para refrigeración, así como el potencial para mejorar la eficiencia energética en este uso final.

Comparación entre países: para que este indicador sea relevante en la comparación entre países, el consumo energético para enfriamiento de locales debería ser corregido teniendo en cuenta los grados-día de enfriamiento (GDE) para cada año en particular.

Disponibilidad y fuentes de información: Tal como sucede con otros usos finales, el consumo energético no está totalmente disponible y requiere encuestas específicas, mediciones o modelación. Un mayor detalle sobre cómo obtener esta información se proporciona en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Tabla 3.4 • Descripción de indicadores del nivel 2: Enfriamiento de locales

Indicador	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Consumo para enfriamiento de locales por vivienda con acondicionamiento de aire	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para refrigeración. Cantidad de viviendas con acondicionamiento de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una indicación sobre las tendencias del consumo energético para refrigeración. 	<ul style="list-style-type: none"> No considera la superficie de la vivienda que se refrigera.
Consumo energético para enfriamiento de locales por unidad de superficie refrigerada	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para refrigeración. Superficie refrigerada. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una indicación sobre las tendencias del consumo energético para refrigeración. Puede utilizarse para representar la eficiencia energética en refrigeración. Puede indicar la eficacia de políticas (sea rendimiento energético mínimo, o la promoción de acondicionadores de aire de alta eficiencia). 	<ul style="list-style-type: none"> No considera las diferentes tecnologías que son utilizadas para refrigerar la casa, por lo que puede sub- o sobre-estimar la eficiencia energética real.

Nota: La enfriamiento de locales per cápita no es un indicador relevante ya que lo enfriamiento de locales no está ampliamente disponible en el sector residencial.

Más allá de los indicadores del nivel 2

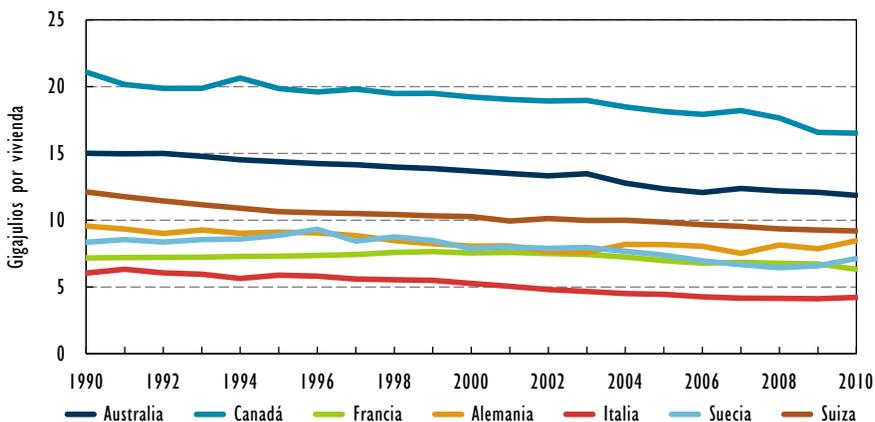
Actualmente, existen tan sólo unos pocos países que pueden desarrollar los indicadores propuestos para el nivel 1. Estos indicadores pueden servir para representar la eficiencia energética, pero un mejor seguimiento de las políticas con respecto al potencial requiere de mayor información sobre las diferentes tecnologías utilizadas para enfriamiento de locales. Los primeros pasos deberían ser aclarar las interrogantes sobre políticas y luego aplicar encuestas cuidadosamente diseñadas. La refrigeración puede ser efectuada mediante diferentes tecnologías tales como los sistemas centralizados, de ventana o sistemas tipo split. A efectos de dar un mejor seguimiento a las tendencias en la eficiencia energética para enfriamiento de locales, y para entender mejor cómo influir en esta tendencia, se requiere de información al nivel de tecnologías (tendencias en las ventas de productos).

Intensidad energética por uso final: Calentamiento de agua

Definición: cantidad de energía consumida para calentamiento de agua per cápita o por vivienda ocupada. El consumo energético por vivienda ocupada es considerado un mejor indicador que la energía per cápita. Diferentes fuentes energéticas son utilizadas para el calentamiento de agua, siendo la biomasa la fuente dominante en los países en desarrollo y el gas natural en los países pertenecientes a la OCDE.

El consumo energético por vivienda ocupada da una visión muy útil respecto a la eficiencia del calentamiento de agua, aunque está influenciado por el diferente número promedio de ocupantes por vivienda cuando se utiliza a efectos de comparación entre países.

Figura 3.9 • Ejemplo de intensidad energética para calentamiento de agua por país (energía por vivienda ocupada)



La comparación entre países desarrollados y en desarrollo, en los que se utilizan fuentes energéticas muy diferentes, podría no ser relevante para la evaluación de la eficiencia de los calentadores de agua. Donde exista una alta participación del uso de biomasa, la intensidad energética tenderá a ser más alta. Sin embargo, observando los cambios del mix de energía en el tiempo y comparando la intensidad

promedio, podemos obtener una visión respecto al efecto del mix de combustibles en la intensidad global del calentamiento de agua.

Dado que el calentamiento de agua no está disponible o bien no se necesita en todos los hogares de los países en desarrollo, es importante considerar el número de viviendas con calentamiento de agua y la calidad del servicio. Esta información normalmente no es recopilada.

Relevancia para el desarrollo de políticas: Este indicador depende en gran medida del tipo de fuente energética utilizada, de la eficiencia de los calentadores de agua y abastecimiento de agua, y de la penetración del agua caliente sanitaria. Aunque este indicador aporta una primera aproximación importante, sería deseable contar con información más detallada a efectos de evaluar el potencial de reducción.

Tabla 3.5 • Descripción de indicadores del nivel 2: Calentamiento de agua

Indicador	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Consumo energético para calentamiento de agua per capita	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para calentamiento de agua. Población. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una indicación sobre las tendencias en consumo energético para calentamiento de agua. Si el indicador se desarrolla a nivel de fuente energética, puede indicar la eficacia de políticas (ya sea rendimiento energético mínimo, o la promoción de calentadores solares de agua). 	<ul style="list-style-type: none"> Este indicador no toma en cuenta la cantidad de personas con acceso y/o necesidad de calentamiento de agua. No toma en cuenta el efecto de la cantidad de ocupantes por hogar. No considera el tipo de fuente de energía utilizada para calentamiento de agua.
Consumo energético para calentamiento de agua por vivienda ocupada	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para calentamiento de agua. Cantidad de viviendas ocupadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una indicación sobre las tendencias en consumo energético para calentamiento de agua. Si el indicador se desarrolla a nivel de fuente energética, puede indicar la eficacia de políticas (ya sea rendimiento energético mínimo, o la promoción de calentadores solares de agua). 	<ul style="list-style-type: none"> No toma en cuenta la cantidad de viviendas ocupadas con acceso y/o necesidad de calentamiento de agua.

Comparación entre países: La comparación entre países en desarrollo y desarrollados en base a este indicador puede inducir a confusiones dado que la intensidad depende de la cantidad de viviendas ocupadas con calentamiento de agua (e incluso el número de calentadores de agua) y de la fuente energética consumida.

Disponibilidad y fuentes de información: Tal como sucede con otros usos finales, el consumo energético no está totalmente disponible y requiere encuestas específicas, mediciones o modelización. Un mayor detalle sobre cómo obtener esta información se proporciona en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

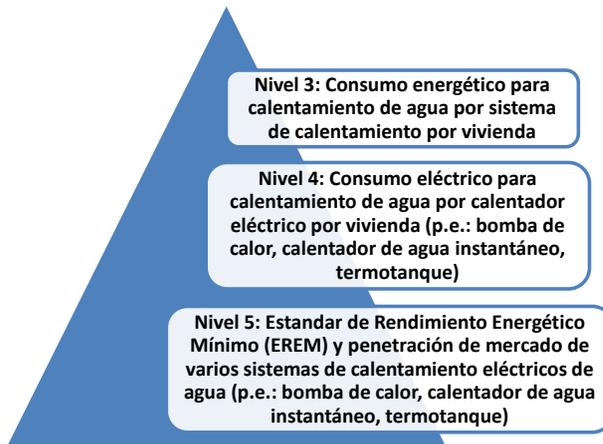
Más allá de los indicadores del nivel 2

Mientras que el desarrollo de indicadores del nivel 2 para calentamiento de agua facilita una buena base para entender las tendencias del consumo energético, se requiere el desarrollo de indicadores a un nivel más desagregado para lograr una mejor evaluación respecto al impacto y al potencial de mejora de la eficiencia.

La intensidad energética debería ser desarrollada según la fuente de energía y el tipo de tecnología (Figura 3.10) para hacer un seguimiento de la efectividad de las políticas. Mientras que un indicador en base a la fuente de energía puede ser suficiente para entender cómo influir en las tendencias del consumo energético, el desarrollo de estándares mínimos de eficiencia energética (EMEE) y el seguimiento de la eficiencia requieren el desarrollo de indicadores por tipo de tecnología. Disponer de este nivel de detalle nos daría una buena base para comprender cómo una determinada política que apunte a una tecnología en particular estaría afectando el consumo energético total, y permitiría también una comparación entre países respecto a la eficiencia de las diferentes tecnologías.

Por ejemplo, obtener y facilitar información sobre la saturación del mercado respecto a calentadores de agua con bomba de calor y calentadores de agua con resistencia eléctrica será muy importante en el futuro. De forma similar, informar sobre calentadores de agua de condensación instantánea de gas, calentadores de agua de condensación de gas y calentadores de agua convencionales a gas en cuanto a su participación en el mercado será de gran ayuda para quienes elaboran las políticas (AIE, 2013).

Figura 3.10 • Más allá del nivel 2 para calentamiento de agua: un ejemplo de calentadores que utilizan electricidad

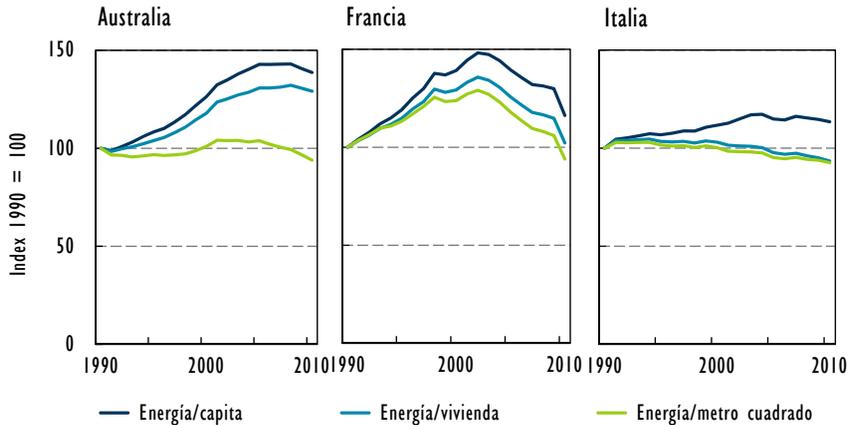


Intensidad energética por usos finales: Iluminación

Definición: cantidad de energía consumida para iluminación per cápita, vivienda ocupada o unidad de superficie. El consumo energético per cápita indica cuánta energía es utilizada para iluminación por cada persona en un país o región.

Tanto el consumo energético por vivienda ocupada como por unidad de superficie se consideran mejores indicadores que la energía per cápita.

Figura 3.11 • Ejemplos de intensidad energética en iluminación en Australia, Francia e Italia



Mientras que hay un claro vínculo entre los requerimientos de iluminación y la población, el consumo energético por vivienda tiene en cuenta el hecho de que varias personas pueden ocupar la misma habitación, requiriendo por tanto menos energía (per cápita) que si una sola persona estuviera en la vivienda.

El consumo energético por unidad de superficie tiene en cuenta la superficie que necesita iluminación. Sin embargo, el vínculo entre el requerimiento de iluminación y la superficie útil no es tan evidente como el de la energía por vivienda. Una persona que viva en una pequeña vivienda, en teoría, no requiere menos iluminación que una persona viviendo en una gran vivienda de múltiples habitaciones, ya que sólo la habitación donde se encuentra la persona requiere de iluminación.

Generalmente, los tres indicadores siguen las mismas tendencias en el tiempo, con el consumo energético por metro cuadrado decreciendo a un ritmo más rápido que la energía per cápita o por vivienda.

Relevancia para el desarrollo de políticas: Si bien la intensidad energética en iluminación ya incluye las diferencias en horas de luz natural para diferentes regiones o países, las variaciones de este indicador presentan una aproximación sobre las expectativas culturales en cuanto a los niveles de calidad y el servicio de la iluminación, y también respecto al nivel de eficiencia de la iluminación en un determinado país y a su potencial de reducir el consumo energético para este fin.

Comparación entre países: Las diferentes intensidades entre países indican tanto los diferentes niveles de eficiencia energética para iluminación como las medidas y el comportamiento respecto a la conservación de energía.

Disponibilidad y fuentes de información: Tal como sucede con otros usos finales, el consumo energético no está ampliamente disponible y requiere encuestas específicas, mediciones o modelización. Un mayor detalles sobre cómo obtener ésta

información se proporciona en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Tabla 3.6 • Descripción de indicadores del nivel 2: Iluminación

Indicador	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Consumo energético para iluminación per capita	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para iluminación. Población. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una indicación sobre las tendencias de consume energético para iluminación. Puede indicar la eficacia de una campaña para la conservación de energía o el impacto de una reglamentación sobre iluminación eficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye el impacto de la eficiencia energética y el comportamiento del consumidor. Este indicador no toma en cuenta el efecto de ocupantes por hogar. No toma en cuenta las diferencias en el flujo de luz solar por país. No toma en cuenta preferencias del consumidor local respecto al color de la luz.
Consumo energético para iluminación por vivienda ocupada	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para iluminación. Cantidad de viviendas ocupadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Puede utilizarse para representar la eficiencia energética en iluminación. Da una indicación sobre las tendencias de consume energético para iluminación. Puede indicar la eficacia de una campaña para conservación de energía o el impacto de una reglamentación sobre iluminación eficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye el impacto de la eficiencia energética y el comportamiento del consumidor. No toma en cuenta preferencias del consumidor local respecto al color de la luz. No toma en cuenta preferencias del consumidor local respecto al color de la luz.
Consumo energético para iluminación por unidad de superficie	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para iluminación. Superficie edificada total. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una indicación sobre las tendencias de consume energético para iluminación. Puede indicar la eficacia de una campaña para conservación de energía o el impacto de una reglamentación sobre iluminación eficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye el impacto de la eficiencia energética y el comportamiento del consumidor. No considera las necesidades individuales de iluminación. No mide el desarrollo técnico en eficiencia energética. No toma en cuenta preferencias del consumidor local respecto al color de la luz. No toma en cuenta preferencias del consumidor local respecto al color de la luz.

Indicadores relacionados: La electricidad es la principal fuente de energía para iluminación. Sin embargo, el keroseno y el gas licuado de petróleo (GLP) se utilizan todavía en algunos países, y la energía solar es una nueva fuente que puede crecer en importancia en el futuro. Allí donde haya diferentes fuentes de energía consumida para generar iluminación, este indicador debería ser desarrollado por tipo de fuente energética para tener una mejor visión respecto a las tendencias de la energía para iluminación.

Más allá de los indicadores del nivel 2

El consumo energético para iluminación por vivienda ocupada podría facilitar una referencia respecto a la eficiencia energética para este uso final. Sin embargo, es posible refinar un poco más este indicador, y así evaluar mejor las políticas o medidas que han sido implementadas para reducir la intensidad energética en iluminación.

La iluminación en una vivienda puede ser proporcionada a través de diferentes tipos de fuentes de luz (p.ej. bombillas incandescentes, alógenas, o fluorescentes compactas; fluorescentes lineales, o por diodos emisores de luz [del inglés: LEDs]). Dar seguimiento al impacto real de una medida que promueva el uso de iluminación eficiente puede requerir encuestas detalladas que obtengan información respecto al número de puntos de luz en la vivienda, su eficiencia y su uso. Este requerimiento puede llegar a ser más complejo si se basa en la obtención del número de diferentes tipos de fuentes de iluminación, ponderada con el consumo de energía estimado para cada tipo de iluminación, las cuales pueden llegar a ser muy diferentes.

Intensidad energética por usos finales: Cocina

Definición: cantidad de energía consumida para usos de cocina per cápita o por vivienda ocupada. El consumo energético por vivienda ocupada se considera un mejor indicador que la energía per cápita. Debido a la dificultad de obtener información detallada, dentro de la cocina no se incluye a los pequeños electrodomésticos, tales como horno microondas y freidoras. Estos pequeños aparatos se incluyen dentro de los usos finales como “electrodomésticos”. Mientras que en muchos países desarrollados la cocina es considerada dentro de la categoría “electrodomésticos”, aquí se presenta separadamente dadas sus particularidades. La principal fuente de energía utilizada para los artefactos es la electricidad, sin embargo para la cocción pueden utilizarse una variedad de fuentes de energía. En los países en desarrollo la biomasa suele ser la energía más utilizada para cocinar, destacando especialmente en las áreas rurales. Para tres países con datos de cocina desagregados, el consumo energético para cocina ha descendido un 20% en los últimos 20 años, a medida que se han ido incorporando equipos de cocina más eficientes en los puntos de venta (Figura 3.12).

Dado que en los diferentes países se utilizan diferentes fuentes de energía, una comparación de la intensidad energética en la cocina podría no ser relevante para evaluar el grado de intensidad energética asociada a la cocina de un país. Al comparar los países en desarrollo de Asia, que utilizan mayoritariamente la biomasa respecto de los países pertenecientes a la OCDE, no daría demasiada información. Sin embargo esta comparación resulta relevante entre países en los que el mix de energía es similar, tal como para los países en desarrollo. Las condiciones sociales y las costumbres en diferentes países pueden tener también un impacto sobre este indicador.

Figura 3.12 • Ejemplo de intensidad energética para cocina por países (energía por vivienda ocupada)

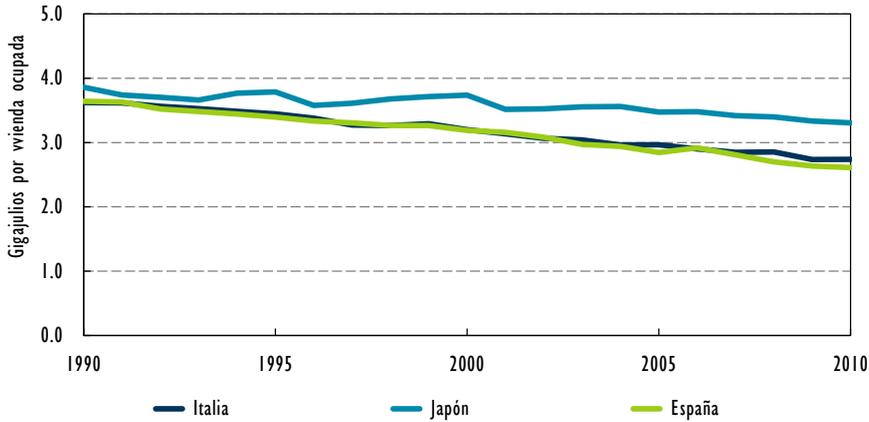


Tabla 3.7 • Descripción de indicadores del nivel 2: Cocina

Indicador	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Consumo energético para cocción per capita	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para cocción. Población. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una indicación sobre las tendencias en consume energético para cocción. Si el indicador se desarrolla a nivel de fuente energética, puede indicar la eficacia de políticas (ya sea rendimiento energético mínimo, o promoción de cocinas a biomasa con alta eficiencia). 	<ul style="list-style-type: none"> Este indicador no toma en cuenta el efecto de ocupantes por vivienda. No considera el uso de pequeños electrodomésticos para cocción, ni los hábitos de cocción.
Consumo energético para cocción por vivienda	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para cocción. Cantidad de viviendas ocupadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Puede ser utilizado para representar la eficiencia energética para cocción (si se desarrolla en algunos países a nivel de fuente energética). Da una indicación sobre las tendencias en consume energético para cocción. Si el indicador se desarrolla a nivel de fuente energética, puede indicar la eficacia de políticas (ya sea rendimiento energético mínimo, o promoción de cocinas a biomasa con alta eficiencia). 	<ul style="list-style-type: none"> No considera el uso de pequeños electrodomésticos para cocción, ni los hábitos de cocción.

Relevancia para el desarrollo de políticas: En países que se basan principalmente en fuentes de energía convencional, este indicador nos da una visión importante respecto al nivel de eficiencia en cocina. Para países en los que una variada gama de fuentes de energía es utilizada para cocinar, este indicador debería ser desarrollado para cada fuente de energía.

Comparación entre países: Este indicador puede ser utilizado para la comparación entre países en los que se utilizan fuentes similares de energía para cocinar.

Disponibilidad y fuentes de información: Tal como sucede con otros usos finales, el consumo energético no está totalmente disponible y requiere encuestas específicas, mediciones o modelización. Un mayor detalle sobre cómo obtener ésta información se proporciona en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Más allá de los indicadores del nivel 2

Existen varios tipos de equipos de cocina. A efectos de dar un mejor seguimiento a las tendencias de la eficiencia energética en cocina, un indicador clave es la consumo energético unitario (CEU) de los dispositivos de cocina, habitualmente expresado en kilovatios-hora por año (kWh/año). La CEU promedio para un país puede obtenerse al dividir el consumo energético total (convertido a kWh) entre el total de dispositivos de cocina. Este indicador puede ser desarrollado para el parque medio (Tabla 3.8), así como para los nuevos equipos de cocina disponibles en el mercado. Al utilizar este indicador es posible formular las futuras políticas y asegurar que las futuras reglamentaciones - o los EMEE - apunten a las mejores tecnologías disponibles (MTDs) en el mercado.

Tabla 3.8 • Promedio de consumo energético unitario para cocción en algunos países (kWh/año)

	1990	1995	2000	2005	2010
Canadá	834	822	813	784	716
Finlandia	493	n.a.	n.a.	n.a.	308
Alemania	531	477	504	508	539
Nueva Zelanda	719	686	743	650	691
Reino Unido	931	863	821	812	732

Intensidad energética por usos finales: Electrodomésticos³

Definición: Cantidad de energía consumida por los electrodomésticos per cápita o por vivienda ocupada. El consumo energético por vivienda ocupada se considera un mejor indicador que la energía per cápita.

Debido a los muy diferentes tipos de electrodomésticos incluidos dentro de este uso final, las diferentes tendencias y niveles de penetración para los distintos electrodomésticos, el intentar obtener conclusiones respecto a la eficiencia de un país puede inducir a conclusiones erróneas. Sin embargo, la comparación de las tendencias en consumo energético para este uso final en relación a otros usos finales puede aportar una visión muy útil respecto al impacto relativo que tiene sobre el consumo energético total en el sector residencial.

3. Dentro de los electrodomésticos se incluye a los grandes electrodomésticos (frigoríficos, congeladores, lavadoras, secadoras, lavavajillas), así como pequeños equipos eléctricos conectados a la red (p.ej.: computadoras, impresoras, televisores, tostadoras, máquinas de café).

Relevancia para el desarrollo de políticas: Aunque este indicador puede facilitar una comprensión significativa respecto a la importancia relativa de este uso final dentro del sector residencial, está demasiado agregado como para indicar el potencial de mejora en eficiencia energética para este uso final.

Figura 3.13 • Ejemplos de intensidad energética de electrodomésticos por país (energía por vivienda ocupada)

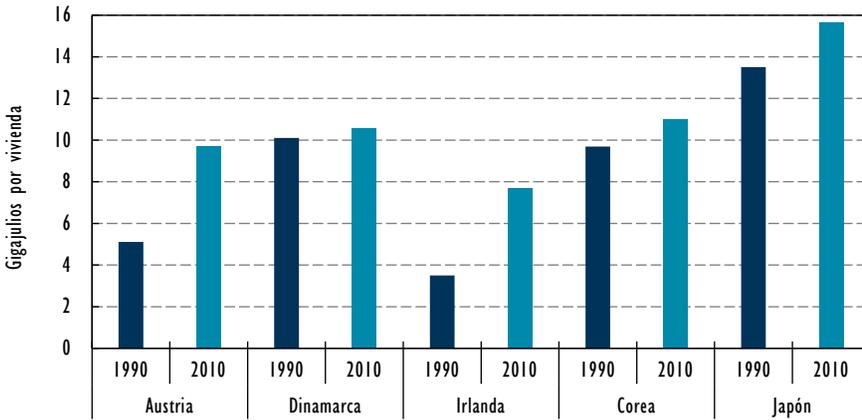


Tabla 3.9 • Descripción de indicadores del nivel 2: Electrodomésticos

Indicador	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Consumo energético de electrodomésticos per capita	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para electrodomésticos. Población. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una indicación sobre las tendencias del consumo energético para electrodomésticos. Al compararlo con otros usos finales, da una visión de los cambios respecto a su importancia en el sector residencial. 	<ul style="list-style-type: none"> Este indicador no toma en cuenta el efecto de ocupantes por vivienda. No toma en consideración la tasa de penetración relativa de diferentes electrodomésticos. No toma en consideración el tamaño/capacidad, o el uso.
Consumo energético para electrodomésticos por vivienda	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para electrodoméstico. Cantidad de viviendas ocupadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Da una indicación sobre las tendencias del consumo energético para electrodomésticos. Al compararlo con otros usos finales, da una visión de los cambios respecto a su importancia en el sector residencial. 	<ul style="list-style-type: none"> Este indicador no toma en cuenta el efecto de ocupantes por vivienda. No toma en consideración la tasa de penetración relativa de diferentes electrodomésticos. No toma en consideración el tamaño/capacidad, o el uso.

Comparación entre países: Dada su naturaleza heterogénea, el utilizar este indicador para la comparación entre países puede llevar a conclusiones inexactas. Sin embargo, la tendencia general observada en el tiempo y la importancia relativa de este uso final dentro del sector residencial puede aportar una visión muy útil respecto a la situación del país en cuestión.

Disponibilidad y fuentes de información: Tal como sucede con otros usos finales, el consumo energético no está ampliamente disponible y requiere de encuestas específicas, mediciones o modelización. Un mayor detalle sobre cómo obtener esta información se proporciona en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos de Estadística* (AIE, 2014).

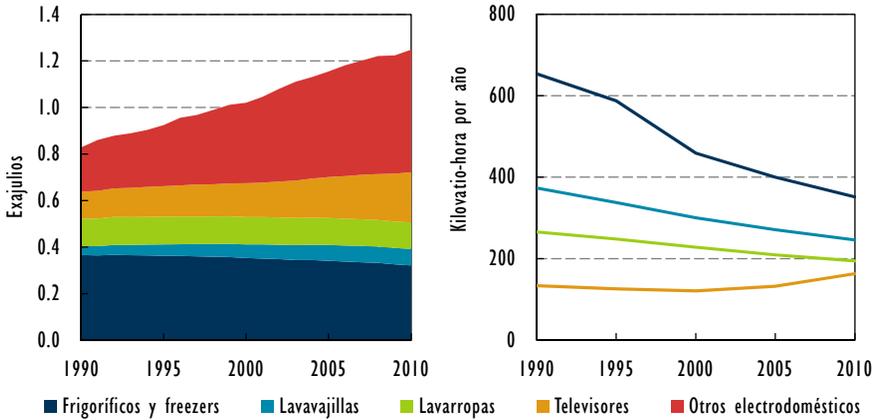
Mas allá de los indicadores del nivel 2

Dada la variada gama de tipos de equipos, se requiere una mayor desagregación para comprender las tendencias en el consumo energético de los equipos y para proporcionar indicadores que sean relevantes a la definición de políticas. Un primer paso es distinguir entre equipos grandes y pequeños. El análisis de las tendencias en energía entre estas categorías indica que, mientras que el consumo total por equipos se ha incrementado entre 1990 y 2010, este aumento se debió únicamente a pequeños equipos (Figura 3.14). El consumo energético relativamente estable de los equipos más grandes - más allá del aumento en la cantidad de viviendas y el nivel de penetración - muestra el impacto de varios años de regulación en eficiencia energética.

A efectos de facilitar un mejor seguimiento de la eficiencia energética de los equipos, un indicador clave es el consumo energético unitario (CEU, también referido como consumo específico) de los equipos más grandes (este indicador difícilmente se encuentra disponible para los pequeños equipos) habitualmente expresado en kWh/año. El CEU medio para un país puede ser obtenido al dividir el consumo energético total (convertido a kWh) por el número total de equipos. Este indicador puede ser desarrollado para el parque medio, al igual que para los nuevos equipos vendidos en el mercado. Con el uso de este indicador es posible configurar las futuras políticas y asegurar que las nuevas reglamentaciones - o los estándares mínimos de eficiencia energética (EMEE) - promoverán en el mercado la aplicación de las MTD (mejores tecnologías disponibles).

Mientras que el CEU es un indicador importante, otras consideraciones deberían ser tenidas en cuenta para entender las diferencias de CEU entre países. La información disponible indica que para grandes electrodomésticos, los países de Norteamérica son mucho más intensivos en energía que los países europeos. Un elemento clave que explica esta diferencia, además del alto grado de penetración de algunos electrodomésticos tales como lavavajillas y congeladores, es el tamaño de los diferentes electrodomésticos. Por ejemplo, los frigoríficos en Estados Unidos de América (EUA) son en promedio de 606 lts., mientras que en Europa el promedio es cercano a los 279 lts. (AIE, 2013). Una comparación más detallada entre países podría tener en consideración entonces el tamaño de los frigoríficos.

Figura 3.14 • Consumo energético para grandes y pequeños electrodomésticos



Nota: Incluye solamente datos de Australia, Austria, Canadá, Dinamarca, Francia, Alemania, Italia, Holanda, Suiza y Reino Unido.

5

Indicadores adicionales que explican los cambios en el consumo energético residencial

Como se ha indicado, existen numerosos factores que pueden influir en el consumo energético en el sector residencial. Aunque los siguientes indicadores no son considerados indicadores energéticos como tal, proporcionan información vital para una mejor evaluación de los factores macroeconómicos que inciden en el consumo energético. Es importante que los mismos sean evaluados periódicamente de forma que las tendencias subyacentes respecto a la población y estructura del sector puedan tener un seguimiento en el tiempo. Cuando esto se realice de manera consistente, las técnicas de descomposición pueden ser utilizadas para explicar los cambios en el consumo energético según la influencia de los diferentes factores (véase la sección “Descomposición de cambios en la demanda energética residencial”).

Tabla 3.10 • Descripción de indicadores adicionales: Sector Residencial

Indicador	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Cantidad de ocupantes por vivienda ocupada	<ul style="list-style-type: none"> • Población. • Cantidad de viviendas ocupadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender como la tasa de ocupación afecta el consume energético (en general existe una relación inversa entre la tasa de ocupación y la demanda de energía). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aporta poca información por sí mismo, p.e.: si la disminución es el resultado de una disminución en la población, el impacto en el consumo energético podría ser despreciable.

Indicador	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Tamaño promedio de la vivienda	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie edificada total. • Cantidad de viviendas ocupadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender el impacto que la superficie de la vivienda tiene en el consume energético para calefacción de locales, iluminación, y enfriamiento de locales. Este es en general el factor más significativo en cuanto al consume energético en las viviendas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Da información útil solamente para usos finales que son influenciados por la superficie de la vivienda. • Es uno de los elementos, entre tantos, que influencia las tendencias del consume energéticos.
Precio de la electricidad y el calor comercial versus consumo energético	<ul style="list-style-type: none"> • Precio de la energía por fuente. • Consumo energético por fuente y uso final. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar hasta qué punto los precios de la energía pueden influenciar el consume energético, en el tiempo y para distintas ciudades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Además del precio, otros factores tienen un impacto en el nivel de consume de energía, tal como las normas de edificación, aspectos culturales, climáticos e ingresos personales para gasto.
Estatus socio-económico y tenencia de las viviendas	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresos. • Tenencia de las viviendas ocupadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender cómo los factores socio-económicos pueden influenciar el consume energético residencial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los factores socio-económicos no cubren todos los factores que influncian el comportamiento en consumo de energía.

6

Descomposición de cambios en la demanda energética residencial

Aunque los indicadores de detalle que se han presentado facilitan parcialmente la explicación necesaria respecto al estado del consumo energético en el sector residencial, no explican qué es lo que promueve los cambios en el consumo energético observado y, por tanto no pueden ser utilizados como tales para orientar sobre las opciones para la formulación de políticas y el impacto de las mejoras en la eficiencia energética para este sector. Por ejemplo, el consumo energético total de los electrodomésticos puede verse incrementado con independencia de las mejoras de eficiencia energética de los electrodomésticos. Tal aumento podría estar justificado por el incremento en el número de electrodomésticos, que a su vez podría estar causado por un incremento en el bienestar de los consumidores o en el número de viviendas ocupadas.

Las variables requeridas para el análisis de descomposición del uso final de energía en el sector residencial por usos finales se detallan en la tabla 3.11. Las disminuciones en intensidad energética pueden utilizarse como aproximación a las mejoras en eficiencia energética.

Tabla 3.11 • Resumen de variables utilizadas para el análisis de descomposición del consumo energético residencial

Uso final	Actividad (A)	Estructura (E)	Efecto de la eficiencia (I)
Calefacción de locales	Población	Superficie/población	Energía en calefacción de locales*/unidad de superficie
Enfriamiento de locales	"	"	Energía en enfriamiento de locales**/unidad de superficie
Calentamiento de agua	"	Población/vivienda ocupada	Energía en calentamiento de agua***/vivienda ocupada
Cocción	"	"	Energía para cocción*** / vivienda ocupada
Iluminación	"	Superficie edificada/población	Energía en iluminación/unidad de superficie
Aparatos electrodomésticos	"	Tenencia de electrodomésticos/población	Energía en electrodomésticos/tenencia de electrodomésticos

Notas: * Ajuste para las variaciones climáticas utilizando GDC.

** Ajuste para las variaciones climáticas utilizando GDC. La enfriamiento de locales no se incluye en el análisis AIE de descomposición, ni en la mayoría de los análisis por países, debido a la ausencia de datos.

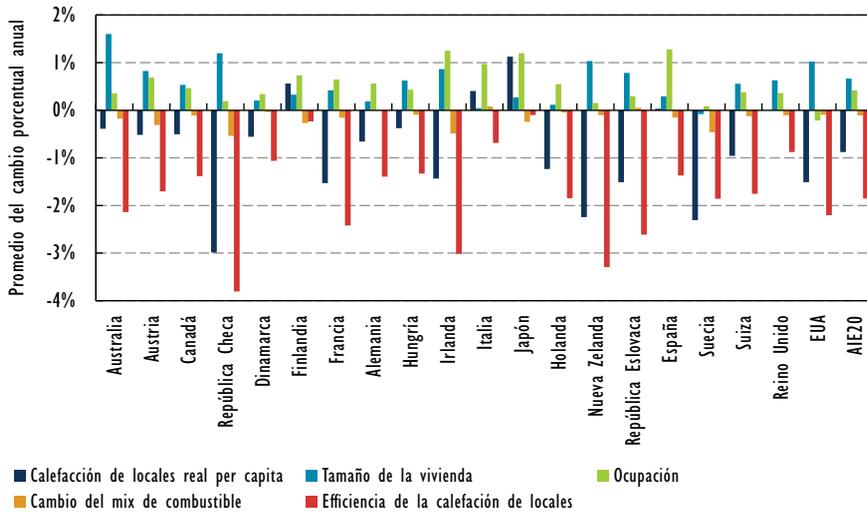
*** Ajuste según la ocupación de la vivienda.

A nivel del total del sector residencial, la componente de actividad refleja el crecimiento de la población, siendo la fuerza promotora clave. Los cambios estructurales incluyen tres factores principales: superficie de la vivienda per cápita (para calentamiento y enfriamiento de locales); posesión de electrodomésticos per cápita; y el número de viviendas ocupadas por persona (para el calentamiento de agua, iluminación y cocina). El efecto en intensidad incluye el impacto de los cambios de todas las intensidades asociadas a los usos finales del sector residencial.

El análisis de descomposición ofrece una visión clave de cómo los diferentes factores influyen en las tendencias de energía a lo largo de un determinado período. Por ejemplo, la descomposición de la calefacción de locales per cápita revela información importante respecto a los factores determinantes de los cambios en el consumo energético. El análisis muestra que para la mayoría de los países analizados, a menor número de ocupantes por vivienda y mayor tamaño de los hogares, la energía demandada tiende a aumentar. Este aumento resulta normalmente contrarrestado por menores pérdidas en la conversión del uso final, y en mayor magnitud, por una disminución en la intensidad útil (aproximación al efecto de la eficiencia) de la calefacción de locales. España constituye una notable excepción: la intensidad útil asociada a la calefacción de locales se calcula en base a la superficie útil; el aumento en la intensidad en España se debe más probablemente a una creciente participación de la superficie útil calefactada.⁴

4. Los resultados de análisis de descomposición incluidos en este manual han sido calculados en base a la metodología de descomposición del índice Simple de Laspeyers. Véase anexo A para mayor información sobre las metodologías del análisis de descomposición.

Figura 3.15 • Descomposición de cambios en la calefacción de locales per cápita, 1990 a 2010



Nota: El agua caliente se incluye dentro de la calefacción en Dinamarca.

7

Información y evaluación de políticas en el sector residencial

Las necesidades humanas de abrigo, servicio de alimentación, higiene, movilidad y entretenimiento impulsan el uso de tecnologías que se encuentran en el núcleo de la demanda energética del sector residencial. Las modernas tecnologías consumidoras de energía continúan transformando los hogares con servicios progresivamente más eficaces, liberando a los ocupantes de las tareas manuales asociadas al lavado de la ropa y de la vajilla; permitiendo un almacenamiento y cocina de alimentos más seguro, mejorando el confort y la iluminación; y abriendo cada vez más nuestros hogares a un mundo de educación visual y auditiva, así como a recursos de entretenimiento.

Importancia de la información complementaria

Los indicadores más allá del nivel 2 son el núcleo de información del programa de eficiencia energética, y constituyen un marco contextual esencial para la información complementaria. Sin embargo, casi siempre necesitan ser complementados con información referida a la tecnología, al mercado y al comportamiento del consumidor. Generalmente, la capacidad de cualquier indicador para informar sobre políticas mejora a medida que se acerca a las fuerzas motrices subyacentes y a las variables de estado. Es útil cerciorarse de que los indicadores utilizados reflejen en forma precisa los factores que influyen en el resultado de las políticas que se persiguen.

Aunque los indicadores de eficiencia energética presentan una base robusta para el desarrollo y seguimiento de las políticas, se requiere información complementaria para realizar una evaluación detallada de las políticas (Tabla 3.12).

Tabla 3.12 • Información complementaria para informar las políticas residenciales

Políticas e índices típicos del nivel 3	Necesidad de información complementaria	Indicadores complementarios
Reglamentos de edificación, kWh/m ² , kWh/capita, kWh/hogar, megajulio (MJ) servicio de calefacción, MJ servicio de agua caliente	<ul style="list-style-type: none"> • Información de stocks ex-post que permita hacer la modelización térmica y establecer la línea de base, análisis de costo-beneficio de las políticas. Impacto en el bienestar del consumidor y demografía de la pobreza energética. • Impactos de las políticas en la demanda. • Sistemas solares térmicos y desconectados de la red. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aislación ex-ante y rendimiento energético del calentamiento, condiciones de confort; temperaturas de interiores, humedad, filtraciones de aire, salud y nivel de bienestar. • Kilovatio (kW) demandado en el uso final.
Edificios de bajo consume neto kWh/m ² , kWh/hogar, MJ servicio de calefacción, MJ servicio de agua caliente	<ul style="list-style-type: none"> • Futuro impacto de la reducción de precios de los sistemas solar térmico y solar fotovoltaico no conectados a la red. • Análisis costo-beneficio de las políticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento de la calefacción por aislación térmica, condiciones de confort, evaluaciones sobre salud y bienestar. • kW demandado por uso final y energía renovable.
Reconversión de aislación térmica/ climatización kWh/m ² , kWh/hogar, MJ servicio de calefacción	<ul style="list-style-type: none"> • Información ex-post para evaluar resultados e impactos sobre el bienestar de los consumidores. • Impacto de políticas sobre la demanda. • Sistemas no conectados a la red y solar térmicos. • Análisis costo-beneficio de políticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento pre- y post-aislación térmica, condiciones de confort, respuestas al impacto sobre la salud y el bienestar. • kW demandados en el uso final.
Etiquetado de edificios y componentes de edificios	<ul style="list-style-type: none"> • Información técnica para el diseño, revisión y certificación del etiquetado. • Verificación del rendimiento de edificios y sus componentes de acuerdo al etiquetado. • Información sobre las respuestas de los consumidores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Información sobre el stock actual de edificios para la verificación del etiquetado. • Rendimiento térmico y durabilidad de los componentes de edificios bajo condiciones estandarizadas
EMEE de electrodomésticos y etiquetado (incluyendo iluminación) kWh/uso final actividad (MJ/uso final; iluminación, kWh/refrigeración, kWh/IT, kWh/TV...	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de stock y ventas de electrodomésticos. • Impacto de EMEE y etiquetado en la demanda de energía. • Análisis costo-beneficio de políticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de electrodomésticos por vivienda, patrones de su uso. • kW demandados en el uso final, con muestreo cada intervalos de <1hr durante todo un año. • consumo energético para redes de tecnologías de la información y la comunicación (ICT). • Respuesta del Mercado y el consumidor a las políticas. • Valor de energía evitada en uso final.

Políticas e índices típicos del nivel 3	Necesidad de información complementaria	Indicadores complementarios
Estándares de prueba y medición de electrodomésticos	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación del desempeño de EMEE. • Normativa del mercado. • Análisis de costo-beneficio de políticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados en pruebas de cumplimiento de normativa,
Políticas de transformación del Mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Datos sobre el stock y el Mercado. • Impacto en el desarrollo del Mercado y sobre la demanda de energía. • Análisis costo-beneficio de políticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en el volumen de ventas y sus precios. • Inversión en el mercado y tasa de crecimiento.

Desarrollo de indicadores para el Sector Servicios

1

Qué es lo que impulsa el consumo energético en el sector servicios?

El sector servicios - también referido como el sector de comercio y de servicios públicos, o como el sector terciario - incluye todas las actividades relativas al comercio, finanzas, inmobiliario, administración pública, salud, alimentación y alojamiento, educación y servicios comerciales, según se ha establecido en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU)¹ (por su sigla en inglés: ISIC). Abarca la energía consumida para calefacción de locales, entriamiento de locales y ventilación; calentamiento de agua; iluminación; y otros equipos diversos que utilizan energía tales como los electrodomésticos comerciales y equipos de cocina, máquinas de rayos X, equipamiento de oficina y generadores. El consumo energético para transporte o para flotas de transporte comercial, así como el consumo de energía para generación de electricidad y calor, están excluidos del sector servicios.

El principal factor que afecta al consumo energético en el sector servicios es el nivel de actividad económica, que suele ser representado por el valor añadido resultante del sector. Niveles más altos de actividad económica inducen a un incremento en la actividad comercial y en el parque de viviendas y edificios, y a un mayor número de empleados en el sector. Ambos efectos llevan a un incremento en la demanda de servicios energéticos. Las tendencias en el consumo de energía final total también son influenciados por el clima, la superficie edificada, el tipo de edificio (relativo al sector de actividad), la antigüedad de los edificios, la madurez de una cierta economía, la calidad de gestión energética del edificio, el ingreso per cápita, las condiciones climáticas y las mejoras en la eficiencia energética. El perfil económico y demográfico también tiene un impacto en la estructura del sector.

Preguntas y respuestas

P1. ¿Cuál es el mejor medidor de actividad para evaluar la eficiencia en el sector servicios?

Más allá de que comúnmente es utilizado para medir la eficiencia energética en el sector servicios, el valor añadido puede ser una medida de actividad que induzca a errores al cuantificar la eficiencia energética en el sector servicios. Esto se debe a que el valor añadido puede estar influenciado por factores no relacionados con la energía, por ejemplo, los efectos asociados a los precios y al tipo de cambio de la moneda.

1. CIIU al nivel de dos dígitos, revisión 4.0 - 33,36-39,45-96,99 excluyendo la clase 8422 (DENU, 2008)

Distintas categorías de servicios y de usos finales tienen distintos medidores de actividad óptimos según cada caso. Preferiblemente, los indicadores de eficiencia energética en el sector servicios deberían ser desarrollados con estos medidores de actividad al nivel de sector o a nivel de usos finales.

P2. ¿Cual es la diferencia entre valor añadido expresado en PPA y en MER?

El valor añadido a Paridad de Poder Adquisitivo (PPA) elimina las diferencias entre el nivel de precios en diferentes países, mientras que el valor añadido según el tipo de cambio del mercado (TCM) ** no lo hace. Siempre que sea posible, es preferible utilizar el valor añadido en base al PPA para evaluar la eficiencia en el sector servicios.*

* La paridad del poder adquisitivo (PPA) corresponde a los tipos de cambio de monedas que equiparan el poder de compra de diferentes monedas al eliminar las diferencias en el nivel de precios entre países. En su forma más simple, los PPAs son simplemente precios relativos que muestran la relación entre los precios expresados en la moneda nacional de una misma mercancía o servicio en diferentes países.

** El tipo de cambio del mercado es utilizado para describir tipos de cambio principalmente determinados por fuerzas del mercado.

2

¿Cómo se consume la energía y cómo ha evolucionado recientemente?

En 2011, el consumo de energía global final en el sector servicios fue alrededor de 30 exajulios (EJ), equivalente al 8% del consumo energético final global. Las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) asociadas al referido consumo energético - incluyendo las emisiones indirectas de la electricidad - fueron aproximadamente 3 gigatoneladas de dióxido de carbono (Gt CO₂) o aproximadamente el 10 % del total de las emisiones relacionadas con la energía. A nivel global el consumo energético del sector servicios se incrementó en casi un 56 % entre 1990 y 2011. Desde 1990, el consumo energético en el sector servicios creció un 36 % en los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (allá pesar de una pequeña reducción entre 2008 y 2010 debido a una situación económica negativa) y un 123 % en los países no pertenecientes a la OCDE. Las economías desarrolladas tienen sectores de servicios que experimentaron un fuerte crecimiento y que actualmente ya han madurado, por tanto el crecimiento está menguando, mientras que las economías emergentes están comenzando a desarrollar la actividad del sector servicios tras haberse industrializado. A pesar de un incremento lento en el sub-sector de servicios en los países pertenecientes a la OCDE, y del impacto más marcado de la recesión en esos países, las regiones pertenecientes a la OCDE han alcanzado un 68 % del consumo energético global en el sub-sector de servicios.

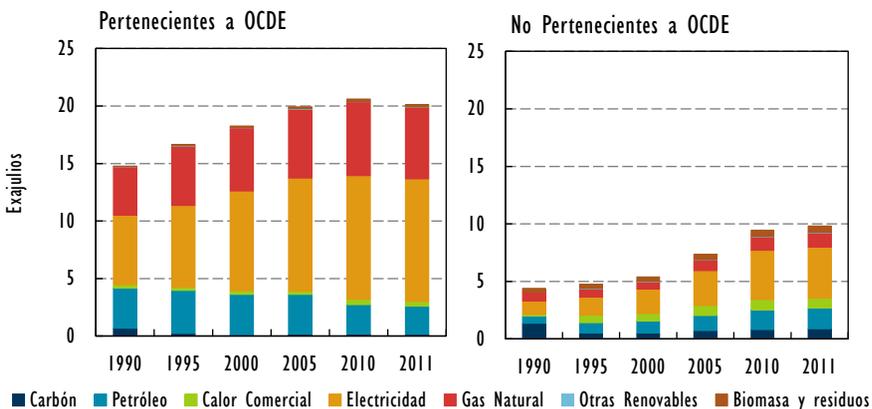
Las regiones no pertenecientes a la OCDE han crecido más rápidamente que las regiones no integradas en la OCDE desde 1990, pero esta tendencia se explica en parte por un consumo energético del sector servicios generalmente más bajo en el

punto de partida (a excepción de los países europeos y de Eurasia no pertenecientes a la OCDE). El consumo energético del sub-sector servicios en China se incrementó en un 8,4 % por año entre 1990 y 2011, mientras que otros países en desarrollo de Asia y África experimentaron tasas de crecimiento del 5 % por año. China cuenta ahora con 9 % del consumo energético global del sub-sector servicios, habiéndose incrementado desde el 3 % en 1990. En 1990, los países no pertenecientes a la OCDE consumieron cerca del 23 % de la energía del sub-sector servicios a nivel global; y en 2011 esto ha aumentado a cerca del 33 %.

La electricidad es con diferencia el recurso energético más ampliamente utilizado en servicios, con una participación global del 50% en 2011. El uso de electricidad se ha más que duplicado desde 1990, siendo el principal factor que ha impulsado el aumento global del consumo energético en este sector. Esto refleja la creciente importancia y el papel de los equipamientos consumidores de electricidad tales como el equipamiento de oficina; información, computación y tecnologías de información y comunicación (TIC), y los servicios de iluminación y de aire acondicionado, todos los cuales permiten obtener un alto valor añadido respecto a los recursos humanos y al capital. El incremento en la actividad de servicios que requieren un acceso fiable a la electricidad puede también haber jugado un papel clave en algunos países en desarrollo.

Existen diferencias sustanciales en el mix de energía del sector servicios entre países y regiones. La electricidad y el gas natural son los productos de energía final que dominan en muchos de los países de la OCDE, siendo el petróleo también un importante combustible en las regiones de la OCDE de Asia, Oceanía, México y China.² La biomasa es todavía ampliamente utilizada en la India, alcanzando el 50 % del consumo final total en el sector servicios. El uso directo del carbón mantiene una participación significativa tanto en China como en Sudáfrica. En Rusia el 50% de la demanda energética en servicios es atendida mediante calefacción de distrito.

Figura 4.1 • Consumo energético para Servicios en países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE



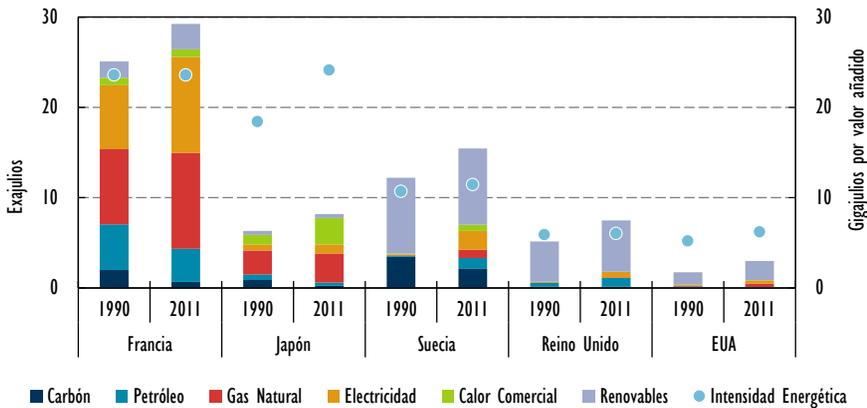
2. El petróleo alcanzó el 39% del consumo final de energía en la China en 2011, tal porcentaje puede estar sobreestimado por una convención estadística que lleva a incluir algo del transporte comercial dentro del sector servicios.

El consumo energético por unidad de valor añadido es el indicador más ampliamente utilizado y disponible para el sector servicios. Este indicador es utilizado para comparar la intensidad o eficiencias relativas del sector servicios para diferentes países. En general, este indicador disminuyó entre 1990 y 2010, sugiriendo una mejora en la eficiencia energética para el sector en general. Sin embargo, tal disminución puede estar inducida por cambios en la estructura del sector servicios. Se requiere información adicional para establecer de forma acertada la mejora en eficiencia energética.

En la mayoría de los países, el consumo de energía final total en el sector servicios creció menos rápidamente que la actividad económica entre 1990 y 2010. De acuerdo a este indicador, la intensidad energética final (energía por unidad de valor añadido) para 20 países miembros de la Agencia Internacional de Energía (AIE)³ cayó un 18 % a lo largo de ese período.

El consumo energético en el sector servicios está también íntimamente relacionado con la superficie útil. Para un grupo de nueve países miembros de la AIE de los cuales se cuenta con información detallada, es posible desarrollar tanto el consumo energético por unidad de valor añadido como por unidad de superficie en 2010. Sin embargo, el análisis desde 1990 a 2010 sólo puede ser realizado para seis de éstos países. La diferencia entre los dos indicadores es sorprendente: mientras que la energía por valor añadido se incrementó en un 3% entre 1990 y 2010, la energía por metro cuadrado disminuyó un 11%.

Figura 4.2 • Consumo energético e intensidad energética agregada del sector servicios

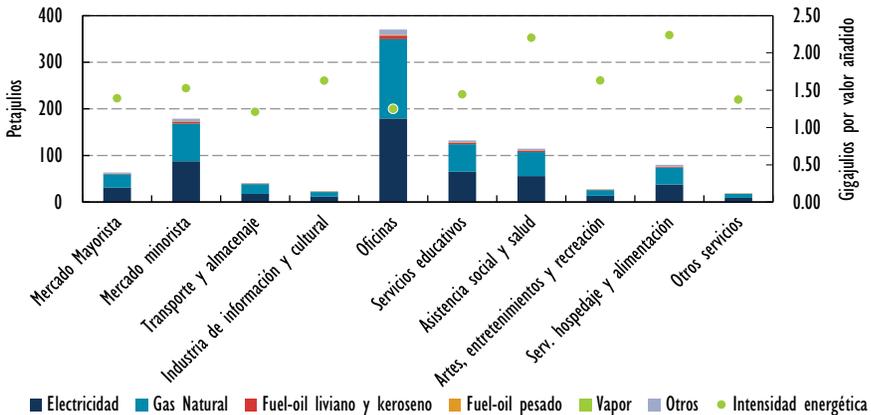


Interpretar esta tendencia con respecto a los cambios en eficiencia energética es difícil, particularmente si no se cuenta con una información más detallada de la estructura del sector. Diferentes actividades del sector servicios pueden tener muy diferentes niveles de resultados económicos mientras que el consumo de energía puede ser prácticamente el mismo. Por ejemplo, los edificios en el sector financiero pueden tener el mismo perfil de demanda de energía final que los edificios en el sector de ventas, y aún así los primeros arrojan niveles

3. Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Hungría, Italia, Japón, Corea, Luxemburgo, Holanda, Nueva Zelanda, Noruega, España, Suiza, Reino Unido, Estados Unidos de América (EUA).

significativamente más altos de actividad económica. La intensidad energética depende en gran medida de la estructura del sector servicios de un determinado país. Diferentes tipos de edificios tienen diferentes necesidades de energía (p.ej.: las instalaciones para cuidados de la salud requieren más energía que los almacenes), y la importancia relativa de los tipos de edificios en el sub-sector de servicios tendrá un impacto directo en la intensidad energética del sector y sus correspondientes emisiones de CO₂.

Figura 4.3 • Ejemplo de diferentes niveles de intensidad en Canadá, 2010



3

¿Cómo priorizar el desarrollo de indicadores (qué indicadores deberían ser desarrollados)?

El sector servicios es en el que se dispone de menos información. En muchos países la categoría de servicios en los balances energéticos nacionales se utiliza como una categoría "residual" o comodín. Como primer paso para el desarrollo de indicadores significativos en este sector, se debe asegurar que la información de los balances energéticos represente en forma precisa el consumo energético dentro del sector. Sólo unos pocos países tienen información respecto a la superficie total edificada en éste sector. El desarrollo de encuestas o modelos para estimar esta variable es otro paso necesario para la elaboración de indicadores en este sector. Se debería dar prioridad al diseño de procesos que aseguren la precisión y relevancia de indicadores de servicios en el nivel agregado.

Este sector es complejo e involucra una amplia variedad de tipos de edificación, proporciona servicios diversos y requiere energía para diferentes propósitos. Por ejemplo, el perfil de consumo energético en los hospitales será muy diferente al de los restaurantes o almacenes. Entender las tendencias en el consumo energético del sector servicios requiere por tanto información detallada por tipo de servicio y por uso final.

Sin embargo, dada la dificultad para obtener información incluso al nivel más agregado, un primer paso puede ser el desarrollo de indicadores a nivel de uso

final (Figura 4.4). Entender qué uso final es en términos relativos el más importante del sector puede proporcionar a quienes formulan las políticas información valiosa respecto a dónde podría estar el mayor potencial de reducción de energía (por ejemplo, si el 60 % de la energía es utilizada para calefacción, las políticas para mejorar la eficiencia de las envolventes de edificios y del equipamiento de calefacción serían una prioridad).

Figura 4.4 • Pirámide detallada de indicadores para el sector servicios



La Tabla 4.1 agrupa todos los indicadores descritos en la sección servicios y proporciona una visión rápida sobre la utilidad del indicador. Esta tabla coincide con las discusiones sobre indicadores en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Como el consumo de energía difiere de una actividad a otra, se requiere información adicional sobre el tipo de actividad para comprender las dinámicas en el sector servicios. Actualmente sólo unos pocos países recopilan información detallada que permite el desarrollo de indicadores detallados para el sector servicios. Debería tenerse cuidado cuando se compare el nivel de intensidad por uso final o tipo de servicios entre países ya que la clasificación de edificios no es uniforme (Tabla 4.2). Canadá y Estados Unidos de América (EUA) son los únicos países que cuentan con disponibilidad de información detallada por uso final para cada tipo de edificio. Online Database for Yearly aSSessment of Energy Efficiency (del inglés: ODYSSEE) se dispone de información por uso final y por tipo de edificio para los países de la Unión Europea (EU) y Japón, pero no hay información por uso final para cada tipo de edificio. Por otra parte, no todos los países cuentan con mediciones de la actividad relativa a cada categoría de servicio.

Tabla 4.1 • Listado de los indicadores más comúnmente utilizados en el sector servicios

Indicador	Cobertura	Datos energéticos	Datos por actividad	Código	Indicador recomendado
Consumo energético en la calefacción de locales por valor agregado	General	Consumo energético total para la calefacción de locales	Total valor agregado	H2a	
Consumo de la calefacción de locales por superficie	General	Consumo energético total	Superficie total	H2b	☹
	Por sistema de calefacción	Consumo energético para la calefacción con sistema α	Superficie calentada con sistema de calefacción α	H3a	
	Por fuente de energía	Consumo energético para la calefacción con energético Z	Superficie calentada con energético Z	H3b	
Consumo energético en la calefacción de locales por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo energético en la calefacción para categoría de servicio A	Unidad de actividad en la categoría de servicio A	H3c	
Consumo energético del enfriamiento de locales por valor agregado	General	Consumo energético total del enfriamiento de locales	Total valor agregado	C2a	
Consumo energético del enfriamiento de locales por superficie enfriada	General	Consumo energético total del enfriamiento de locales	Superficie total enfriada	C2b	☺
	Por sistema de enfriamiento de locales	Consumo energético del enfriamiento de locales en lo sistema de enfriamiento α	Superficie enfriada con el sistema α	C3a	
	Por categoría de servicio	Consumo energético del enfriamiento de locales en la categoría de servicio A	Superficie enfriada en categoría de servicio A	C3b	
Consumo energético del enfriamiento de locales por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo energético del enfriamiento de locales en la categoría de servicio A	Unidad de actividad en la categoría de servicio A	C3c	
Consumo energético para el calentamiento de agua por valor agregado	General	Consumo energético total en el calentamiento de agua	Total valor agregado	W2a	
Consumo energético para el calentamiento de agua por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo energético en el calentamiento de agua para la categoría de servicio A	Unidad de actividad en la categoría de servicio A	W3a	☺
Consumo de la iluminación por valor agregado	General	Consumo energético total para la iluminación	Total valor agregado	L2a	
Consumo energético para la iluminación por superficie	General	Consumo energético total para la iluminación	Superficie total	L2b	
	Por categoría de servicio	Consumo energético para la iluminación para categoría de servicio A	Superficie de categoría de servicio A	L3a	
Consumo de la iluminación por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo de la iluminación para categoría de servicio A	Unidad de actividad de servicio en la categoría A	L3b	☺
Consumo energético para otros equipos por valor agregado	General	Consumo energético total para otros equipos	Total valor agregado	E2a	
	Por categoría de servicio	Consumo energético para otros equipos para categoría de servicio A	Valor agregado de categoría de servicio A	E3a	
Consumo de otros equipos por superficie	General	Consumo energético total para otros equipos	Superficie total	E2b	
Consumo energético para otros equipos por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo energético para otros equipos en la categoría de servicio A	Unidad de actividad en la categoría de servicio A	E3b	☺

■ Calefacción de locales ■ Enfriamiento de locales ■ Calentamiento de agua ■ Iluminación ■ Otros equipos

Tabla 4.2 • Clasificación de edificios del sector servicios para algunos países de la AIE

Canadá	EUA	Base ODYSSEE (EU)	Japón
Mercado mayorista	Depósitos y almacenes	Comercio (mayorista y minorista)	Mayoristas y minoristas
Mercado minorista	Comercio minorista (excluyendo complejos comerciales) Complejos comerciales acotados		Supermercados y tiendas por departamentos
Transporte y depósitos			
Salud y asistencia social	Servicios de salud Internación Atención ambulatoria	Sector de acción social y de salud	Hospitales
Servicios educativos	Educación	Educación, investigación	Escuelas
Oficinas	Oficinas	Oficinas	Oficinas y edificios
Servicios de hospedaje y alimentación	Hospedaje	Hoteles y restaurantes	Hoteles y alojamiento
	Servicio de alimentos		Restaurantes
	Venta de alimentos		
Artes, entretenimiento y recreación			Teatros y lugares de esparcimiento
Industrias culturales y de la información			
	Asamblea pública	Administraciones	
	Orden público y seguridad		
	Centros religiosos		
	Servicio		
	Vacantes		
Otros servicios	Otros		Otros

En aquéllos países para los cuales se cuenta con información a nivel de edificio, la superficie útil se utiliza como variable de actividad para el desarrollo de indicadores. Aunque esto puede proporcionar buenos indicadores para algunos usos finales (por ejemplo, la calefacción de locales), otros usos finales están más estrechamente relacionados con el tipo de actividad desempeñada en el edificio. Por ejemplo, el consumo energético para usos de cocina en restaurantes estaría más relacionado con el número de platos servidos que con la superficie útil del restaurante. La “unidad alternativa de actividad” que se seleccione dependerá del tipo de servicio proporcionado, así como del tipo de uso final evaluado.

4 Desarrollo de indicadores por nivel de la pirámide

Dada la escasez de información disponible para el sector servicios, esta sección se enfoca en los diferentes usos finales del sector sin abordar las especificidades

de los diferentes tipos de actividad. Sin embargo, cada nivel que se describe a continuación, además de ser desarrollado para todo el sector servicios, puede también ser desarrollado para diferentes tipos de edificios.

Indicadores del nivel 1

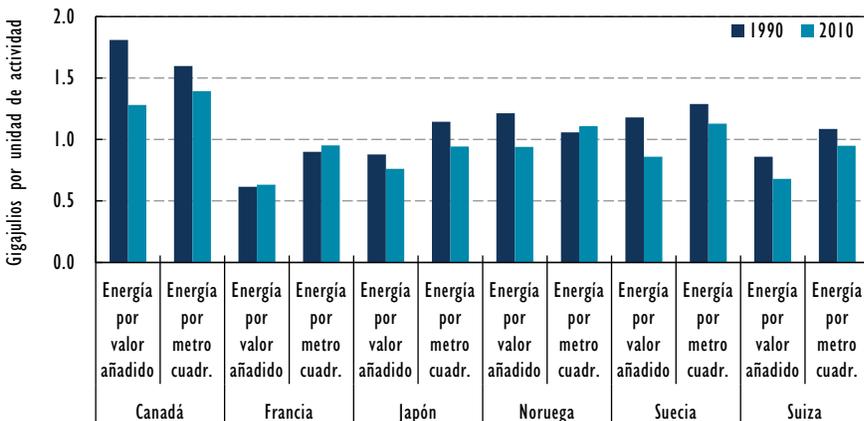
Intensidad energética agregada de servicios

Definición: Cantidad total de energía consumida del sector servicios por unidad de valor añadido o superficie útil.

- El consumo energético por valor añadido indica la relación general entre el consumo energético y el desarrollo económico.
- El consumo energético por unidad de superficie puede proporcionar una visión respecto a cómo el consumo final produce cambios en el uso de la energía. Además, puede proporcionar indicaciones sobre la naturaleza del sector que promueve el consumo energético cuando se combina con la información de consumo energético por valor añadido.

Generalmente, la intensidad de consumo energético por unidad de superficie cayó más que la energía por valor añadido (Figura 4.5). Esta tendencia difiere a la que fue observada en años previos a la recesión global; e indica que - al menos recientemente - el valor generado por unidad de superficie en el sector servicios ha disminuido en la mayoría de los países.

Figura 4.5 • Ejemplos de indicadores del nivel 1 en algunos países seleccionados



Uso de los indicadores del nivel 1: La comparación de estos dos indicadores diferentes, en combinación con el análisis por tipo de fuente energética, puede ayudar a comprender qué usos finales tienen más fuerte impacto en los cambios del consumo energético.

Relevancia para el desarrollo de políticas: Dada la gran cantidad de factores que afecta a este indicador, no es posible alcanzar conclusiones respecto a dónde pueden realizarse las mejoras en eficiencia y donde se requiere mayor atención.

Comparación entre países: la comparación entre países en base a este indicador puede inducir a conclusiones sesgadas, más aún si se adopta el valor añadido como indicador de actividad. La intensidad agregada del sector servicios es altamente dependiente de la estructura del sector así como de las fuentes de energía utilizadas.

Disponibilidad y fuentes de información:

- Consumo energético: habitualmente disponible en los balances energéticos nacionales y en los balances de la AIE
- Valor añadido de los servicios: disponible a través del Banco Mundial y puede estar disponible a través de las cuentas nacionales
- Superficie útil: puede estar disponible a través de las agencias nacionales de estadística.

Indicadores relacionados: El consumo energético normalmente está disponible por fuentes de energía, a través de los balances energéticos. Un análisis del nivel y de las tendencias de las diferentes fuentes energéticas puede ayudar a identificar cuál es el uso final más importante y/o mayor demandante de energía. La electricidad es habitualmente la fuente dominante para oficinas y equipamiento de alta tecnología, iluminación y enfriamiento de locales; la biomasa y el carbón son principalmente utilizados para usos de cocina y calentamiento de agua; y el gas natural y el petróleo son mayormente utilizados para calefacción y calentamiento de agua. Además, los cambios en el uso de combustible por metro cuadrado pueden proporcionar una referencia respecto a las tendencias de la intensidad asociada a la calefacción en países donde la calefacción eléctrica no es significativa. La electricidad consumida por unidad de superficie refleja cambios en los usos finales tales como la enfriamiento de locales, la ventilación, la iluminación y el equipamiento de oficinas.

Tabla 4.3 • Descripción de indicadores del nivel 1

Indicadores	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Consumo energético en servicios por valor añadido en servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo energético total en servicios • Valor añadido total en servicios (en moneda corriente). 	<ul style="list-style-type: none"> • Refleja las tendencias del consume energético global respecto del valor añadido. • Indica la relación general entre consume de energía y desarrollo económico. 	<ul style="list-style-type: none"> • No mide los desarrollos en eficiencia energética. • Depende de factores tales como el clima, geografía, y la estructura del sector servicios. • Se ve influenciado por cambios en la estructura del sector servicios. • Diferentes actividades del sector servicios pueden tener resultados económicos muy diferentes. • Los valores añadidos están influenciados por una variedad de efectos de precios que no están relacionados a cambios en el consume energético.

Indicadores	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Consumo energético en servicios por unidad de superficie	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético total para servicios. Superficie total del sector servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> En combinación con el indicador anterior, puede dar una indicación sobre la naturaleza del consume energético preponderante en el sector. Puede dar una visión del principal uso final que influye en los cambios del consumo energético. 	<ul style="list-style-type: none"> No mide los desarrollos en eficiencia energética. Depende de factores tales como el clima, geografía, y la estructura del sector servicios Influenciado por cambios en la estructura de servicios: diferentes tipos de edificios tienen muy diferentes tipos de requerimientos energéticos.

Indicadores del nivel 2 y subsiguientes

En general, los indicadores del nivel 2 pueden proporcionar suficiente información como para resultar relevantes en el análisis de los sectores y permitir el desarrollo de políticas de eficiencia energética. Sin embargo, algunos indicadores del nivel 2 de usos finales únicamente proporcionan información genérica, y se requiere avanzar al nivel 3 para desarrollar indicadores útiles.

Intensidad energética por usos finales: Calefacción de locales

Definición: Cantidad de energía consumida para la calefacción de locales por valor añadido o por unidad de superficie. En algunos países solo una fracción de la superficie total útil es calefactada; en este caso este indicador debería utilizar la superficie útil calefactada como la variable de actividad para proporcionar resultados más precisos respecto a las tendencias de intensidad. El indicador de preferencia es la energía por área edificada.

Relevancia para el desarrollo de políticas: La intensidad asociada a la calefacción de locales está influenciada no sólo por el clima, sino también por la antigüedad del edificio, la eficiencia de la envolvente térmica del edificio, la fuente energética utilizada y la eficiencia del equipamiento de calefacción. Como resultado, se requiere información más detallada de los edificios para proporcionar una base robusta para el desarrollo de políticas.

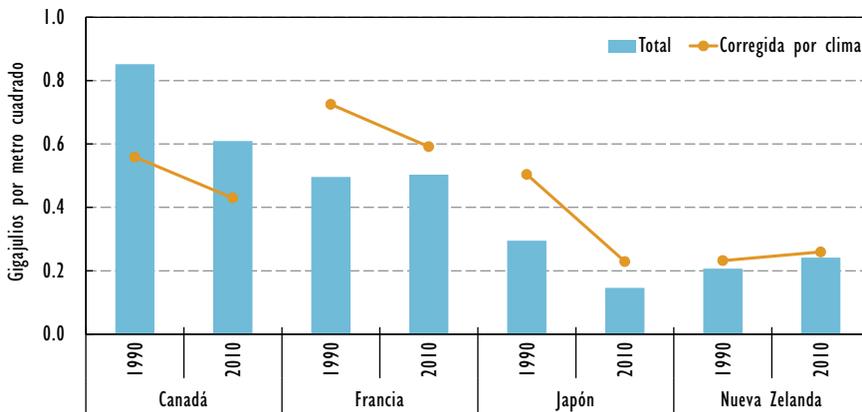
Comparación entre países: Para que este indicador tenga relevancia a efectos de la comparación entre países, el consumo energético para calefacción de locales debería ser corregido teniendo en cuenta los grados-día de calefacción (GDC) para un año en particular.

Aunque una base más precisa para la comparación es el volumen total a calefactar - y no la superficie total - el volumen de los edificios no está normalmente disponible para los países. Por esta razón, los indicadores en base al volumen no se discuten en esta publicación.

Disponibilidad y fuentes de información: Tal como sucede con otros usos finales, el consumo energético no está totalmente disponible y requiere encuestas específicas, mediciones o modelización. Un mayor detalle sobre cómo obtener esta información se proporciona en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Indicadores relacionados: Al igual que para el sector residencial, las condiciones climáticas de un país tienen un impacto importante en el consumo energético para calefacción de locales. El consumo energético para calefacción de locales y la información necesaria respecto a los GDC para implementar ajustes climáticos está disponible únicamente para algunos países. Este ajuste revela resultados interesantes. Mientras que para Francia la intensidad de calefacción de locales observada se mantiene estable, muestra también una mejora al considerar las condiciones climáticas. Para Canadá, los inviernos más duros explican intensidades energéticas más elevadas que para Francia en calefacción de locales. Japón y Nueva Zelanda son buenos ejemplos de la menor necesidad de energía en calefacción en países insulares, donde los océanos moderan las temperaturas y no se llega a los extremos que se experimentan en los climas de regiones continentales.

Figura 4.6 • Intensidad energética observada y corregida-por-clima en algunos países seleccionados



Nota: intensidad ajustada utilizando 2 700 GDC.

Tabla 4.4 • Descripción de indicadores del nivel 2: calefacción de locales

Indicador	Datos necesarios	Propósitos	Limitaciones
Consumo energético para calefacción de locales por valor añadido	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energéticos para calefacción de locales. Valor añadido en servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una indicación de las tendencias de intensidad energética en calefacción de locales. 	<ul style="list-style-type: none"> Este indicador no toma en cuenta los efectos de la superficie edificada y la porción de superficie calefactada.
Consumo energético en calefacción de locales por unidad de superficie	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energéticos para calefacción de locales. Superficie total edificada. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una indicación de las tendencias en intensidad energética en calefacción de locales. 	<ul style="list-style-type: none"> No diferencia entre la eficiencia del edificio y la del equipamiento. No mide desarrollos en eficiencia energética. No toma en consideración la fracción de superficie calefactada. No considera el nivel de calefacción requerido por diferentes tipos de edificios.

Indicador	Datos necesarios	Propósitos	Limitaciones
Consumo energético en calefacción por unidad de superficie calefactada	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energéticos para calefacción de locales. Superficie total calefactada. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona un mejor indicador ya que toma en cuenta la fracción de superficie calefactada. 	<ul style="list-style-type: none"> No diferencia entre la eficiencia del edificio y la del equipamiento. No mide desarrollos en eficiencia energética. No considera el nivel de calefacción requerido por diferentes tipos de edificios.

Más allá de los indicadores del nivel 2

Aunque el consumo energético para calefacción de locales por unidad de superficie puede proporcionar una visión de la eficiencia energética en calefacción de locales para el sector servicios, se requiere información más detallada para poder lograr una mejor evaluación del potencial de ahorro energético y facilitar el seguimiento de políticas o medidas. Este indicador debería ser desarrollado por tipo de edificio (dado que diferentes edificios tienen diferentes requerimientos de calefacción) y por tipo de sistema de calefacción.

Intensidad energética por usos finales: Enfriamiento de locales

Definición: Cantidad de energía consumida para enfriamiento de locales por valor añadido o por unidad de superficie refrigerada. En países donde un gran porcentaje del área edificada de servicios es refrigerada, la superficie útil puede también ser utilizada como un medidor de actividad. Aunque el consumo energético por valor añadido es mucho menos relevante, éste puede ser utilizado en ausencia de información relativa a la superficie útil.

Relevancia para el desarrollo de políticas: Este indicador puede proporcionar una visión respecto al potencial en la mejora del perfil de consumo energético para refrigeración, así como el potencial para mejorar la eficiencia energética en el uso final. Sin embargo, la intensidad no está solo influenciada por el clima, sino también por la antigüedad del edificio, la eficiencia de la envolvente del edificio y la eficiencia del equipo de refrigeración. Como resultado, se requiere información más detallada respecto al edificio y al equipamiento para proporcionar una base robusta para el desarrollo de políticas.

Comparación entre países: Para que este indicador pueda ser relevante a efectos de la comparación entre países, el consumo energético para refrigeración debería ser corregido teniendo en cuenta los grados-día de enfriamiento (GDE) para un año en particular.⁴

Disponibilidad y fuentes de información: Tal como sucede con otros usos finales, el consumo energético no está totalmente disponible y requiere encuestas específicas, mediciones o modelización. Un mayor detalle sobre cómo obtener esta información se proporciona en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

4. Para mayor información acerca de GDE y GDC, véase el glosario de *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos*.

Tabla 4.5 • Descripción de indicadores del nivel 2: Enfriamiento de locales

Indicador	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Consumo energético en enfriamiento de locales por valor añadido	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para enfriamiento de locales. Valor añadido en servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una indicación general sobre las tendencias en el uso de enfriamiento de locales. 	<ul style="list-style-type: none"> No toma en consideración la superficie que requiere enfriamiento de locales o la estructura del sector servicios. No considera a las diferentes tecnologías que se utilizan para enfriamiento de locales de edificios, por lo que puede sub- o sobre-estimar la eficiencia energética real.
Consumo energético en enfriamiento de locales por unidad de superficie (total o calefactada)	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para enfriamiento de locales. Superficie refrigerada (o superficie total edificada). 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una indicación de las tendencias en consume energético para enfriamiento de locales. Puede usarse para representar la eficiencia energética en enfriamiento de locales. Puede indicar la eficacia de políticas (sea rendimiento energético mínimo o la promoción de acondicionadores de aire de alta eficiencia). 	<ul style="list-style-type: none"> No considera a las diferentes tecnologías que se utilizan para enfriamiento de locales de edificios, por lo que puede sub- o sobre-estimar la eficiencia energética real.

Más allá de los indicadores del nivel 2

Actualmente, existen solo unos pocos países que pueden desarrollar los indicadores propuestos del nivel 2. El desarrollo de estos indicadores es un primer paso clave. Estos indicadores pueden servir como una primera aproximación a la eficiencia energética, pero un mejor seguimiento de las políticas o del potencial de mejora requiere información adicional respecto al uso de la enfriamiento de locales en diferentes tipos de edificio y a las diferentes tecnologías utilizadas para enfriamiento. Para un mejor seguimiento de las tendencias en eficiencia energética para enfriamiento de locales, y para una mejor comprensión sobre cómo influir en esta tendencia, se requiere información al nivel de la tecnología.

Intensidad energética por uso final: Calentamiento de agua

Definición: Cantidad de energía consumida para calentamiento de agua por valor añadido. Dado que la demanda de agua caliente es importante para algunos tipos de actividad en edificios específicos, la relevancia de un indicador que ignore la función del edificio es mínima. Además, la comparación entre países en los que se utilizan fuentes energéticas muy diferentes podría no ser relevante para evaluar la eficiencia de los calentadores de agua. Sin embargo, la observación de los cambios en el mix de energía a través del tiempo y la comparación de las intensidades promedio puede proporcionar una idea de la influencia que tiene el mix de combustibles en la intensidad global del calentamiento de agua. Dado que

el calentamiento de agua no se necesita para todos los tipos de edificio ni para todas las actividades, se requiere un mayor detalle respecto al edificio o al nivel de actividad para poder proporcionar información útil para el desarrollo de políticas.

Relevancia para el desarrollo de políticas: Este indicador depende en gran medida del tipo de fuente energética utilizada y de la penetración del calentamiento de agua. Se requiere un mayor detalle para evaluar el potencial de reducción.

Comparación entre países: La comparación entre países en base a este indicador puede inducir a errores dado que la intensidad depende de la estructura del sector, la necesidad de calentamiento de agua y la fuente energética utilizada.

Disponibilidad y fuentes de información: Tal como sucede con otros usos finales, el consumo energético no está totalmente disponible y requiere encuestas específicas, mediciones o modelización. Un mayor detalle sobre cómo obtener esta información se proporciona en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Tabla 4.6 • Descripción de indicadores del nivel 2: Calentamiento de agua

Indicadores	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Consumo energético para calentamiento de agua por valor añadido	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para calentamiento de agua. Valor añadido en servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una indicación de las tendencias en consume energético para calentamiento de agua Si el indicador se desarrolla a nivel de fuente energética, puede indicar cambios en el mix tecnológico. 	<ul style="list-style-type: none"> Este indicador no toma en cuenta el uso/necesidad de calentamiento de agua. No considera el tipo de fuente energética utilizada para el calentamiento de agua.

Más allá de los indicadores del nivel 2

Es necesario desarrollar indicadores más allá del nivel 2 para evaluar la eficiencia en el calentamiento de agua y el potencial de mejora de la eficiencia energética

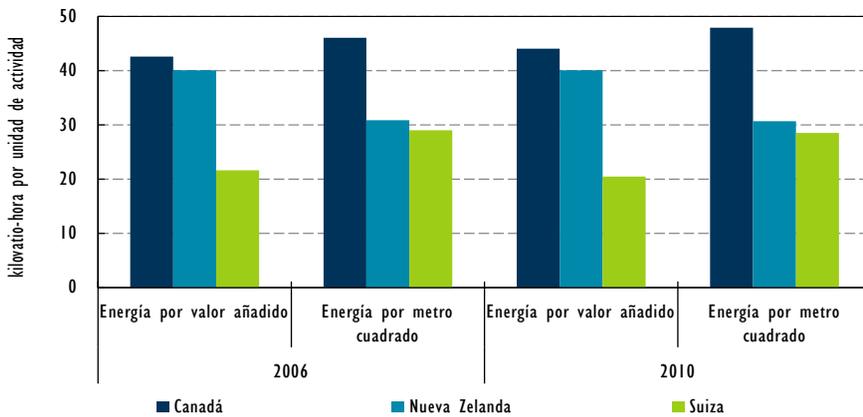
Como primer paso, la intensidad energética debería ser desarrollada por tipo de edificio o actividad. Si el porcentaje de calentamiento de agua en el total del consumo energético de un tipo específico de edificio es relativamente importante, entonces debería obtenerse más información a nivel de tecnología y desarrollarse indicadores para apoyar el desarrollo de políticas y evaluar el potencial para reducciones adicionales. El contar con este nivel de detalle podría proporcionar una buena base para entender cómo una cierta política dirigida a una tecnología en particular afectaría el consumo energético total, y permitiría también una comparación entre países respecto a la eficiencia de las diferentes tecnologías.

Intensidad energética por uso final: Iluminación

Definición: Cantidad de energía consumida para iluminación por valor añadido o superficie útil.

- El consumo energético por unidad de superficie se considera mejor indicador que la energía por valor añadido, ya que brinda información sobre las opciones de políticas para mejorar la eficiencia energética en iluminación.
- El consumo energético por unidad de superficie tiene en cuenta la superficie total que puede requerir iluminación. Aunque este indicador es mejor que la energía por valor añadido, no representa el requerimiento específico de iluminación en distintas partes de un edificio (almacenes versus áreas de trabajo), áreas privadas versus áreas comunes, iluminación exterior o marquesinas, o la necesidad de iluminación entre diferentes tipos de edificio (espacios de oficinas versus depósitos o almacenes).

Figura 4.7 • Ejemplos de intensidad energética de iluminación en algunos países seleccionados



Relevancia para el desarrollo de políticas: La intensidad energética de iluminación, y su diferencia entre países, pueden proporcionar información relevante del nivel de eficiencia en iluminación en un país y el potencial para subsiguientes reducciones de consumo energético.

Comparación entre países: La diferencia de intensidad entre países indica la diferencia de niveles de eficiencia energética para iluminación, así como el patrón de comportamiento y/o las medidas para conservación de energía. Pero no proporcionan una indicación de las necesidades o el uso de iluminación.

Disponibilidad y fuentes de información: Tal como sucede con otros usos finales, el consumo energético no está totalmente disponible y requiere encuestas específicas, mediciones o modelización. Una mayor detalle sobre cómo obtener esta información se proporcionan en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Indicadores relacionados: La electricidad es la principal fuente de energía para iluminación. Sin embargo, en algunos países todavía se utiliza el keroseno, y la iluminación en base a energía solar desconectada de la red eléctrica constituye una fuente nueva que puede aumentar su importancia en el futuro. Allí donde se consumen diferentes fuentes de energía para generar iluminación, este indicador debería ser desarrollado, desagregándolo por fuentes de energía para tener una mejor visión de las tendencias de energía para iluminación.

Tabla 4.7 • Descripción de indicadores del nivel 2: Iluminación

Indicador	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Consumo energético para iluminación por valor añadido	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para iluminación Valor añadido en servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una indicación de las tendencias generales de intensidad energética en iluminación. 	<ul style="list-style-type: none"> No toma en consideración las necesidades de iluminación de edificios específicos y tipos de actividad. No toma en cuenta los esquemas de trabajo y las horas de disponibilidad de luz diurna. No mide desarrollos en eficiencia energética.
Consumo energético en iluminación por unidad de superficie	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para iluminación. Superficie total edificada. 	<ul style="list-style-type: none"> Puede ser utilizado para representar la eficiencia energética en iluminación. Proporciona una indicación de las tendencias generales de intensidad energética en iluminación. Puede indicar la eficacia de una campaña de conservación de energía o el impacto de reglamentación sobre iluminación eficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> Incluye el impacto de la eficiencia energética y el uso/necesidad de iluminación para diferentes edificios. No toma en consideración las necesidades específicas de ciertos tipos de edificios. No toma en cuenta los esquemas de trabajo y las horas de disponibilidad de luz diurna.

Más allá de los indicadores del nivel 2

El tener una desagregación de la intensidad energética por categoría de servicio (consumo energético por unidad de actividad de servicio) proporcionaría una mejor capacidad de medición para la comparación entre países respecto a la eficiencia en iluminación.

Adicionalmente, evaluar el potencial para reducir la energía en iluminación y hacer un seguimiento de la evolución de resultados de medidas y políticas puede requerir encuestas detalladas que - por ejemplo - recaben información respecto al tipo de lámpara de iluminación, su cantidad, su eficiencia y su uso.

Intensidad energética por usos finales: Otros equipamientos⁵

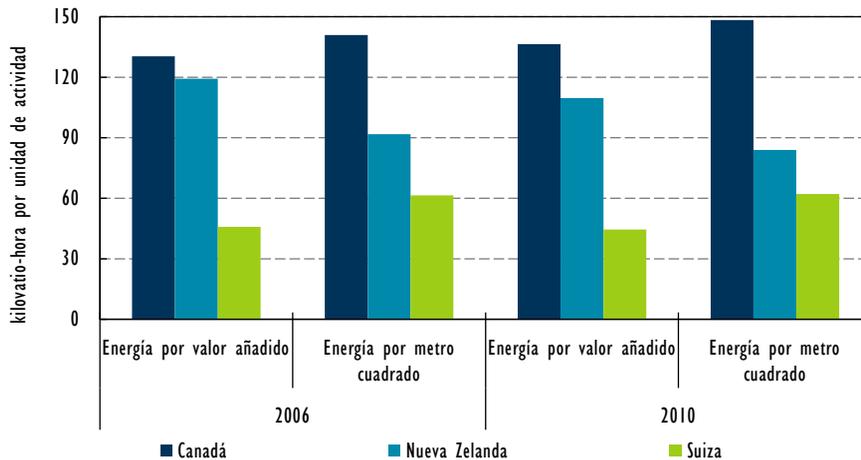
Definición: Cantidad de energía consumida por otros equipamientos por valor añadido o superficie útil. A este nivel de agregación, los indicadores no facilitan demasiada precisión. El consumo energético para equipamiento de oficina está más íntimamente relacionado con el número de empleados, la energía para cocina depende del número de comidas servidas, etc. Sin embargo, el observar la tendencia del mix de energía utilizado puede ayudar a comprender qué tipo de equipamiento influye más en la tendencia de la energía demandada.

Relevancia para el desarrollo de políticas: Este indicador resulta demasiado agregado como para proporcionar una buena aproximación al potencial de mejora en eficiencia energética para este uso final.

5. En el sector servicios dentro de "otros equipamientos" se incluye una amplia gama de artefactos, entre ellos: computadoras, fotocopiadoras, equipos frigoríficos, lámparas de mesa, máquinas de rayos-x, equipamiento de cocina, de bombeo, ventiladores, compresores y cintas transportadoras.

Comparación entre países: Dada la naturaleza heterogénea de la categoría “otros equipamientos”, el utilizar este indicador para una comparación entre países puede llevar a conclusiones inexactas. En particular, esta categoría puede tener diferentes alcances en diferentes países o regiones. Además, como hay varios factores diferentes que influyen en el consumo energético para otros equipamientos, no es posible llegar a conclusiones sobre la eficiencia de este uso final.

Figura 4.8 • Ejemplos de intensidad energética para la categoría de otros equipamientos en algunos países seleccionados



Disponibilidad y fuentes de información: Tal como sucede con otros usos finales, el consumo energético no está totalmente disponible y requiere encuestas específicas, mediciones o modelización. Un mayor detalle sobre cómo obtener esta información se proporciona en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Tabla 4.8 • Descripción de indicadores del nivel 2: otros equipamientos

Indicador	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Consumo energético de otros equipamientos por valor añadido	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético de otros equipamientos. Valor añadido en servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una indicación de las tendencias de intensidad en otros equipamientos. Cuando la energía total es comparada con otros usos finales, proporciona una visión del cambio en su importancia en el sector servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> Este un indicador de intensidad agregada, que no tiene en cuenta la estructura del sector, tipo de equipamiento utilizado o las eficiencias de diferentes equipamientos.
Consumo energético de otros equipamientos por unidad de superficie	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para otros equipamientos. Superficie total edificada en servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una indicación de las tendencias del consume energético en otros equipamientos. Cuando la energía total se compara con otros usos finales, proporciona una visión del cambio en su importancia para el sector servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> Este un indicador de intensidad agregada, que no tiene en cuenta la estructura del sector, tipo de equipamiento utilizado o las eficiencias de diferentes equipamientos.

Más allá de los indicadores del nivel 2

Dado que hay numerosos tipos de equipamientos en el sector servicios, se requiere una mayor desagregación para entender las tendencias del consumo energético del equipamiento y para proporcionar indicadores relevantes para la formulación de políticas. Dada la dificultad de desarrollar indicadores del nivel 2 para el sector servicios, y dado que los indicadores relevantes deberían ser desarrollados por tipo de edificio o actividad, el desarrollo de indicadores más detallados no es una prioridad inmediata para la mayoría de los países.

La prioridad debería ser el desarrollo de indicadores del nivel 2. Si el análisis indicara que los otros equipamientos representan un gran porcentaje del consumo energético total, entonces la siguiente prioridad debería ser desarrollar indicadores más detallados para este uso final, ya sea mediante la obtención de información más detallada por tipo de actividad, o mediante la obtención de información para un determinado tipo de equipamiento.

5 Indicadores adicionales que explican los cambios en el consumo energético de servicios

La información sobre datos útiles de la actividad para sub-sectores específicos de servicios - por ejemplo pernoctaciones en hoteles u hospitales - que pueden estar relacionados con el consumo energético del sector servicios, se analiza en *Indicadores de eficiencia energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Existen varios indicadores adicionales que pueden ayudar a comprender las tendencias del consumo energético en servicios y proporcionar una idea respecto a las tendencias futuras que éste sector podría tener. El consumo energético per cápita indica cuánta energía es utilizada por cada persona en un país o región.

Tabla 4.9 • Descripción de indicadores adicionales: sector servicios

Indicador	Datos necesarios	Propósito	Limitaciones
Superficie del sector servicios per capita en relación con el valor añadido per capita (el nivel de empleo puede utilizarse en lugar de la población)	<ul style="list-style-type: none"> • Población • Valor añadido en servicios. • Superficie edificada en servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender como el valor añadido en servicios influencia la superficie edificada. • Proporciona una visión de las tendencias futuras en la superficie edificada de servicios. • Puede ayudar a estimar de superficie edificada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Este indicador está totalmente influenciado por la actividad. • Un cambio en la economía puede cambiar la relación entre el crecimiento del valor añadido y el crecimiento de superficie edificada. • Información sobre la diferencia en la relación entre países desarrollados y en desarrollo.
Proporción de la producción del sector servicios respecto al total del producto interno bruto (PIB)	<ul style="list-style-type: none"> • Valor añadido en servicios. • PIB total. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender la tendencia e importancia del sector servicios en la economía. • Puede ayudar a evaluar las tendencias futuras en servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Este indicador está totalmente influenciado por la actividad. • La tasa de crecimiento de servicios en relación al PIB puede ser muy diferente dependiendo del nivel de desarrollo del país.

6

Descomposición de los cambios en la demanda energética para el sector servicios

Generalmente, hay muy poca información disponible sobre el sector servicios. Es por ello que la descomposición no se realiza normalmente a nivel de usuario final, sino solamente a nivel de intensidad agregada o para pocos sub-sectores (Tabla 4.10).

Para el sector servicios se ha desarrollado una descomposición más detallada de intensidad (consumo energético por valor añadido) teniendo en cuenta la productividad de la superficie útil del sector. Lamentablemente, en ausencia de datos más precisos, en la actualidad es posible realizar éste análisis sólo para nueve países de la AIE.

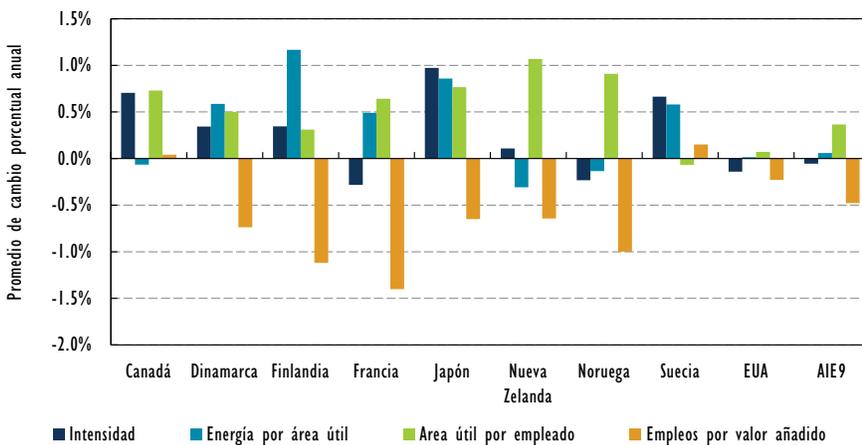
Tabla 4.10 • Resumen de variables utilizadas para la descomposición del consumo energético de servicios

Sector	Actividad (A)	Estructura (S)	Intensidad (I)
Servicios (CIU 33-99)*	Valor añadido	Fracción del valor añadido	Energía/valor añadido

* DENU (División de Estadística de las Naciones Unidas) (2008), Clasificación Industrial Internacional Uniforme Rev. 4, Naciones Unidas, Nueva York. Disponible en: <http://unstats.un.org/unsd/ci/registry/regcst.asp?CI=27>

En los países del grupo AIE9, los cambios en estos tres factores – consumo energético por unidad de superficie, superficie útil por empleado y número de empleados por unidad de valor añadido (el inverso de la productividad laboral) – han interactuado y también influido sobre los cambios en la intensidad energética (consumo energético por valor añadido). La mejora en productividad laboral (por ejemplo, la reducción en el número de empleados por unidad de valor añadido) ha ocurrido en casi todos los países y ha sido el más importante - y muchas veces el único - factor de reducción de intensidad energética en servicios. En contraste, una cantidad significativa de países muestran un aumento de la superficie útil por empleado, y una mayor energía consumida por unidad de superficie, lo que empujó al alza a las intensidades energéticas.⁶

Figura 4.9 • Descomposición de los cambios en intensidad energética del sector servicios, 1990 a 2010



6. Los resultados de los análisis de descomposición incluidos en este manual se han calculado utilizando el análisis de descomposición en base a la metodología de descomposición del Índice Simple de Laspeyres. Para mayor información sobre las metodologías de análisis de descomposición consultar el Anexo A.

7 Información y evaluación de políticas en el sector servicios

Para las economías en desarrollo el sector servicios conforma una parte significativa de la estructura económica. Los desafíos en el análisis de políticas se relacionan con el hecho de que el sector es muy heterogéneo, y suele suceder que hay actividades con múltiples usos finales para un mismo negocio o edificio.

Desde el punto de vista de la práctica comercial, las barreras de los actores principales (como puede ser la discrepancia de objetivos entre propietarios y arrendatarios) son un aspecto de particular importancia en este sector, donde la mayor parte de la actividad comercial ocurre en edificios alquilados.⁷

La política de eficiencia energética y el desarrollo de programas requieren información acerca del consumo energético a estos niveles de producción para estos usos finales, y con grado de detalle suficiente como para realizar la estimación y evaluación de decisiones a nivel de programas. Como suele ocurrir, quienes formulan las políticas buscan información relevante y fiable que permita la elaboración de políticas claras y convincentes. A esos efectos es preciso aportar explicación sustancial sobre los factores comerciales y las situaciones contractuales, así como sobre la energía y la actividad a nivel de uso final.

Factores que promueven la demanda de energía en edificios comerciales

Las fuerzas motrices que promueven el consumo energético en el sector servicios son en gran medida una función del estado de desarrollo en las actividades del sector comercial. En países en desarrollo, el sector servicios puede estar por debajo del sector industrial y ser menos maduro. De hecho, si no se cuenta con un abastecimiento de electricidad de buena calidad es difícil el establecimiento del sector servicios, dada la singular preponderancia que la electricidad tiene para las actividades de servicios que utilizan energía.

Crecimiento del equipamiento eléctrico

A un nivel técnico, el consumo energético está dominado por la actividad dentro de los edificios de servicios más que por las pérdidas de calor a través de las superficies expuestas al exterior. Las cargas internas de calor de los ocupantes, equipamientos y aparatos suelen ser suficientemente elevadas como para requerir el acondicionamiento de aire para eliminar las ganancias internas de calor, y éstos pueden ser así los principales generadores de cargas para el aire acondicionado. En algunos casos, las cargas de equipamiento pueden llegar a ser muy altas; en los hospitales el equipamiento médico es un factor más significativo para la demanda energética que el número de camas de los pacientes o la climatización. Además, una tendencia hacia mayores superficies - donde se requieren altos niveles de iluminación artificial en la zona central del edificio, así como ventilación forzada y enfriamiento de locales - puede exacerbar las cargas de enfriamiento.

7. Para profundizar sobre estos aspectos y sus soluciones es posible remitirse a: Mind the Gap: Quantifying Principal-Agent Problems in Energy Efficiency (AIE, 2007).

Cuadro 4.1 • El desafío de las políticas: Creciente dependencia en la electricidad para el sector servicio

El consumo energético en el sector servicios constituye una oportunidad significativa para la eficiencia energética. Sin embargo, el sector ha recibido poca atención respecto a la formulación de políticas específicas para el sector.

A nivel mundial, el consumo eléctrico se espera que crezca más rápidamente en el sector servicios que en el sector residencial. En países de la OCDE, el consumo eléctrico comercial creció del 26 % del total del uso de electricidad en 1990 a 33 % en 2009, y está ahora a la par con el del sector residencial. Antes de 1990, la principal fuente energética en el sector servicios en los grandes países de la OCDE, eran el petróleo y el gas. En 2009, la electricidad constituyó el porcentaje mayor. El crecimiento anual del consumo eléctrico fue más alto en el sector servicios que en el sector residencial entre 1990 y 2009 en los países de la OCDE. La misma tendencia ha ocurrido también en algunas economías emergentes como Brasil, India y Rusia. La administración de información de energía (EUA) espera que el consumo eléctrico mundial crezca más rápidamente en el sector servicios que en el sector residencial entre 2008 y 2035, principalmente para iluminación, enfriamiento de locales y ventilación.

El potencial para ahorro de electricidad en equipamientos de servicios es mundialmente significativo. El mayor potencial en el sector servicios fue encontrado en la iluminación acondicionamiento de aire y refrigeración. Mientras unos pocos estudios han estimado el potencial de ahorro de electricidad a través de políticas de eficiencia energética para el equipamiento de servicios, muchas otras se han realizado para los artefactos de aplicación residencial.

Rosenquist et Al (nº 2006) analizaron el potencial de ahorro de electricidad a nivel nacional para EUA respecto a los estándares mínimos de eficiencia energética (EMEE) para equipamiento residencial y de servicios. El potencial de ahorros acumulados de electricidad para eficiencia en artefactos y equipamientos desde 2010 a 2030 fue estimado en 7167 TWh (aproximadamente 4 % del consumo energético acumulado para el caso base), de los cuales 3834 teravatio-hora (TWh), serían generados por equipamiento comercial -más que el sector residencial. El mayor potencial en el sector servicios se encontró en la refrigeración, seguido por la iluminación y el acondicionamiento de aire.

McNeil y Letschert, (nº 2008), evaluaron el potencial global de ahorros de electricidad mediante estándares de eficiencia energética y políticas de etiquetado para el equipamiento de servicios. En el sector servicios, la iluminación y el enfriamiento de locales tuvieron el mayor potencial de ahorro, seguido por la refrigeración.

En Australia se realizó un estudio de mercado utilizando los acondicionadores de aire en servicios. Australia comenzó a introducir de EMEE para acondicionadores de aire en 2001. Los acondicionadores de

aire y enfriadores se sometieron a controles estrictos del cumplimiento de EMEE a comienzos de 2009. El potencial de ahorro de electricidad anual por el uso de EMEE, para acondicionadores de aire fue estimado en 5718 gigavatio-hora (GWh) para el 2025 (equivaliendo aproximadamente al 5 % del consumo eléctrico a nivel de servicios y residencial en 2009): 3065 GWh para acondicionamiento en servicios y 2653 GWh para acondicionadores de aire del sector residencial.

Energía para equipamiento se ve multiplicada por la demanda de aire acondicionado

La importancia de minimizar las cargas internas tales como el equipamiento de oficina, la iluminación y la ganancia solar se hace evidente cuando se considera también su relación con las cargas del acondicionamiento de aire. Con las plantas de acondicionamiento de aire normales se puede llegar a añadir un 30 % adicional de carga de enfriamiento a cualquiera de las cargas internas – por ejemplo se requieren 30 vatios (W) adicionales de energía para aire acondicionado a efectos de disipar el calor generado por una lámpara de 100 W. Cualquier esfuerzo para reducir las cargas internas es recompensado por una disminución adicional en la demanda del sistema de aire acondicionado. Por lo tanto, reducir la carga térmica asociada a los usos finales en el sector servicios es un objetivo clave de las políticas. Las principales opciones de políticas a implementar son los estándares mínimos de eficiencia energética (EMEE) para la iluminación, el equipamiento de oficina, el equipamiento de restauración y catering, y reconversión de sistemas ineficientes de iluminación a través de luminarias de alta eficiencia.

Edificios comerciales de bajo consumo energético

Un cierto número de nuevos edificios ha sido diseñado para emplear niveles muy bajos de energía importada. Estos edificios están adecuadamente aislados, minimizan la carga térmica interna al utilizar solamente la iluminación y equipos más eficientes, tienen altos niveles de iluminación natural con atenuación para reducir las ganancias de calor solar y habitualmente utilizan ventilación natural en vez de acondicionamiento de aire. Algunos edificios antiguos también tienden a requerimientos más bajos de energía, ya que tienden a contar con una forma más afinada, que permite un mayor uso de la luz natural y ventilación cruzada. Es importante realizar un seguimiento a estos edificios ya que la industria está todavía aprendiendo sobre el funcionamiento de tales edificios bajo condiciones reales de operación.

Aspectos clave de las políticas

Las políticas necesitan responder a estas fuerzas motrices, a menudo en forma muy sutil y elaborada. En el sector servicios, es posible involucrar a los administradores y propietarios del edificio para que suministren datos esenciales relativos al comportamiento del edificio combinada con los EREM

del equipamiento comercial para crear un efecto dinamizador sobre el mercado. La mayoría de las mejoras en eficiencia energética a medio plazo para este sector han llegado a través de reducciones cuantificables de la demanda energética a medida que el parque de equipamiento migra gradualmente hacia equipos más eficientes. A largo plazo, la rehabilitación y sustitución de edificios llevará a un consumo energético más bajo por parte de los propios edificios y sus sistemas centrales de energía.

Importancia de la información complementaria

Los indicadores del nivel 3 son el núcleo de la información del programa, y constituyen un marco esencial del contexto para la información complementaria. Sin embargo, deben ser casi siempre complementados con información referida a la tecnología, al mercado y al comportamiento de los consumidores. La Tabla 4.11 muestra algunos aspectos de las políticas del sector servicios que necesitan opciones de información suplementaria.

Los analistas deberían considerar que quienes formulan las políticas suelen requerir - en forma anticipada o mientras éstas acontecen - información respecto a tendencias futuras. El crecimiento de los servicios en red muestra la necesidad de comprender con cierto grado de detalle el consumo de energía en el sector servicios originado por equipamientos conectados a red.

Tabla 4.11 • Información complementaria para las políticas del sector servicios

Políticas e índices del nivel 3	Necesidad de información complementaria	Indicadores complementarios
Normativa de edificios kilovatio-hora por metro cuadrado (kWh/m ²), kWh/capita, kWh/USD, MJ servicio de calefacción, MJ servicio de agua caliente	<ul style="list-style-type: none"> • Información ex-post del stock que permita modelizar y establecer líneas de base. • Impacto de políticas en la demanda. • Sistemas no conectados a la red y solar térmico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento energético ex-ante, condiciones de confort y productividad de los empleados, temperatura interior, humedad, filtraciones de aire. • Kilovatio (kW) demandado en uso final.
Etiquetado de edificios	<ul style="list-style-type: none"> • Información técnica para el diseño y revisión de sistemas de certificación. • Verificación del desempeño técnico de la certificación. • Capacidad de respuesta del consumidor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Current stock information for label verification.
Reconversión del aislamiento térmico/ climatización	<ul style="list-style-type: none"> • Información ex-post para evaluar impactos en la producción y la productividad. • Impacto de políticas en la demanda. • Sistemas no conectados a la red y solar térmicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento energético pre- y post- reconversión, condiciones de confort. • kW demandados en uso final.

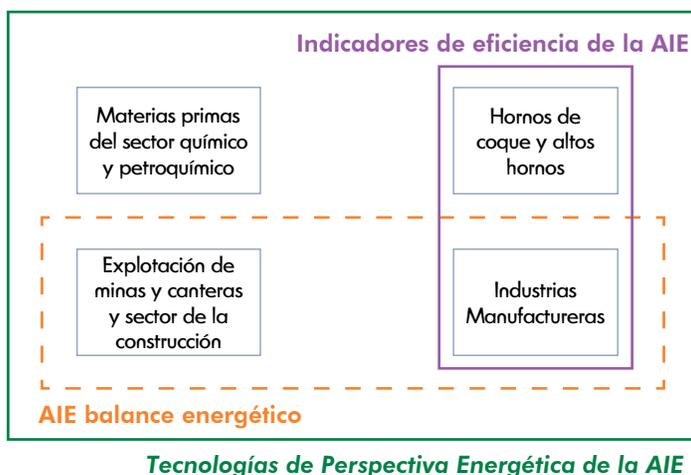
Políticas e índices del nivel 3	Necesidad de información complementaria	Indicadores complementarios
Edificios de baja energía neta	<ul style="list-style-type: none"> • Futuros impactos de la reducción de precios en los sistemas eléctricos no conectados a la red y solar térmico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento de calefacción post-aislamiento térmico, condiciones de confort, respuesta al impacto sobre la salud y el bienestar. • kW demandados en uso final de la red y contribuciones de energía renovable.
EMEE para equipos y etiquetado kWh/actividad del uso final (MJ/iluminación, kWh/refrigeración, kWh/IT, kWh/TV...)	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de ventas y stock de equipamientos. • Impacto de EMEE y etiquetado en la demanda energética del sector servicios. • Análisis costo-beneficio de políticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • La cantidad y tipo de equipos por empresa de servicios, su uso y la demanda energética asociada. • kW demandados a nivel de uso final incluyendo consume energético de redes de tecnologías de información y comunicación. • Respuesta del Mercado y el consumidor a las políticas. • Valor de la energía evitada a nivel de uso final.

Desarrollo de Indicadores para el Sector Industrial

1 ¿Qué es lo que impulsa el consumo energético en el sector industrial?

El sector industrial es heterogéneo y de gran complejidad. No existe una definición única respecto a que se incluye o no dentro de este sector (Figura 5.1). Asimismo, las clasificaciones de las actividades (valor económico añadido o índice de producción física) no necesariamente concuerdan de forma directa con la asignación del consumo energético.

Figura 5.1 • Definiciones utilizadas en la AIE para el sector industrial



En general, el sector industrial incluye la manufactura de bienes y productos, minería y extracción de materias primas, y la construcción. La generación de energía eléctrica y calor comercial, las refinerías, y la distribución de agua, electricidad y gas se excluyen del sector industrial. El balance energético de la Agencia Internacional de Energía (AIE) utiliza esta definición.

A efectos de desarrollar indicadores de eficiencia energética, al decir industria se hace referencia a los sectores de la industria manufacturera (excluyendo la minería y extracción de materias primas, y al sector de la construcción) e incluye altos hornos y hornos de coque (que en el balance de energía de la AIE, se incluyen dentro del sector de transformación). Al evaluar el potencial de reducción en energía y

emisiones, tal como se ha hecho en publicaciones como la de *Perspectivas de Tecnología Energética*, el consumo energético en forma de materia prima para las industrias química y petroquímica también se incluye dentro del sector industrial. En el balance energético de la AIE, la materia prima se incluye bajo la categoría de “uso no-energético”.

La energía es un factor clave para todos los productos manufacturados. Manteniendo todos los otros parámetros constantes, un aumento en la producción industrial generalmente dará lugar a un aumento en el consumo energético; dado que la mayoría de los procesos tienen componentes fijos y variables en su funcionamiento, cuando la demanda de productos de un cierto proceso disminuye, la intensidad energética aumentará. Esta relación entre la energía y la producción, y el modo en que compara distintos países, estará influenciada por varios factores, como por ejemplo: la antigüedad promedio de las plantas (las plantas nuevas o reconstruidas son por lo general más eficientes que otras más antiguas), las prácticas de mantenimiento, la calidad de la energía utilizada (p.ej.: el valor calorífico); la calidad del producto manufacturado, las materias primas utilizadas, la calidad requerida del producto (p.ej.: el nivel de pureza), el proceso o tecnología utilizada; y, a un nivel más agregado, la composición del sector industrial.

El objetivo de esta sección es proporcionar detalles sobre los indicadores disponibles y más comúnmente utilizados en el sector industrial. Sin embargo, se reconoce que un análisis “exacto” de la eficiencia energética en el sector industrial requiere un estudio más detallado para cada proceso utilizado en la producción manufacturera. En 2007 la AIE publicó *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions* (AIE, 2007), donde se presentan metodologías para el análisis de indicadores en el sector industrial.

Preguntas y Respuestas

P1. Para generar indicadores de eficiencia en la industria, ¿Deberían utilizarse unidades físicas de producción o unidades económicas?

Lo ideal sería utilizar la unidad de producción física para generar indicadores de eficiencia en el sector industrial. Si no hay información disponible sobre la unidad de producción física se puede utilizar información sobre el valor añadido para indicar tendencias generales del sector, pero no para desarrollar indicadores de eficiencia energética.

P2. ¿Es posible considerar las diferencias estructurales de las industrias?

Si, con una desagregación suficientemente detallada, a través de un análisis de descomposición es posible separar el impacto de cambios estructurales en la industria.

P3. ¿Para qué sub-sectores debería un país desarrollar indicadores?

La prioridad debe ser dada al sub-sector industrial con mayor consumo energético siempre que haya suficiente información disponible. Si la información no está disponible, el país debe priorizar la búsqueda de información de consumo energético y de producción física del sub-sector.

P4. ¿Cuál es la diferencia entre mejor tecnología disponible (MTD) y mejores prácticas tecnológicas (MPT)?

La mejor tecnología disponible es la tecnología más eficiente disponible en el mercado. La mejor práctica tecnológica es la tecnología más eficiente que está disponible comercialmente. En el sector químico el término MPT es utilizado en vez de MTD, ya que el segundo solo se dispone para una o dos plantas, y no es ampliamente comercializado, y refleja las circunstancias propias de cada planta química a nivel individual.

2

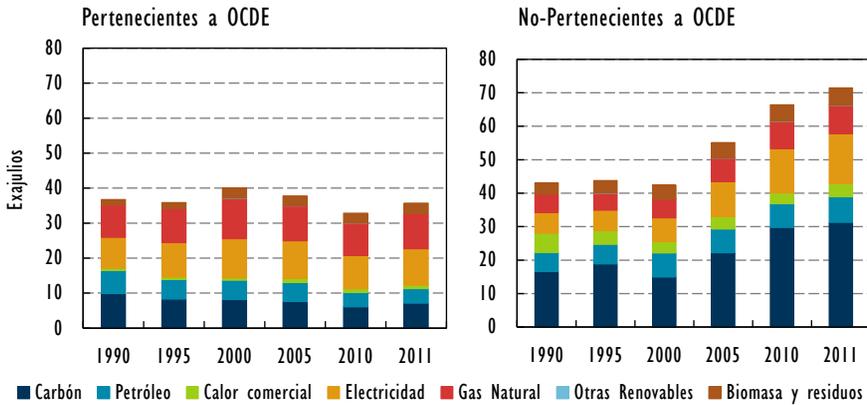
¿Cómo se consume la energía y cómo ha evolucionado recientemente?

El consumo global final de energía en el sector industrial alcanzó los 107 exajulios (EJ) en el 2011 lo cual significó un 29% del consumo de energía total global. Esto incluye la energía consumida en los hornos de coque y altos hornos como también en las materias primas. Las emisiones de CO₂, incluyendo emisiones indirectas provenientes del uso de electricidad, fueron 10.55 gigatoneladas de dióxido de carbono (GtCO₂). El consumo global del sector industrial se ha incrementado en un 41% desde 1990, con la mayor parte del crecimiento en países que no son miembros de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE), especialmente en China donde la creciente demanda y producción industrial desde los comienzos del 2000 ha influido en el aumento del consumo energético. El porcentaje de consumo energético global de la industria en los países de la OCDE disminuyó desde más del 46% en 1990 hasta el 33% en 2011, reflejando un cambio en la estructura económica a nivel global a medida que procesos más intensivos energéticamente se trasladaron a economías emergentes (Figura 5.2).

También han habido cambios estructurales importantes en el sector de la industria: la energía consumida por los cinco sub-sectores¹ más intensivos de la industria se incrementó en relación a otros sub-sectores entre 1990 y 2011. Estos cinco sub-sectores fueron responsables de más del 56% de la energía final consumida en el sector industrial en el 2011, en contraste con el 45% correspondiente a 1990 (Figura 5.3).

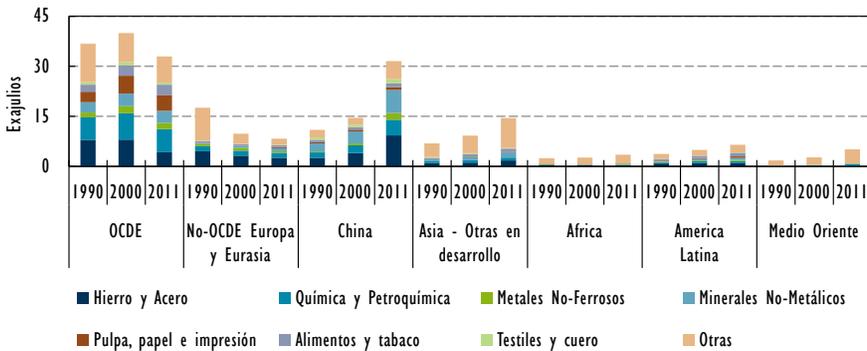
1. Los cinco sub-sectores más intensivos energéticamente a nivel global son: siderurgia, cemento, química y petroquímica, pasta y papel, y aluminio.

Figura 5.2 • Consumo energético de la industria en países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE



Nota: incluye la energía consumida en altos hornos y hornos de coque así como las materias primas.

Figura 5.3 • Consumo energético por sub-sector industrial



Cuadro 5.1 • Problemas metodológicos en el sector industrial

El consumo energético es complejo en muchos sub-sectores de la industria. Incluso cuando la información necesaria está disponible, generalmente no es sencillo calcular indicadores consistentes y comparables que sean útiles para el análisis de políticas. Tres áreas en particular requieren ser cuidadosamente consideradas.

Nivel de agregación: El consumo energético y los indicadores de CO₂ pueden ser desarrollados en distintos niveles de agregación dependiendo del propósito con el cual vayan a ser utilizados, y del nivel de información disponible. El nivel de agregación es muy importante dado que determina en qué medida las diferencias estructurales afectan los resultados observados. Las diferencias estructurales pueden ser:

- **Disponibilidad y calidad de los recursos de entrada.** Las necesidades energéticas de algunos procesos industriales dependen de la calidad natural de los recursos o de otros

recursos disponibles, p.ej. calidad del mineral. Los indicadores deben tener en cuenta las variaciones en la calidad de los recursos cuando se comparan distintos países.

- **Definición de productos.** Se debe ser cuidadoso en las definiciones. Por ejemplo, en el caso de la industria del hierro y acero, la elección de toneladas de hierro, toneladas de acero crudo o toneladas de acero terminado puede causar grandes diferencias.
- **Diversidad de productos.** Los productos industriales no son uniformes. Los indicadores deben ser diseñados de modo que la categorización de los productos tenga sentido.
- **Definición de la tecnología de procesos.** Los productos industriales pueden ser producidos según distintas tecnologías de procesos que tienen diferencias significativas en requerimientos energéticos. Los indicadores a nivel del sub-sector industrial debe tener en cuenta las proporciones de los diferentes procesos tecnológicos respecto al total de la producción al hacer comparaciones entre países.

Estos aspectos pueden ser resueltos desarrollando indicadores en diferentes niveles de agregación.

Aspectos de límites: Para un análisis consistente entre países, es necesario usar definiciones con límites comunes para cada sub-sector. Dichos límites se establecen en función de:

- **Etapas de producción.** Generalmente los procesos de producción industrial consisten de varias etapas. Las etapas de procesos/producción que se incluyen o no dentro de un indicador pueden implicar diferencias en la comparación entre países y deben ser plenamente descritos.
- **Energía incorporada y carbono.** Ambos, energía y carbono pueden estar almacenados en los materiales. Mientras que la energía puede ser recuperada cuando los materiales son reciclados o incinerados, el carbono almacenado en un producto es liberado cuando se incinera. Estos factores y potenciales deben ser evaluados en base del ciclo de vida de estos materiales/productos.
- **Emisiones de procesos.** Una porción significativa de las emisiones de CO₂ son emisiones de procesos, no relacionadas con el uso de combustibles fósiles. Cuando sean importantes, estas emisiones de procesos deben ser incluidas junto con las emisiones derivadas de la combustión de combustibles fósiles y separadas de las emisiones relacionadas con la energía para permitir un análisis del potencial de reducción en el consumo energético.

Aspectos de asignación: Además de establecer límites consistentes, surgen varios problemas importantes de asignación al desarrollar indicadores de consumo energético y emisiones de CO₂ en situaciones tales como:

- **Cogeneración Industrial.*** El tratamiento de la co-generación requiere la especial consideración de la cogeneración en los sub-sectores donde juega un rol importante, a efectos de garantizar que las emisiones de CO₂ y las ganancias en eficiencia sean correctamente reflejadas. La electricidad y el calor generado en la planta deben estar asociados a la eficiencia de la generación de la planta, así como a la huella de carbono de dicha generación.
- **Tratamiento de combustibles residuales.** La industria utiliza grandes cantidades de residuos combustibles. Un primer paso es mejorar la información sobre los combustibles residuales utilizados (p.ej. en términos de contenidos calórico y de carbono). Los indicadores deberían utilizar un sistema de asignación de emisiones de residuos que sea apropiado a nivel del sistema.
- **Autoproducción de electricidad y calor.** Algunas industrias producen su propia electricidad y calor. En términos de asignación de energía primaria y emisiones de CO₂, existe una gran diferencia dependiendo de si el indicador utiliza eficiencias y factores de emisión promedios del país para la producción de electricidad, o si se utilizan valores específicos de la industria.

*La cogeneración se refiere a la producción combinada de calor y electricidad.

Fuente: AIE, 2007

3

Cómo priorizar el desarrollo de indicadores (¿Qué indicadores deberían ser desarrollados?)

A nivel agregado, la industria es un sector donde la mayoría de la información está disponible. En muchos países los balances energéticos son desagregados de acuerdo a la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) a nivel de dos dígitos (DENU, 2008). Una desagregación del producto interno bruto (PIB) por categoría general (p.ej. para servicios e industria) también está ampliamente disponible a través de organismos internacionales. Se puede acceder a esta información para evaluar la importancia del sector industrial dentro de la economía e indicar si se debe dar prioridad a este sector.

Dado que este sector es muy diverso, y cuenta con perfiles energéticos muy diferentes en cada industria, el uso de indicadores de intensidad generales (consumo energético por unidad de valor añadido) para comparación entre países, o inclusive para evaluar el rendimiento en la industria a lo largo del tiempo, puede ser bastante engañoso. Por ejemplo, en el caso de China, la energía por valor añadido disminuyó un 65% entre 1990 y el 2000, mientras que solo disminuyó un 15% entre el 2000 y el 2010. Sin embargo, un análisis de datos a nivel de la industria indica que las industrias con consumos energéticos intensivos han incrementado su participación en la producción total de la industria, resultando en un impacto al alza en la intensidad energética, a pesar de las mejoras en eficiencia energética.

Además, diferentes industrias utilizan diferentes mix de combustibles; la producción de aluminio es intensiva en electricidad, mientras que el carbón es predominante en la producción de hierro, y la química utiliza mayormente petróleo y gas natural. Si el objetivo es reducir el consumo de un combustible en particular, y no mejorar la eficiencia energética global, entonces la prioridad dependerá del mix de combustibles de la industria en cuestión. Sin embargo, dado que el mix energético depende en gran medida del proceso tecnológico utilizado, podría no ser posible reducir el consumo mediante un simple cambio del combustible utilizado, requiriéndose tanto cambios en el proceso de producción como mejoras en la eficiencia energética.

En general, el primer factor clave es desarrollar indicadores agregados para entender la importancia del sector industrial en la economía (Figura 5.4). Luego, se necesitarán indicadores por sub-sector industrial para evaluar dónde y cómo se utiliza la energía, y dónde hay un mayor potencial para reducir el consumo. Deben desarrollarse indicadores más representativos para asegurar que las políticas y las acciones tendientes a reducir el consumo energético están siendo dirigidas a las áreas donde existe potencial. La decisión sobre qué industria debe ser priorizada para el desarrollo de indicadores más representativos debe también tener en cuenta la importancia del sub-sector industrial dentro de la economía del país, el potencial de ahorro del sector (que puede ser evaluado según las MTD – mejores tecnologías disponibles- o a través de benchmarking), y la disponibilidad de información, o el potencial para obtenerla.

Figura 5.4 • Pirámide detallada de indicadores del sector industria



Cuadro 5.2 • Beneficios de los indicadores de eficiencia energética para las empresas

La experiencia de los países miembros de la AIE sugiere que la industria misma debe estar interesada en los indicadores de eficiencia energética. Las empresas pueden utilizar dichos indicadores para sacar conclusiones sobre cómo volverse más eficientes energéticamente, y puedan compararse con otras empresas o determinar su propio progreso a lo largo del tiempo. Los indicadores también mejoran la fiabilidad y flexibilidad de la industria; por ejemplo, el aumento de depósitos en los intercambiadores de calor puede disminuir los niveles de eficiencia energética del proceso, como también limitar la capacidad productiva.

Por último, los indicadores pueden utilizarse para mejorar la competitividad. En países donde la energía es subvencionada en gran medida, la fijación de precios que reflejen mejor los costes reales puede estimular un comportamiento de eficiencia energética, lo que a su vez incrementa los ingresos netos. Un estímulo adicional a eficiencia energética a través de programas nacionales puede traer otros incentivos añadidos para la industria: si los accionistas ven las mejoras en la eficiencia energética como una forma de apoyar los objetivos a nivel nacional, es posible que suba el precio de las acciones de la empresa.

La adquisición de información relacionada con el consumo energético de pequeñas y medianas empresas (PYMES) todavía no es una práctica global generalizada. En muchos casos no existe una legislación que obligue a informar, tal como ocurre para grandes consumidores industriales de energía implicados en el Mercado de Comercio de Emisiones de la UE. De acuerdo a la experiencia de la AIE, la información de las PYMES es un componente importante del escenario energético. En algunos países de la AIE, las PYMES reportan la información más relevante de manera voluntaria. En otros países la información tiene carácter obligatorio.

La AIE también reconoce que puede ser más difícil adquirir información en grandes empresas: si hay una o dos empresas en el mismo sub-sector, las empresas podrían no desear informar debido a problemas de confidencialidad. Sin embargo, estas barreras pueden ser superadas desarrollando mecanismos adecuados para la adquisición y disseminación de datos. Varias asociaciones empresariales del sector industrial han puesto en práctica este tipo de mecanismos en forma exitosa.

Desde la perspectiva de la industria, el desarrollo de indicadores tiene una importancia clave. Las mejoras en eficiencia energética reducen la necesidad de energía, reduciendo el costo de la energía y aumentando la competitividad, y con ello los beneficios de la planta. Los indicadores con un mayor nivel de detalle pueden ayudar a identificar las áreas para reducir el consumo energético dentro del proceso de producción. Los Sistemas de Gestión de Energía (SGE) pueden ayudar a desarrollar, dar seguimiento y mejorar los indicadores energéticos dentro de una empresa. La implementación de un SGE puede ayudar a priorizar objetivos de eficiencia energética y definir una estrategia para proyectos de mejoras en eficiencia energética.

4 Desarrollo de indicadores por nivel de la pirámide

Esta sección explica cuales indicadores pueden ser desarrollados en cada nivel de la pirámide y para cada sub-sector industrial, y cómo debería ser interpretado. Es casi imposible definir un único y “verdadero” indicador que contemple satisfactoriamente toda la información necesaria sobre el consumo energético y las emisiones de CO₂ en un determinado sub-sector o proceso. Seleccionar un solo indicador para hacer comparaciones entre países puede generar una imagen errónea de la realidad.

Incluso a un nivel más detallado, los indicadores presentados pueden proveer solo una idea general acerca del orden de magnitud del potencial de mejora en la industria. Se recomienda realizar un análisis detallado a nivel de cada país antes que tales indicadores puedan ser considerados como base para la fijación de objetivos.

En la Tabla 5.1 se listan todos los indicadores descritos en el sector industrial y se provee un resumen general de la utilidad del indicador. Esta tabla concuerda con la discusión sobre indicadores de la publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Tabla 5.1 • Resumen de indicadores utilizados en el sector industrial

Indicador	Cobertura	Datos energéticos	Datos por actividad	Código	Indicador recomendado
Consumo energético por unidad de producto físico	Subsector	Consumo energético total del subsector	Producción física por subsector	IS2a	☺
	Tipo de proceso o producto	Consumo energético total por tipo de proceso o producto	Producción por tipo de proceso o producto	IS3a	
Consumo energético por unidad de valor añadido	Subsector	Consumo energético total del subsector	Valor añadido por subsector	IS2b	
	Tipo de proceso o producto	Consumo energético por tipo de proceso o producto	Valor añadido por tipo de proceso o producto	IS3b	

Indicadores del nivel 1

Intensidad energética en el sector industria

Definición: Mide cuanta energía se necesita para producir una unidad de producción económica.

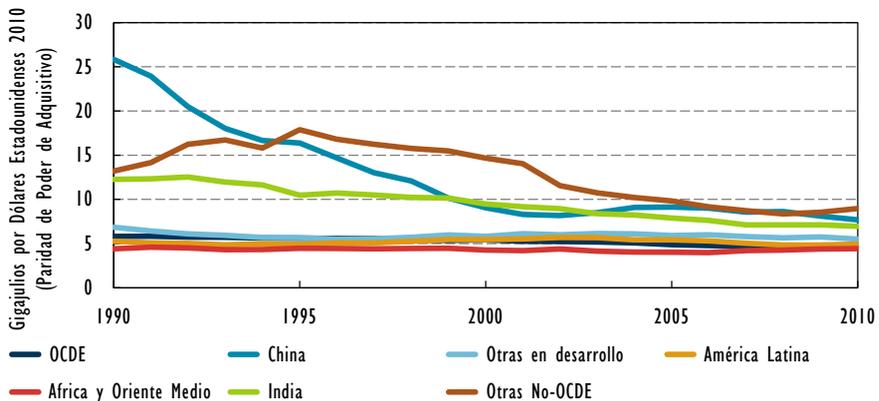
La estructura del sector – donde la mayor parte del consumo energético y de la producción de materiales tiene origen en los sub-sectores más intensivos en energía – ha tenido un alza en el impacto de intensidad energética, pero ha sido compensada mayormente por las mejoras en eficiencia energética de muchas regiones del mundo, especialmente en países en desarrollo, donde las altas tasas de crecimiento en la producción han permitido la incorporación de nuevas y más eficientes capacidades de producción.

A pesar de que la industria ha reducido la intensidad energética desde 1990, el consumo energético continúa creciendo debido al incremento en la demanda global de materiales industrializados, resultando en un incremento de la energía total consumida y de las emisiones de CO₂ (Figura 5.5). Las mejoras en intensidad energética no necesariamente implican mejoras directas en eficiencia energética: pueden influir otros factores, tales como cambios estructurales por los cuales una mayor proporción de la economía pase a basarse en industrias más intensivas energéticamente, o la fluctuación en los precios de los materiales.

Uso de indicadores del nivel 1: Proporcionan una visión general de la evolución en la intensidad energética para los sectores de la industria. En países donde no han habido grandes cambios estructurales en la economía o en los diferentes procesos tecnológicos/materias primas utilizadas, esto puede indicar una tendencia general de la eficiencia energética.

Relevancia para formulación de políticas: debido a los muchos factores que influyen en este indicador, no se puede sacar ninguna conclusión respecto a dónde pueden hacerse mejoras de eficiencia y dónde es necesario prestar más atención.

Figura 5.5 • Ejemplo de indicadores del nivel 1: Consumo energético total por unidad de valor añadido en la industria



Comparación entre países: Sería engañoso evaluar el rendimiento en eficiencia energética en base a este indicador ya que está afectado por varios factores no energéticos como la estructura de la industria, la calidad de los recursos, y en el caso de algunos sub-sectores industriales, las condiciones del clima.

Disponibilidad y fuentes de información:

- Consumo energético: generalmente disponibles en los balances energéticos nacionales y los balances energéticos de la AIE
- Valor añadido de la industria: disponible en el Banco Mundial y quizás disponibles en las cuentas nacionales.

Tabla 5.2 • Descripción de los indicadores del nivel 1

Indicador	Información necesaria	Propósito	Limitación
Consumo Total de energía por unidad de valor añadido de la industria	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo energético total de la industria. • Valor añadido total de la industria (en moneda constante). 	<ul style="list-style-type: none"> • Refleja las tendencias generales en consumo energético relativas al valor añadido. • Indica la relación general entre consumo energético y desarrollo económico. 	<ul style="list-style-type: none"> • No mide mejoras de eficiencia energética. • Influenciado por factores como estructura económica. • Los cambios a lo largo del tiempo están influenciados por factores no necesariamente relacionados con la eficiencia energética.

Indicadores del nivel 2

La desagregación del nivel 2 depende de la información disponible, tanto en términos de datos de consumo energético como de datos de actividad (valor añadido o unidad física de producción). Por ejemplo, mientras para unos países la información puede estar disponible para la categoría global “pasta, papel e impresión”, en países donde este sub-sector de la industria es más importante, podría existir una mayor desagregación por tipo de pasta y papel (Figura 5.6). Como resultado, la pertinencia de los indicadores desarrollados a este nivel es altamente dependiente del nivel de información disponible para cada sub-industria.

A este nivel, el mejor indicador para evaluar la intensidad energética es el consumo energético por unidad de producción. Sin embargo, este indicador está disponible solo para ciertas industrias, puesto que algunas industrias generalmente suelen ser demasiado heterogéneas como para tener una sola medida de producción (p.ej. la industria química) y a veces en el mismo proceso tecnológico pueden producirse distintos productos.

Cuadro 5.3 • Indicadores de energía y de CO₂ para la industria: uso de ratios económicos o físicos

Los indicadores de energía y de CO₂ generalmente integran una medida de consumo energético o de emisiones de CO₂ dividida por una medida de actividad. La actividad suele definirse como la producción de un determinado sub-sector o producto, y puede ser medida en términos económicos (p.ej. valor añadido) o en unidades físicas (p.ej. masa o cantidad de los productos). Generalmente, los indicadores calculados en unidad monetaria se utilizan a nivel sectorial o a nivel económico general. Los indicadores basados en la unidad física se adecuan mejor para análisis sub-sectoriales detallados.

Hay muchas ventajas en utilizar ratios económicos. Primero, la medida de la actividad (valor monetario) es similar inclusive para la producción de productos diferentes. Esto posibilita la comparación de indicadores entre diferentes sub-sectores de la industria. Segundo, en la práctica, la información sobre el valor añadido de la industria – incluyendo información desagregada en diferentes sub-sectores – está disponible en la OCDE para la mayoría de los países de la AIE. Esto facilita una comparación consistente entre países. Estos indicadores también pueden aportar un sentido de eficiencia económica para los diferentes sub-sectores considerando un conjunto de precios energéticos – cuánto valor añadido se gana para un coste dado del consumo energético.

Sin embargo, los indicadores económicos tienen un gran inconveniente: se ven influidos por una amplia gama de efectos sobre los precios que no están relacionados con cambios en los niveles de producción física.

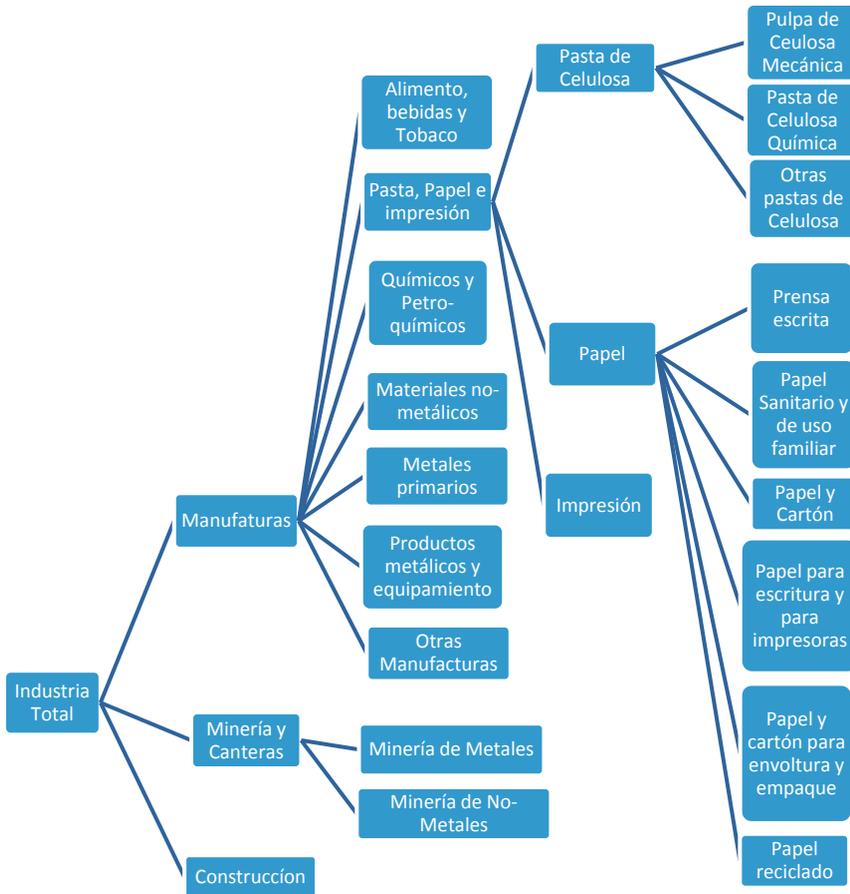
Una alternativa a este enfoque es la de calcular los indicadores de consumo energético y de emisiones de CO₂ en base a ratios físicos, p.ej., usando una medida de actividad basada en toneladas de producción. Estos tipos de indicadores son frecuentemente llamados “específicos” o de “energía unitaria”; su ventaja es que no se ven afectados por posibles cambios en los precios. Por lo tanto, a un nivel desagregado, los indicadores físicos pueden dar una mejor medida de la eficiencia técnica de un proceso de producción en particular, aunque incluye el impacto de diferentes calidades de productos. Sin embargo, dado que el denominador se mide como una unidad física, no es posible comparar los indicadores definidos en distintas unidades sin hacer conversiones, por ejemplo, aplicando la tasa de crecimiento de la producción al valor añadido en el año base.

Intensidad Energética de la industria basada en el valor añadido o unidad física de producción

Definición: Mide la cantidad de energía necesaria para producir una unidad de producción económica o unidad de producción física.

En caso de estar disponible, es preferible el indicador de consumo energético por unidad de producción.

Figura 5.6 • Ejemplo de desagregación en la industria



Nota: Las categorías reflejan las categorías de los modelos utilizados en el informe de la AIE *Perspectivas Tecnológicas Energéticas* (PTE) por lo que pueden ser diferentes de algunas categorías de CIU. Véase *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014) para las categorías de la industria CIU.

Relevancia para formulación de políticas: Cuando el indicador desarrollado a un nivel desagregado, la intensidad facilita una visión importante que ayuda a entender la eficiencia energética y el potencial de reducción de energía.

Comparación entre países: Con suficiente nivel de desagregación, es posible comparar países y evaluar sus eficiencias relativas.

Disponibilidad y fuentes de información: Aunque el consumo energético sí está disponible a nivel agregado para el sub-sector de la industria en los balances energéticos, el nivel de desagregación requerido – para una comparación entre países o para asegurar la relevancia de políticas - no lo está. La información detallada sobre consumos energéticos puede estar disponible a través de encuestas especiales para la industria o por medio de asociaciones industriales nacionales.

Indicador relacionado: Con este nivel de información es posible calcular el consumo energético “ajustado por estructura”. Aunque este indicador aún incluye algunos cambios estructurales en las sub-industrias, así como diferencias en la calidad de entrada y en el proceso utilizado, resulta ser un mejor indicador que el de energía total/PIB a efectos de realizar la comparación entre países (Figura 5.7).

Figura 5.7 • Consumo energético en siderurgia y metales no-férreos por tonelada de acero producida por país en 2010

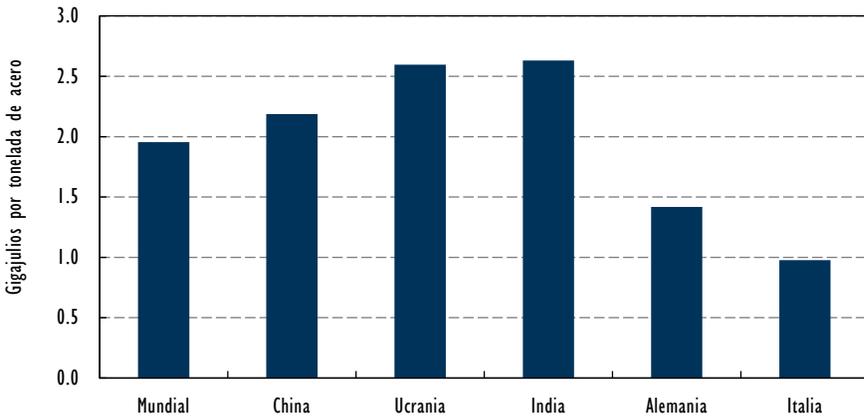


Tabla 5.3 • Descripción de los indicadores del nivel 2: Industria

Indicador	Información necesaria	Propósito	Limitaciones
Consumo energético de sub-sector industrial basado en unidad de valor añadido	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético por sub-sector industrial. Correspondiente valor añadido (en misma moneda) 	<ul style="list-style-type: none"> Indica la relación general entre consumo energético y desarrollo económico. 	<ul style="list-style-type: none"> Puede ocultar algunos cambios estructurales importantes en la industria (estos impactos pueden en cierto modo ser compensados utilizando información más detallada de la energía y del valor añadido) El valor añadido es influenciado por una variedad de efectos independientes de los cambios en la producción física.
Consumo energético de sub-sector industrial basado en unidad de producción física	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético por sub-sector industrial. Correspondiente unidad física de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> Indica la relación entre consumo energético y la producción física. A menudo llamado consumo “específico” o de “unidad energética”. A un nivel desagregado, puede facilitar mejores medidas de eficiencia energética de un proceso de producción particular. 	<ul style="list-style-type: none"> No es posible comparar indicadores definidos en diferentes unidades. No provee una imagen agregada de eficiencia energética para la totalidad de la industria.

Indicadores del nivel 3: Indicadores para industrias específicas o procesos tecnológicos específicos

Dado el número de sub-sectores cubiertos por el sector industrial, no es posible proporcionar un listado exhaustivo de indicadores de procesos específicos para cada uno de ellos. Siendo así, la discusión de esta sección se concentra en los cinco sub-sectores con mayor intensidad energética: siderurgia, cemento, pasta y papel, química y petroquímica, y aluminio.

Cuadro 5.4 • Análisis basado en las MTDs

Tradicionalmente y debido a la falta de información, la AIE ha utilizado indicadores para la industria basados en consumo energético o en emisiones de CO₂ por unidad de valor añadido. Aunque dichos indicadores son buenos para indicar tendencias a nivel agregado respecto al consumo y a la eficiencia energética, resultan menos adecuados para una comparación detallada entre países respecto al desarrollo de las eficiencias energéticas por sub-sector o proceso, o para examinar el potencial de mejora. Esto se debe a que no tienen en cuenta las diferencias de calidad de los productos, ni la composición de las materias primas y materiales del proceso, que pueden tener grandes variaciones entre países. Además, los indicadores basados en ratios económicos no pueden ser validados mediante información tecnológica. Por lo tanto, la AIE realizó un estudio significativo (AIE, 2007) donde presenta indicadores detallados basados en la producción física, los valores típicos para indicadores clave y una selección de resultados del benchmarking para algunas industrias. Las ventajas de este enfoque son que los indicadores:

- No se ven influenciados por fluctuaciones en los precios, lo cual facilita el análisis de las tendencias
- Pueden ser directamente relacionados con operaciones de procesos y opciones tecnológicas, permitiendo obtener una medición más próxima a la eficiencia energética técnica
- Permiten realizar un análisis bien fundamentado del potencial de mejora de eficiencia

Se han desarrollado indicadores desagregados para la producción de hierro y acero, cemento, pasta y papel, químicas y petroquímicas, y aluminio. Estos indicadores se utilizan para dar seguimiento a los progresos en eficiencia energética a lo largo del tiempo, así como también para calcular el potencial técnico para reducir el consumo energético en cada sub-sector que podría ser alcanzado utilizando las MTD o MPT. Los últimos resultados de los análisis para las MTD pueden ser encontrados en *Perspectivas de Tecnología Energética 2012* (AIE, 2012).

Siderurgia (Hierro y Acero)

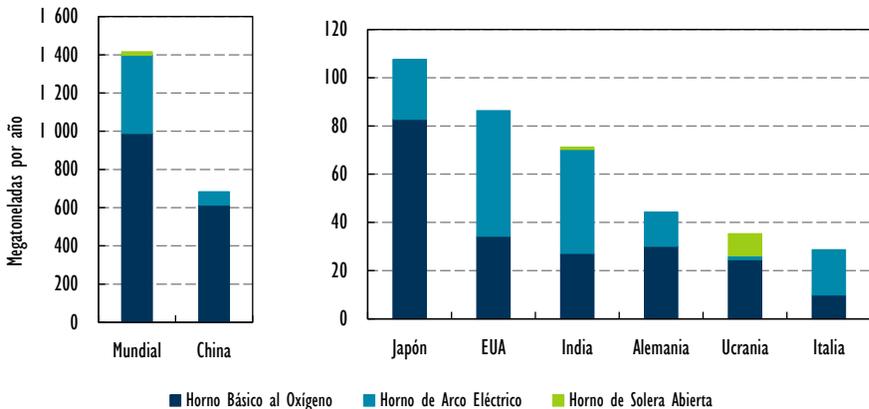
El acero se puede producir mediante alrededor de una docena de procesos diferentes, desarrollados en varias configuraciones dependiendo de la aleación,

las materias primas disponibles, el suministro de energía y el capital a invertir. Actualmente, se utilizan principalmente tres alternativas de procesos:²

- Alto horno (AH) / horno básico al oxígeno (HBO), basado en una proporción del 70% al 100% del mineral de hierro y en un remanente de residuos de hierro
- Método de horno de arco eléctrico (HAE), en base a residuos de hierro reciclables
- Método de horno de reducción directa (HRD)/ HAE, basado en mineral de hierro y a veces en residuos de hierro como suministro de hierro.³

El proceso basado en residuos / HAE es mucho menos intensivo energéticamente (de 4 gigajulios por tonelada [GJ/t] a 6 GJ/t)⁴ que el proceso del AH/HBO (de 13GJ/t a 14 GJ/t), porque no hay necesidad de reducir el mineral de hierro para producir hierro, y también elimina la necesidad de: preparar el mineral, así como los pasos de producción de coque y producción de hierro.⁵

Figura 5.8 • Producción según tipo de proceso e intensidad energética para los países seleccionados, 2010



Fuente: Asociación Mundial de Acero (*WorldSteel*), (2011), *Anuario Estadístico de Acero 2011*, Bruselas.

Nota: Incluye consumo energético en altos hornos. El acero de HAE incluye procesos de residuos/HAE y HDR/HAE. India es el mayor productor de HRD en el mundo con la producción basada en carbón, lo cual es significativamente más energéticamente intensivo que el HDR basado en gas. Mt = millón de toneladas.

La comparación generalizada del consumo energético total del sub-sector por tonelada de acero crudo es de uso limitado porque los procesos de producción son muy diferentes. Como mínimo, deberían tratarse separadamente los procesos de AH/HBO, residuo/HAE y el HRD. Aun así, hay diferencias considerables en la eficiencia energética de la producción primaria de acero entre países e inclusive

2. Una cuarta forma, con el horno de solera abierto u horno Martin-Siemens (HMS), tiene un perfil del hierro similar a la de HBO pero es una tecnología más antigua por lo que su uso es inferior al 3% de la producción global actual.

3. El HRD puede sustituir de forma económica los residuos reciclables de hierro en lugares donde éstos sean escasos y haya fuentes de combustibles fósiles económicas (p.ej.: Sobreoferta de gas natural).

4. Un HAE utiliza cerca de 1,6GJ de electricidad por tonelada de acero si se alimenta al 100% con residuos reciclables de hierro, y algo más a medida que aumenta el grado de reducción directa. En las operaciones reales, sin embargo, el consumo de energía en los HAE es algo superior. Para que sea realmente comparable, la electricidad debería ser expresada en términos de energía primaria. Si la generación eléctrica varía del 35% a más del 50%, el consumo energético primario del HAE pasa de 4GJ a 6GJ por tonelada de acero.

5. Para más información sobre los diferentes valores de las MTDs en la industria, los lectores pueden consultar la AIE, 2007.

entre distintas plantas (Figura 5.8). Estas diferencias pueden ser explicadas a través de factores como economías de escala, el nivel de recuperación de energía, la calidad del mineral de hierro, el conocimiento práctico de las operaciones y el control de calidad. Una lista de indicadores útiles para este sub-sector debería incluir:

- El consumo total de energía primaria y final por tonelada de acero crudo (incluyendo el acabado)
- El consumo total de energía primaria y final por tonelada producida de acero en el AH/HBO
- El consumo total de energía final por tonelada de HRD (separado en procesos a gas o carbón)
- El consumo total de energía primaria y final por tonelada de acero de HAE (excluyendo acabado)
- Las emisiones directas totales de CO₂ por tonelada de acero crudo

Estos indicadores detallados deberían contar con definiciones consistentes para todos los países, así como considerar un cierto número de prácticas comunes en la industria. Estas prácticas incluyen el comercio generalizado de pellets de mineral de hierro, coque y residuos reciclables de acero, la venta de gas de altos hornos y de gas de hornos de coque para la generación eléctrica, el porcentaje de gas de coquería recuperado y utilizado in-situ, y el uso de subproductos de escoria como sustitutos para el Clinker de cemento. Sin embargo, en la actualidad no se cuenta con información desagregada de energía necesaria para construir estos indicadores de manera detallada. Tampoco existe información comparable para desarrollar indicadores para el laminado y acabado de acero a un nivel agregado. Es necesario un trabajo adicional para recopilar la información necesaria.

Cemento

Hay dos tipos básicos de procesos de producción de cemento y una extensa variedad de tipos de hornos. La producción de cemento se puede realizar mediante vía "húmeda" o vía "seca", dependiendo del contenido de agua en la materia prima. El proceso seco evita la necesidad de la evaporación de agua y consecuentemente es menos intensivo energéticamente (aproximadamente 3.0 GJ por tonelada de Clinker comparado con 4.2 GJ por tonelada de Clinker en las plantas eficientes). Hay otra gran diferencia entre los hornos de eje vertical y los hornos giratorios que son más eficientes. Hoy en día, los hornos secos giratorios más avanzados son bastante eficientes, utilizando aproximadamente de 2.9 GJ a 3.0 GJ por tonelada de Clinker.

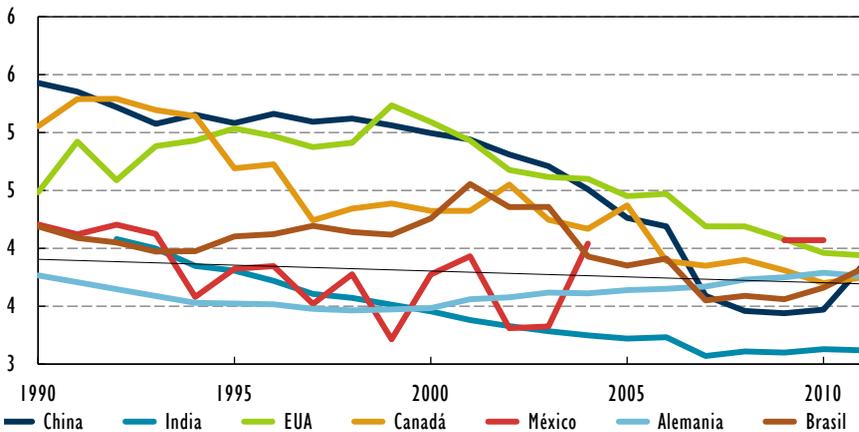
Dado que la producción de cemento es un proceso relativamente simple, con límites bien definidos del sistema y productos uniformes, se presta bien al análisis mediante indicadores. Un cierto número de indicadores puede ser fácilmente calculado para el Clinker (el producto parcialmente fundido del horno, que es la base para el uso en el cemento) y la producción de cemento para seguir el desarrollo a lo largo del tiempo. Estos incluyen:

- El consumo energético, incluyendo combustibles alternativos, por tonelada de Clinker

- El consumo eléctrico por tonelada de cemento
- La energía primaria equivalente total por tonelada de cemento
- Las emisiones totales de CO₂ (del proceso y las relacionadas con la energía) por tonelada de cemento
- El uso alternativo de combustibles en la producción de Clinker
- La relación entre el Clinker y cemento
- El calor residual recuperado por tonelada de Clinker
- Las emisiones de CO₂ por consumo energético (incluyendo electricidad) por tonelada de cemento

Quizás el indicador más importante desde el punto de vista de la eficiencia energética es el promedio de energía consumido por tonelada de Clinker producido. Este indicador muestra que la mayoría de los países ha experimentado una tendencia a la baja en la intensidad energética para la producción de Clinker entre 1990 y el 2011 (Figura 5.9). Esto se ha debido en gran parte a la transición de hornos de cemento desde el proceso húmedo al seco, acompañada por la sustitución de hornos secos de cemento viejos por hornos de última tecnología, los cuales utilizan precalentadores y precalcinadores.

Figura 5.9 • Consumo energético por tonelada de Clinker para distintos países



Fuente: CSI (Iniciativa para Sostenibilidad de Cemento) (2013), "Base de datos GNR (GettingtheNumbersRight)", Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, Génova; estimados de la AIE.

Cuando se interpretan los valores absolutos de la intensidad energética presentados hay que tener el debido cuidado. Es necesario hacer un trabajo adicional para refinar este indicador y asegurarse que las definiciones y los límites que se utilizan en todos los países son consistentes entre sí. Sin embargo, podría parecer que la India tuviese la producción de Clinker más eficiente, cercana al nivel más bajo del consumo térmico de los hornos secos más avanzados con precalentadores y precalcinadores. En China, el consumo energético promedio por tonelada de Clinker es aproximadamente 3.45 GJ por tonelada. La UE, Canadá y los Estados Unidos de América (EUA) utilizan alrededor de 3.8 GJ a 4.0 GJ por tonelada de Clinker.

Fabricación de papel y de productos de papel

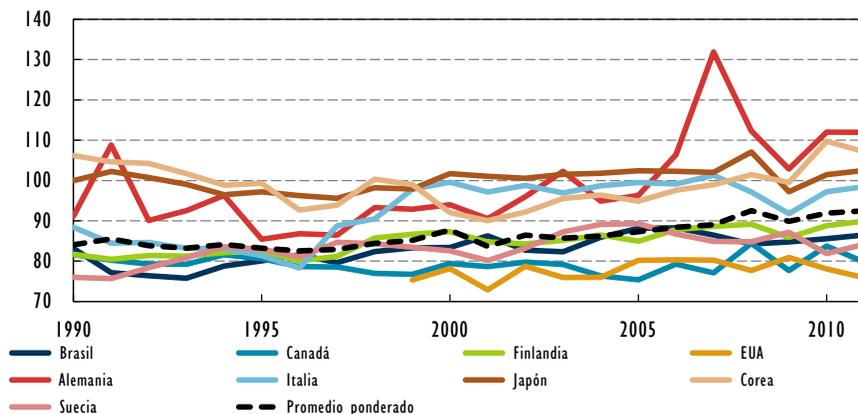
El consumo energético en la industria de la pasta y papel está dividido en una variedad de procesos de producción de pasta y producción de papel. Los principales procesos son:

- Fabricación química de pasta
- Fabricación mecánica de pasta
- Reciclaje de papel
- Producción de papel.

Idealmente, los indicadores de energía y CO₂ para este sub-sector deben ser desarrollados para cada categoría principal de producto e inclusive para categorías de subproductos (ya que el papel de calidad especial requiere más energía para ser producido que – por ejemplo - el cartón). Los indicadores de energía desarrollados por la AIE para el sub-sector de pasta y papel están concebidos para una comparación entre países de la intensidad energética en la industria de pasta y papel, y como una primera indicación de mejoras potenciales. La falta de información públicamente disponible sobre consumo energético a nivel de productos específicos hace inviable el cálculo de indicadores de procesos individuales, por lo cual se propone el uso de indicadores de productos agregados:

- Índice de eficiencia energética basado en el uso de combustible para calor de proceso
- Índice de eficiencia energética basado en el uso de electricidad (Figura 5.10)
- Índice de emisiones de CO₂

Figura 5.10 • Potencial de eficiencia eléctrica



La metodología para calcular un índice de eficiencia energética es el siguiente:

- Utilizar estadísticas de consumo de energía final de la AIE
- Definir un valor MTD para la producción mecánica de pasta, producción química de pasta, pasta de residuos de papel, pasta de residuos de papel con remoción de tinta y siete diferentes grados de papel

- Multiplicar volúmenes de producción por los MTD para calcular un mínimo práctico de consumo energético
- Dividir el consumo energético mínimo en la práctica por el consumo energético real (energía final).

El valor resultante es el índice de eficiencia energética para el sub-sector agregado de pasta y papel. El potencial de mejora en eficiencia energética es entonces calculado restando cien menos el índice de eficiencia energética.

Químicos y petroquímicos

Las industrias químicas y petroquímicas son muy diversas, con miles de compañías produciendo cerca de diez mil productos y en cantidades que varían desde unos pocos kilogramos hasta miles de toneladas y con muchos productos siendo fabricados con procesos tecnológicos similares. Debido a esta complejidad, no se dispone de información fiable respecto al consumo energético a nivel de procesos individuales. A su vez, más de la mitad del total de insumos de combustible en este sub-sector es utilizado en forma de materia prima, y por tanto, es considerado consumo no energético.

Aunque sería poco realista desarrollar indicadores individuales para cada uno de los productos de las industrias químicas y las petroquímicas, sí sería posible - en teoría - construir indicadores energéticos agregados para el sub-sector (excluyendo el uso de materias primas), junto con indicadores separados para los productos claves como el caso del amoníaco, etileno, propileno y benceno, tolueno, y xileno. Además, en algunos casos la producción de un mismo producto puede ser realizada en base a diferentes procesos, y estos tienen que ser tomados en cuenta.

Sin embargo, en la práctica los problemas de disponibilidad de información son significativos, y no siempre es posible diferenciar dentro del consumo energético reportado la energía correspondiente a las materias primas, lo cual hace difícil analizar el impacto que la calidad de las materias primas tiene en el consumo energético. La comparación de indicadores entre países y tecnologías de proceso no es obvia y puede ser malinterpretada ya que no todas las diferencias pueden ser acertadamente asignadas al potencial de ahorro de energía; por lo que se ha decidido aplicar un enfoque similar al de la industria de pasta y papel, desarrollando un indicador agregado (incluyendo materias primas) que compara el consumo energético real con los niveles de las MTD. La separación de las emisiones de CO₂ asociadas a los procesos de las relativas al uso de energía, ayuda también a analizar el potencial de reducción de emisiones de CO₂ de manera más realista.

Los volúmenes de producción de benceno, tolueno y xileno generalmente son divididos entre producción por cracking de vapor (más intensivo energéticamente) y extracción de nafta. Esta división puede ser calculada en base a los volúmenes de producción de etileno y la producción final de aromáticos en el cracking de vapor para las diferentes materias primas. De la misma forma, la producción de propileno puede dividirse también entre cracking de vapor y cracking de fluido catalítico.

Los indicadores energéticos para la industria química y petroquímica son diferentes a los de otros sub-sectores debido al contenido intrínseco de energía

y emisiones de carbono asociados al uso no-energético de las materias primas. Idealmente, los indicadores deberían ser desarrollados a nivel individual para productos y procesos, pero tal como sucede con el sub-sector de pasta y papel, la falta de información relacionada con el uso de energía hace inviable este enfoque. En cambio, se desarrollan indicadores de productos agregados tanto para energía (incluyendo consumo energético en forma de materias primas) y emisiones de CO₂ (incluyendo las emisiones vinculadas al uso de energía y las emisiones de procesos), en base a 42 de los productos más importantes, que representan más del 95% de toda la energía consumida en la industria química y petroquímica. Estos indicadores son:

- Consumo energético total, excluyendo uso eléctrico versus las MPT
- Consumo energético total, incluyendo uso eléctrico versus las MPT
- Total de emisiones de CO₂ incluyendo las de proceso versus las MPT

Dado a la naturaleza heterogénea del sub-sector químico y petroquímico, los indicadores de eficiencia actuales no son apropiados para la comparación entre países. Sin embargo, el seguimiento de su evolución a través del tiempo aporta información relevante sobre las tendencias de la eficiencia energética.

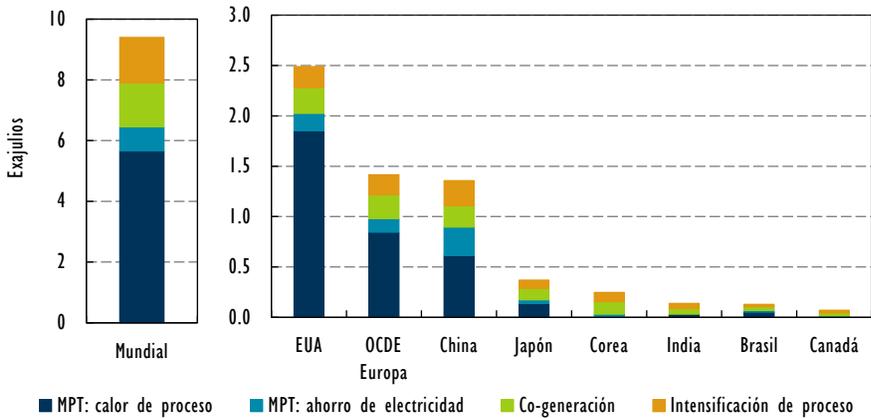
Tabla 5.4 • Potencial de mejora energética utilizando las MPT en el sub-sector de la industria química y petroquímica nivel global, 2009

	Excluyendo Electricidad				Incluyendo Electricidad			
	Total reportado (EJ)	MPT Total calculado (EJ)	Indicador de Eficiencia Energética	Potencial de mejora	Total reportado (EJ)	MPT Total calculado (EJ)	Indicador de Eficiencia Energética	Potencial de mejora
EUA	5.5	4.1	0.73	26.9%	6.3	4.3	0.68	31.9%
Japón	1.9	1.8	0.90	9.8%	2.1	1.8	0.84	15.8%
China	4.9	4.4	0.89	11.1%	6.1	4.4	0.73	27.3%
Alemania	1.1	1.0	0.93	7.1%	1.2	1.0	0.85	14.7%
Canadá	0.7	0.6	0.85	14.6%	0.7	0.5	0.82	18.1%
Holanda	0.7	0.5	0.69	31.1%	0.8	0.5	0.66	34.0%
Brasil	0.5	0.5	0.94	6.4%	0.6	0.5	0.83	17.1%
Taipei Chino	0.9	0.8	0.91	8.9%	1.0	0.8	0.82	18.3%
Italia	0.3	0.3	0.77	22.7%	0.4	0.3	0.69	31.1%
Mundial	32.5	27.8	0.86	14.4%	36.1	28.7	0.79	20.5%

Nota: Estos valores se basan en información remitida por los países sobre consumo real de energía y materia prima para el sector, y no deben ser considerados para comparación entre países debido a posibles diferencias en los límites definidos para reportar la energía. Sin embargo, estos indicadores pueden utilizarse para facilitar el seguimiento en el tiempo de los progresos en un país dado respecto a la eficiencia energética en el sub-sector de la industria química y petroquímica.

Los ahorros descritos aquí arriba en referencia al indicador de intensidad agregado corresponden solamente a los ahorros de energía que serían alcanzados implementado las MPT en los principales procesos de la industria química. Existen otras oportunidades dentro del sub-sector para lograr ahorros de energía a corto y medio plazo, incluyendo la intensificación/integración de procesos, co-generación, reciclaje y recuperación de energía (Figura 5.11).

Figura 5.11 • Potencial actual de ahorro de energía para las industrias químicas y petroquímicas basados en las MPTs, 2010



Aluminio

La producción de aluminio puede dividirse en producción primaria de aluminio y reciclaje. En comparación con el reciclaje, la producción primaria es aproximadamente 20 veces más intensiva energéticamente y representa la mayor parte del consumo energético para este sub-sector.

El aluminio primario es producido en tres pasos distintos:

- Extracción de bauxita (mineral)
- Refinado de alúmina
- Producción de aluminio

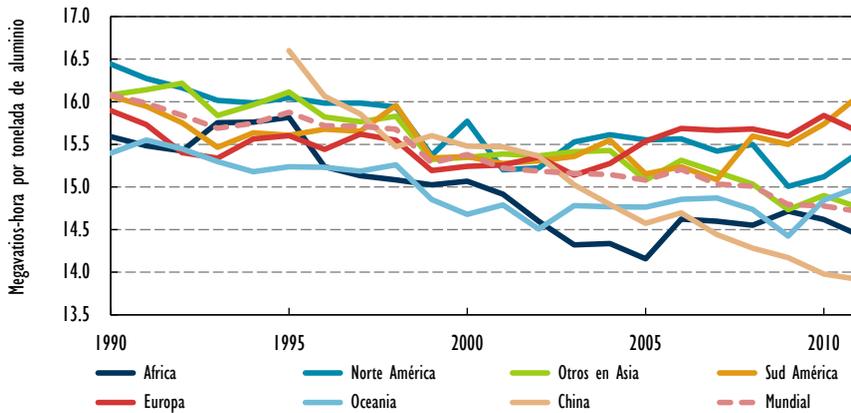
En principio sería posible construir indicadores de eficiencia energética y de CO₂ en relación a cada uno de estos pasos.

La mayor cantidad de energía consumida en las refinerías de alúmina es en forma de vapor. La calcinación (el secado) de la alúmina necesita grandes cantidades de calor a alta temperatura. Debido a la alta demanda de vapor, las plantas modernas integran sistemas de cogeneración.

Prácticamente toda la alúmina es producida con el proceso de Bayer, una combinación de extracción (digestión con soda cáustica) y calcinación. El combustible consumido en una planta Bayer varía entre 10 GJ/t de alúmina a 15 GJ/t de alúmina. Esto puede reducirse a 9,5 GJ/t mejorando la integración de calor, implementando la co-generación y mejorando los sistemas de co-generación.

La mejor práctica de uso de electricidad en una planta de alúmina es aproximadamente 203 KWh/t de alúmina. El consumo energético para la digestión varía entre 6,3 GJ/t de alúmina y 12,6 GJ/t de alúmina, mientras que el consumo de combustible para el horno de calcinamiento varía de 3,4 GJ/t en hornos estacionarios a 4,3 GJ/t de alúmina en hornos rotativos (Worrel y De Beer, 1991)

Figura 5.12 • Consumo eléctrico específico para la producción de aluminio por regiones



Fuente: IIA (Instituto Internacional de Aluminio) (2013). Producción de Aluminio Primario, IIA, Londres. Véase <http://www.world-aluminium.org/statistics/> por definiciones de agregación geográfica.

La electrólisis es el paso de la producción de aluminio más intensivo energéticamente, en el que se utilizan dos tipos principales de celdas para la electrólisis: el sistema de Hall-Héroult con ánodos precocidos, y el sistema más antiguo de celdas de Søderberg con electrodos cocidos in-situ. El consumo de electricidad en celdas de ánodos precocidos varía entre 13.000 kWh y 16.500 kWh por tonelada, mientras que las celdas de Søderberg consumen entre 15.000 kWh y 18.000 kWh por tonelada de aluminio (CE, 2001). El proceso de electrólisis de Hall-Héroult es una tecnología madura, pero aún es posible mejorar su productividad y comportamiento medioambiental. Debido a la alta intensidad de energía eléctrica, el consumo eléctrico específico es el indicador más importante en la producción de aluminio.

El uso promedio de electricidad a nivel mundial para la producción de aluminio primario en el año 2006 fue de 15.206 kWh por tonelada. Este promedio ha disminuido aproximadamente en un 0,4% por año durante los últimos 25 años. A nivel regional, los promedios para el 2012 oscilaron entre 13.844 kWh por tonelada de aluminio en China y 15,912 kWh por tonelada en Sudamérica. China es la región más eficiente debido a las nuevas plantas de producción, y dado el nivel de crecimiento de la capacidad en China - que actualmente representa más del 40% de la producción global - esto ha causado una aceleración en el ritmo de mejora en la eficiencia energética global para el sector con un ritmo aproximado del 0,7% por año a lo largo del periodo 2006-2012.

5 Indicadores adicionales que explican cambios en el consumo energético de la industria

Hay varios indicadores adicionales que pueden ayudar a comprender las tendencias del consumo energético de la industria y dar una visión sobre las tendencias futuras que podría seguir el sector.

Tabla 5.5 • Descripción de indicadores adicionales: Sector industrial

Indicador	Información necesaria	Propósito	Limitación
Consumo energético total de la industria por fuente de energía	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo energético total por fuente de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visión de efectos del mix de energía final sobre el consumo de energía final total. • Visión de las tendencias de emisiones de CO₂. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observar las tendencias energéticas no necesariamente resulta en avances (o retrocesos) en eficiencia energética • Un elemento, entre muchos otros, que influyen en las tendencias de consumo energético. • Puede ser atribuido a cambios en los precios de los combustibles, a cambios estructurales de la industria, a cambios de procesos, y a la implementación de políticas ambientales que favorecen el uso de combustibles más limpios.
Consumo energético en los sub-sectores de la industria y por tipo de fuente de energía	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo energético por sub-sectores de la industria y por tipo de fuente de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar el rol que el mix de energía juega en las tendencias de consumo energético en cada sub-sector. • Visión de tendencias de emisiones de CO₂. • No son influenciados por la estructura de la industria cuando se desarrollan de manera desagregada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observar las tendencias energéticas no necesariamente resulta en avances (o retrocesos) en eficiencia energética • Influenciado por cambios en los precios relativos de los combustibles, por cambios de procesos de la industria y por la implementación de legislación medioambiental. • Influenciado por la estructura de la industria si se desarrolla a nivel agregado.
Composición del valor añadido de la industria (en moneda constante)	<ul style="list-style-type: none"> • Valor añadido en moneda constante por sub-sector de la industria 	<ul style="list-style-type: none"> • Proveer información importante en relación a cada sub-sector. • Visión sobre los impactos estructurales del sub-sector de la industria sobre el consumo energético. • Información cualitativa para explicar las tendencias en el consumo energético. 	<ul style="list-style-type: none"> • El valor añadido es influenciado por una amplia gama de efectos de precios independientes de los cambios en el nivel de producción física. • La composición del valor añadido de la industria puede esconder cambios estructurales importantes dentro del sub-sector industrial. • No proporciona un nexo entre el valor añadido y la energía necesaria para cuantificar el impacto de los cambios estructurales.

6

Descomposición de los cambios en la demanda energética del sector industria

Aunque los mejores indicadores para apoyar el desarrollo de políticas y comparar países son los que se encuentran en el nivel 3 de la pirámide, una descomposición del sector al nivel 2 proporciona una visión importante de las tendencias de consumo energético y en qué medida la evolución ha estado influenciada por cambios estructurales. Si se dispusiera de más información detallada sobre el consumo energético y el valor añadido, sería posible refinar el análisis de descomposición.

Tabla 5.6 • Resumen de las variables utilizadas para el análisis de descomposición del consumo energético de la industria

Industria		Actividad (A)	Estructura (E)	Intensidad (I)
CIU 10-12	Productos alimenticios, bebidas, productos del tabaco	Valor añadido	Proporción del valor añadido	Energía/valor-añadido
CIU 17	Papel y productos del papel	"	"	"
CIU 20-21	Químicos y productos químicos	"	"	"
CIU 23	Productos minerales no metálicos	"	"	"
CIU 24	Metales básicos	"	"	"
CIU 25-28	Productos metales fabricados, maquinaria y equipos	"	"	"
CIU 10 a 32, excluyendo CIU 19 y todas las mencionadas anteriormente	Otras industrias	"	"	"

Para un grupo de 20 países de la AIE (AIE20), sobre el cual se dispone de información consistente, ha ocurrido un fuerte desacoplamiento entre el consumo energético y la producción (medida por el valor añadido). A pesar de un incremento del 39% en la producción, el consumo energético final en el sector de la industria del AIE20 se incrementó solamente 5% entre 1990 y el 2010. Además, el análisis muestra que los avances en la eficiencia energética (medidos por los cambios en las intensidades ajustadas según la estructura) fueron el factor principal limitante del crecimiento del consumo energético en muchos países (Figura 5.13). Sin los ahorros de energía resultantes de estas mejoras, el consumo energético en los países de la AIE20 hubiera sido un 21% más alto en el 2010. Esto representa un ahorro de energía de 7,3 EJ en el 2010, que es equivalente a 520 Mt de emisiones evitadas de CO₂ en el último año.⁶

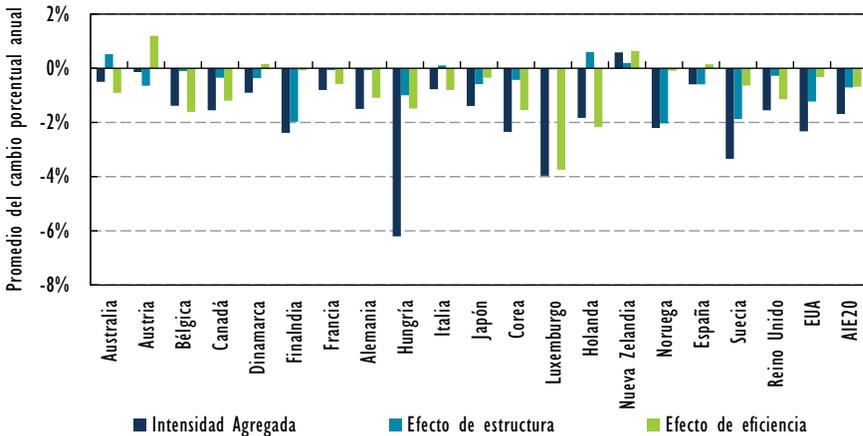
6. La descomposición de los resultados analizados incluida en este manual fue calculada basada en la metodología de descomposición de índices Simple de Laspeyres. Véase anexo A por más detalles de la metodología de análisis de descomposición.

Cuadro 5.5 • Análisis de descomposición considerando el factor de utilización y otras bases de actividad

La reciente crisis económica ha tenido un gran impacto sobre la intensidad energética en el sector industrial. En respuesta a la disminución de la demanda de productos industriales, en muchas partes del mundo las fábricas más antiguas y/o menos eficientes han tenido que cerrar. El resultado fue una mejora en la eficiencia energética global de la industria. En otros casos, las fábricas no necesariamente fueron cerradas, sino que se disminuyó el nivel de producción, disminuyendo por tanto el factor de utilización. Esta reducción en la capacidad operativa generalmente resultó en un aumento de la intensidad energética, dado que algunos procesos necesitan la misma cantidad de energía para distintos niveles de producción, o difícilmente pueden ser detenidos y reiniciados.

En Canadá se calcula el impacto de los cambios en el factor de utilización para la industria. Durante la reciente crisis económica, entre el 2008 y el 2009, la intensidad energética (consumo energético/PIB) se incrementó en un 6,8% mientras que el factor de utilización cayó del 77,8% al 72,1%. El análisis de descomposición indica que la caída en el factor de utilización tuvo un impacto dramático en la intensidad energética, mitigando las ganancias a un 5,5% desde el 1990 al 2009. En el 2011, con el factor de utilización recuperado al 79%, las ganancias en intensidad también volvieron a los niveles anteriores a la recesión del 12%. Tales resultados destacan la necesidad de considerar los cambios en el factor de utilización al descomponer los cambios del consumo energético industrial.

Figura 5.13 • Descomposición de cambios en intensidades energéticas industriales, 1990 a 2010



Unos pocos países han demostrado resultados diferentes a las tendencias generales. Por ejemplo, en Finlandia, Noruega y Suecia, los cambios estructurales fueron el principal factor limitante del crecimiento en el consumo energético. Para el caso de Finlandia y Suecia, este efecto fue incrementado debido al fuerte descenso de la

intensidad ajustada según la estructura. En contraste con esto, en Noruega hubo un aumento en la intensidad ajustada según la estructura, pero dado que la industria se desplazó hacia una estructura menos intensiva energéticamente, hubo un descenso en la intensidad energética agregada. Dinamarca y España también mostraron aumentos en la intensidad ajustada según la estructura. En el caso de Dinamarca esto fue en gran parte debido a un aumento en la intensidad energética en los sub-sectores de la alimentación y bebidas, y de los minerales no-metálicos, mientras que en España el aumento en la intensidad energética del sub-sector químico fue un factor de gran importancia.

7

Información y evaluación de políticas en el sector industrial

Existen muchas opciones disponibles para mejorar la eficiencia energética de la industria, incluyendo el mantenimiento y acondicionamiento de maquinaria, reconversión o sustitución de tecnologías obsoletas, mejora en la integración de procesos al rediseñar y racionalizar los procesos, reutilización y reciclaje de productos y materiales, o mejora en los controles de proceso para aumentar la productividad del proceso a través de la minimización de las tasas de rechazo de productos y/o la maximización del rendimiento de la producción. El alto porcentaje de los costes de la energía en relación a los costes globales de la industria a menudo estimula al sector a implementar muchas de estas opciones de eficiencia como parte usual de las prácticas empresariales.

Sin embargo, en muchos casos la implementación de opciones de eficiencia no llega a ser técnicamente viable - y a menudo tampoco económicamente viable - debido a una serie de aspectos, entre los que se incluyen:

- fallos en el reconocimiento de los impactos positivos de la eficiencia energética en la rentabilidad
- umbral reducido de retorno de la inversión y acceso limitado al capital
- baja aceptabilidad pública de los procesos de producción no convencionales
- amplia gama de fallos de mercado como son la separación de incentivos, acceso limitado a la información, políticas fiscales y regulatorias distorsionadas, y subsidios a la energía.

Como resultado, los gobiernos han puesto en marcha una amplia variedad de respuestas a través de políticas que intentan abordar estos problemas. Estas políticas incluyen estándares de eficiencia para equipos de procesos, requerimientos de gestión energética, objetivos de reducción del consumo energético, implementación de MTDs para nuevos aumentos de capacidad, incentivos financieros, incentivos fiscales, impuestos a la energía y a emisiones de carbono, desarrollo de capacidades, y capacitación.

Importancia de la información complementaria

Los indicadores más allá del nivel 3 son el núcleo de la información del programa, y conforman un marco contextual esencial para la información complementaria. Sin embargo, casi siempre necesitan ser complementados con información sobre

tecnología, disponibilidad de recursos, y producción. Generalmente, la capacidad de cualquier indicador para brindar información en cuanto a políticas mejora a medida que se acerca a las fuerzas motrices subyacentes a la producción. Es necesario cerciorarse que los indicadores utilizados reflejen adecuadamente los factores que influyen los resultados que tienen por objeto las políticas en cuestión.

Aunque los indicadores de eficiencia energética proporcionan una buena base para el desarrollo y seguimiento de las políticas, se requiere información complementaria para realizar una evaluación detallada de las políticas (Tabla 5.7).

Tabla 5.7 • Información complementaria para informar las políticas en la industria

Políticas e índices típicos del nivel 4	Necesidad de información complementaria	Indicadores complementarios
Estándares mínimos de eficiencia energética (EMEE) para equipos de proceso <ul style="list-style-type: none"> Entrada de energía / salida de energía 	<ul style="list-style-type: none"> Stock de equipos y datos de venta. Coste-beneficio de las políticas. 	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad y tipo de equipamiento, utilización y demanda asociada de energía. Antigüedad del equipo.
Gestión energética y benchmarking <ul style="list-style-type: none"> Ahorro de energía Intensidad energética 	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación del contexto industrial. Alcance definido para el programa, ya sea para grandes empresas o para pequeñas y medianas empresas. 	<ul style="list-style-type: none"> Rendimientos energéticos pre y post cambios. Valores de la inversión y períodos de retorno. Rendimiento energético ex-ante.
Reciclaje <ul style="list-style-type: none"> Tasa de papel recuperado Recuperación de plásticos post-consumo Disponibilidad de residuos (aluminio, hierro y acero) 	<ul style="list-style-type: none"> Niveles de consumo/producción. Tasa de reciclaje. Evaluación técnica de la tasa viable de reciclaje. 	<ul style="list-style-type: none"> Tendencias en la demanda de materiales. Calidad de los materiales.

Los analistas deberían considerar también que los procesos industriales pueden variar dependiendo de la disponibilidad y calidad de combustibles y materias primas. Por ejemplo en la India, el carbón local no es adecuado para producir coque, pero sí puede utilizarse para la producción de HRD y por lo tanto ese país tiene alta proporción de la ruta menos eficiente de producción por vía HRD como resultado de la baja calidad del recurso energético y la falta de disponibilidad de residuos reciclables de hierro. En el sub-sector de la industria química, la opción y disponibilidad de materia prima también determinará el nivel del potencial de reducción del consumo energético. Las tecnologías de proceso en base a gas natural normalmente necesitan menos energía de proceso que aquellas tecnologías en base a otras materias primas como petróleo o carbón.

Desarrollo de Indicadores para el Sector Transporte

El sector transporte incluye el movimiento de personas y mercancías en las modalidades de transporte por carretera, ferroviario, marítimo/fluviál y aéreo. La información para cada una de esos modos se desglosa además por tipo de combustible. Tanto los movimientos a través de gasoductos, oleoductos, etc., como el transporte internacional aéreo y marítimo se excluyen de este análisis.

El consumo energético del sector transporte está condicionado por una amplia gama de factores, los cuales difieren según los segmentos pasajeros y mercancías. Como resultado, las tendencias respecto a la energía y a la eficiencia para pasajeros y mercancías se calculan por separado, por lo que serán presentados en distintas secciones.

Preguntas y Respuestas

P1. ¿Por qué se excluyen del sector transporte los consumos energéticos asociados a los gasoductos, oleoductos, suministros a barcos internacionales (bunkers), el transporte marítimo y aéreo?

El consumo energético utilizado en estas categorías suele cruzar varias fronteras territoriales. Resulta muy difícil atribuir a un único país o región el consumo energético asociado al transporte transfronterizo, y por lo tanto se les excluye del análisis de indicadores de eficiencia energética en el transporte.

P2. ¿A qué refiere el turismo de gasolinera?

Los balances energéticos nacionales contabilizan las ventas de combustible en cada país de forma individual. En aquellos países donde existe una diferencia considerable de precio entre países vecinos, puede ocurrir el llamado “turismo de gasolinera”, o en otras palabras, el comercio transfronterizo, lo que puede inducir que las ventas en un determinado país no reflejen fielmente la actividad de transporte de dicho país. Sin alguna forma de ajuste, cualquier indicador que se base en estos números no sería significativo. Este problema se presenta tanto para el transporte de pasajeros como el de mercancías.

P3. ¿A qué se debe la necesidad de hacer una distinción entre transporte de pasajeros y de mercancías?

El transporte de pasajeros y de mercancías tiene muy diferentes motivaciones, organizaciones y fuerzas motrices del desarrollo, y por tanto deben ser examinados en forma separada para poder entender los principales factores que explican el consumo en cada caso.

P4. ¿Cómo se contabiliza el consumo energético asociado a vehículos pesados (todo-terrenos, tractores, etc.), en los que no se transporta pasajeros ni mercancías?

Esta modalidad de transporte se contabiliza en otros sectores (p.ej.: residencial, servicios, industria). El principal propósito de este tipo de vehículos no es el de movilizar personas o mercancías, sino utilizar maquinaria para otras operaciones (p.ej.: tractores, excavadoras).

P5. ¿Se incluyen en este sector las infraestructuras relacionadas con el transporte como es el caso de estaciones ferroviarias o aeropuertos?

No, el consumo energético de las infraestructuras relacionadas con el transporte se incluye dentro del sector servicios. Este consumo energético se describe más como consumo energético de los edificios que como consumo del sector transporte.

Las tendencias en el consumo energético por modos de transporte varían significativamente entre países y regiones. En promedio, el crecimiento en países no pertenecientes a la OCDE (100%) fue superior al de los países pertenecientes a la OCDE (26%). El gran aumento en países no pertenecientes a la OCDE puede ser atribuido en parte al rápido crecimiento económico de varios países importantes, lo que lleva a un incremento de la renta disponible, una mayor cantidad de propietarios de vehículos, y un aumento en la necesidad del transporte de mercancías. De los países y regiones analizados, los países no pertenecientes a la OCDE en Europa y Eurasia son las únicas regiones que muestran una disminución del consumo energético entre 1990 y 2011, debido a la reestructuración económica que tuvo lugar a principios y mediados de la década de 1990.

Entre 1990 y 2011 el consumo de energía para transporte creció en casi un 55% hasta alcanzar 102 exajulios (EJ) (excluyendo suministros a barcos internacionales (bunkers)), y fue el sector de uso final de más rápido crecimiento. En 2011, el 27% del consumo final total a nivel mundial se debió al consumo energético en el sector transporte. Las emisiones de CO₂ asociadas al mismo crecieron ampliamente en línea con este incremento en el consumo energético hasta alcanzar 6,8 gigatoneladas de dióxido de carbono (GtCO₂). El transporte por carretera es con diferencia el mayor consumidor de energía y alcanzó el 90% del total del consumo energético del transporte en 2010. Es también quien más contribuye al aumento en el consumo energético del transporte. Mientras que el consumo de los otros modos creció tan solo un 5% entre 1990 y 2010, el consumo energético del transporte por carretera experimentó un salto de 55%.

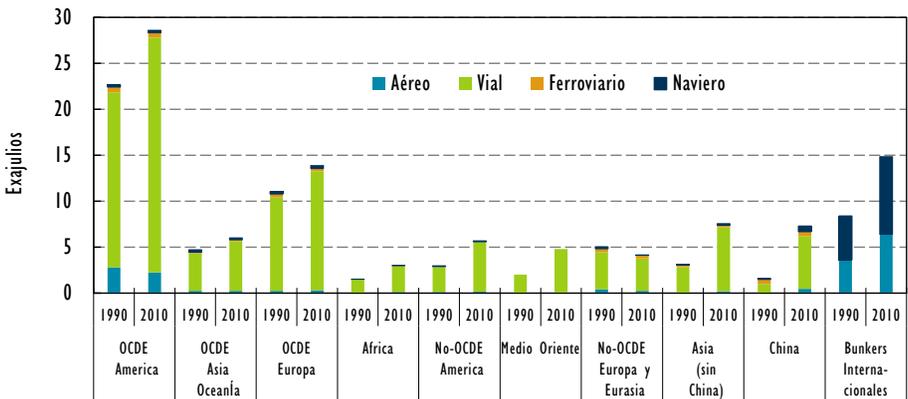
Cuadro 6.1 • Eficiencia energética en el sector transporte: Eficiencia del sistema versus eficiencia del vehículo

Definir la eficiencia energética en el sector transporte no es tan sencillo. Muchas medidas pueden llevar a reducciones del consumo energético y de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). En cuanto a los indicadores, el análisis de la eficiencia energética se dirige a la medición de la eficiencia de vehículos o de modos de transporte específicos. Así, los indicadores agregados tales como el consumo de energía por pasajero-kilómetro (energía/pkm) o tonelada-kilómetro (energía/tkm) son definidos como “indicadores de intensidad”.

Sin embargo, un cambio modal podría ser interpretado como eficiencia cuando se evalúa el sistema de transporte en su conjunto. Incluso en el caso en que la eficiencia energética específica de cada vehículo no mejore, es posible utilizar el sistema de transporte de manera más eficiente mediante la adopción de un modo de transporte que sea relativamente más eficiente (por ejemplo, utilizando el transporte público en lugar de los vehículos privados).

Elegir qué indicadores son más útiles dependerá de la cuestión política a la cual se quiera dar respuesta. Por ejemplo, el seguimiento a las políticas de ahorro de combustible requerirá el desarrollo de indicadores de eficiencia energética a nivel del tipo de vehículo, pero el seguimiento al impacto de las políticas que promuevan el uso del transporte público requerirá el uso de indicadores de intensidad.

Figura 6.1 • Consumo energético por modos de transporte



Nota: Toda la navegación internacional y aviación están incluidas en las últimas barras, y son consideradas por separado como una región. En consecuencia, sólo la navegación doméstica aérea y marítima se considera dentro de cada región o país. Para el resto del análisis, los suministros a barcos internacionales (bunkers) han sido excluidos.

A) Desarrollo de indicadores para el segmento de transporte de pasajeros

El transporte de pasajeros incluye la movilidad de personas en el transporte por carretera, ferroviario, marítimo/fluvial y aéreo. El transporte por carretera se subdivide a su vez en vehículos de 2 y 3 ruedas, vehículos livianos de pasajeros y autobuses. Solamente se incluye el transporte aéreo doméstico; el transporte aéreo internacional no se considera.

1 ¿Qué es lo que impulsa el consumo energético en el sector de transporte de pasajeros?

Las tendencias de energía en el transporte de pasajeros están dadas por los cambios en la población y su densidad, extensión del uso de la tierra, infraestructura de transporte, hábitos de viaje, nivel de ingresos, tasa de equipamiento de vehículos, tasa de ocupación de vehículos, preferencias de los consumidores, y el consumo medio de combustible.

De modo general, a efectos de desarrollar indicadores de eficiencia energética en el transporte de pasajeros, las principales variables de actividad consideradas para explicar las tendencias del consumo energético son los pasajero-kilómetro y los vehículo-kilómetros.

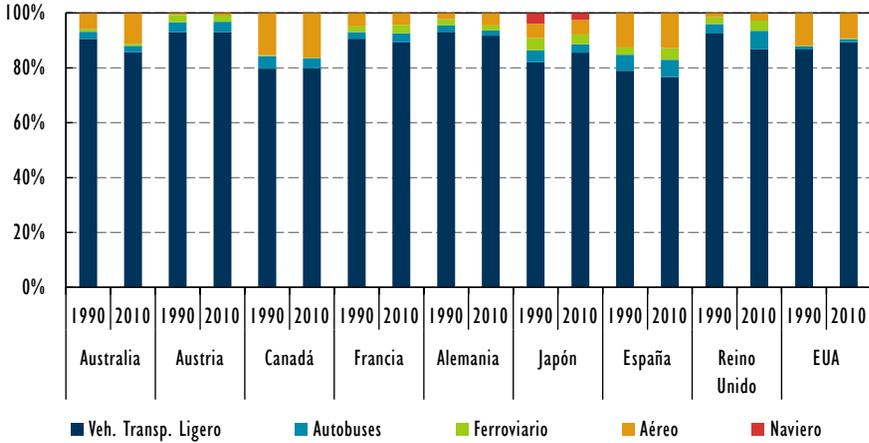
2 ¿Cómo se consume la energía y cómo ha evolucionado recientemente?

La desagregación necesaria para desarrollar indicadores para el sector de transporte de pasajeros está disponible solamente para 15 países miembros de la AIE.¹ Por tanto, los ejemplos presentados para este sector refieren a esos países.

La participación de los diferentes modos de transporte de pasajeros en el consumo final de energía se ha mantenido relativamente estable desde 1990. Los Vehículos de Transporte Ligero (VTLs) – vehículos de 4 ruedas para uso personal con hasta 8 asientos (incluyendo automóviles, mini-furgonetas, vehículos deportivos utilitarios [VDUs] y camionetas de uso personal) –, son con diferencia los principales consumidores de energía en todos los países analizados, representando en promedio el 88% del consumo energético total del transporte de pasajeros. Aproximadamente, el 8% del consumo energético del transporte de pasajeros fue para viajes de vuelos domésticos, con el porcentaje restante concentrado en el consumo de autobuses, trenes de pasajeros y embarcaciones de pasajeros. Hay un vínculo muy fuerte entre el consumo energético y las emisiones debido a la casi total dependencia de combustibles derivados del petróleo para los VTLs, autobuses y aeronaves.

1. Se dispone de datos de transporte de pasajeros para Australia, Austria, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Italia, Japón, Holanda, Nueva Zelanda, España, Suecia, Reino Unido y Estados Unidos de América.

Figura 6.2 • Consumo energético para transporte de pasajeros por modos en varios países



El transporte de pasajeros continúa siendo extremadamente dependiente de los derivados del petróleo, lo que constituye el 93% del consumo energético final. El mix de combustibles en el transporte de pasajeros ha experimentado algunos cambios importantes en años recientes. Lo más significativo ha sido el aumento en el consumo de diesel para automóviles en Europa. En consecuencia, la participación del diesel en el consumo energético del transporte de pasajeros en los países de la AIE15 ha aumentado desde el 8% en 1990 al 15% en 2010. En algunos modos de transporte de pasajeros ha habido un cambio notable del uso de derivados del petróleo.

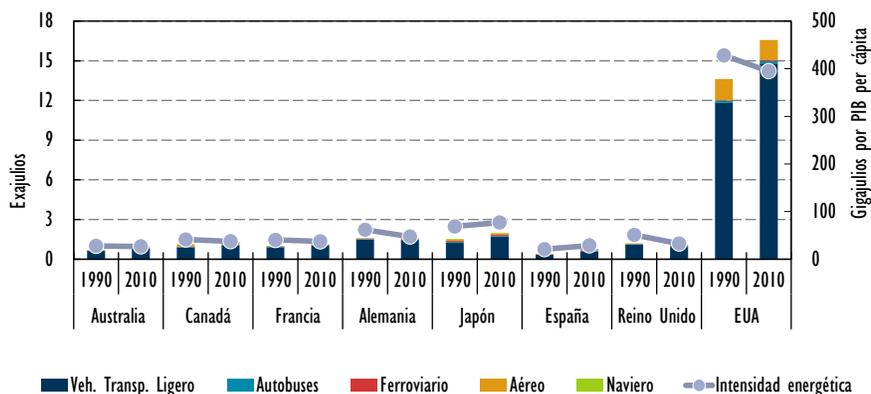
Dado que no hay un gran cambio en el mix de combustible de un año al siguiente, las tendencias de las emisiones de dióxido de carbono en el sector transporte siguen de cerca las tendencias del consumo energético. Los fines y limitaciones identificados para los indicadores de eficiencia energética también se aplican a los indicadores de CO₂.

Al examinar el consumo energético en el transporte de pasajeros en base al producto interno bruto (PIB) per cápita se revelan diferencias importantes entre países tanto en los niveles como en las tendencias. El consumo energético por PIB per cápita en muchos países se mantuvo relativamente estable o incluso disminuyó en el período. En contraste, España vio claros aumentos en su energía por PIB per cápita, principalmente debido a un fuerte aumento en el uso de automóviles. La energía por PIB per cápita en Estados Unidos de América (EUA) es la más alta en los países de la AIE15, reflejando una combinación de mayores distancias recorridas y vehículos más grandes y pesados. Las emisiones de CO₂ del transporte de pasajeros muestran una tendencia similar.

A efectos de entender mejor las tendencias en energía y emisiones, es necesario examinar el vínculo con las fuerzas motrices. La actividad de transporte de pasajeros, medida en pasajeros-kilómetro (pkm), se incrementó en forma continua entre 1990 y 2010 en los países AIE15. Los aumentos más fuertes en el consumo energético asociado a los viajes se dieron en España y Nueva Zelanda. Los VTLs dominaron

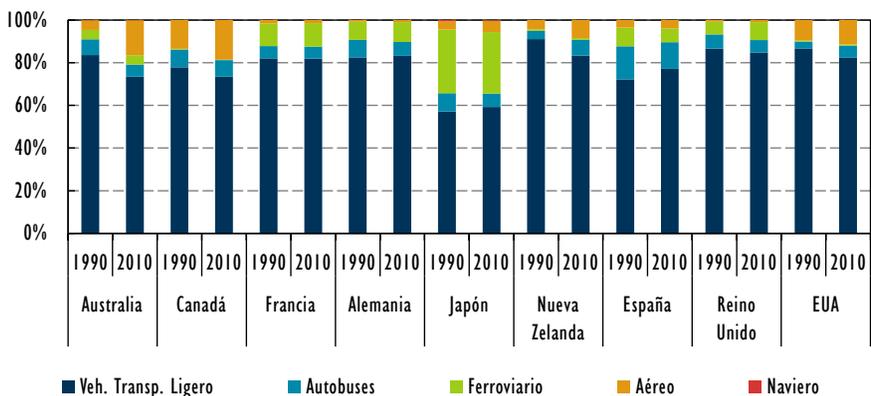
claramente el espectro modal en los países de la AIE15. En promedio, representaron el 82% del total de pasajeros-kilómetro en 1990 y 78% en 2010. Así y todo, la participación de los distintos modos de desplazamiento es diferente para cada país, reflejando la diversidad de características demográficas y geográficas, así como los diferentes niveles de disponibilidad de transporte urbano e interurbano.

Figura 6.3 • Consumo energético del transporte de pasajeros y energía por PIB per cápita



Como puede verse en la Figura 6.4, el mix modal de los viajes de pasajeros ha cambiado muy poco desde 1990. El transporte aéreo ha aumentado más rápidamente que cualquier otro modo, pero los VTLs todavía siguen dominando en la participación modal en el transporte de pasajeros. En particular, la velocidad del viaje influye de manera decisiva sobre el modo (cuánto y cómo) en que las personas eligen viajar.

Figura 6.4 • Participación por modos en el transporte total de pasajeros



3

Cómo priorizar el desarrollo de indicadores para el transporte de pasajeros

Una de las dificultades en el sector transporte es que el consumo energético está disponible únicamente como tal en los balances energéticos, y no se diferencia entre transporte de pasajeros y de mercancías. Por lo tanto, es necesario como primer paso desarrollar indicadores significativos que permitan elaborar una desagregación del consumo de energía total del transporte diferenciando entre pasajeros y mercancías. A efectos de asegurar la coherencia de la información, en la AIE se están llevando a cabo diferentes iniciativas de verificación que combinan enfoques tipo *top-down* (a través de los cuestionarios de consumo energético) con otros de tipo *bottom-up* (en base al parque de vehículos, recorridos y consumo de combustible). Hasta ahora este balance se ha completado para 44 países.

Una vez que el primer nivel de desagregación se ha realizado, la decisión sobre qué indicadores desarrollar y a qué nivel hacerlo dependerá en gran medida de la información disponible, la estructura del sector, y la pregunta a la cual deba darse respuesta. Es previsible que para la mayoría de los países la prioridad sea desarrollar información más detallada para el segmento carretera, dada la alta penetración de este modo en el transporte total de pasajeros. El nivel al cual el segmento carretera es desagregado depende también de la situación y especificidades propias del país. Para la mayoría de los países asiáticos, los vehículos de 2 y 3 ruedas son la forma de transporte más utilizada, mientras que para la mayoría de los países nórdicos esta modalidad representa tan sólo un porcentaje marginal del mercado.

Figura 6.5 • Pirámide detallada de indicadores del sector transporte



Para una pirámide alternativa véase el Anexo F

4 Desarrollo de indicadores por nivel de la pirámide

La Tabla 6.1 resume todos los indicadores descritos en el sub-sector de transporte de pasajeros y proporciona una idea general de la utilidad de los indicadores. Esta tabla coincide con el análisis sobre indicadores disponible en *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Tabla 6.1 • Resumen de indicadores utilizados en el sector transporte de pasajeros

Indicador	Cobertura	Datos energéticos	Datos por actividad	Código	Indicador recomendado
Consumo energético del transporte de pasajeros por PIB/persona	Global	Consumo energético total del transporte de pasajeros	PIB; Población total	P2a	
Consumo energético del transporte de pasajeros por vehículo-kilómetro	Global	Consumo energético total del transporte de pasajeros	Número total de vkm en el transporte de pasajeros	P2b	
	Por modalidad/tipo de vehículo para pasajeros	Consumo energético del transporte de pasajeros por modalidad/tipo de vehículo A	Número de vkm del modalidad/tipo de vehículo A de pasajeros	P3a	
Consumo energético del transporte de pasajeros por pasajero-kilómetro	Global	Consumo energético total del transporte de pasajeros	Número total de pkm	P2c	
	Por modalidad/tipo de vehículo para pasajeros	Consumo energético del transporte de pasajeros por modalidad/tipo de vehículo A	Número de pkm modalidad/tipo de vehículo A de pasajeros	P3b	☺

Indicadores del nivel 1

Intensidad energética para el transporte agregado de pasajeros

Definición: Cantidad de energía consumida en el transporte total de pasajeros por pasajero-kilómetro o por PIB per cápita. El indicador preferido es el consumo energético por pasajero-kilómetro.

Las tendencias en la intensidad energética (energía/pkm) se ven influenciadas por la intensidad energética de cada modo de transporte y de su penetración en un país dado. En la mayoría de los países el consumo energético por pasajero-kilómetro está disminuyendo. Las mejoras de eficiencia energética de los modos de transporte compensan el impacto asociado a la creciente participación del transporte aéreo y en vehículo privado, que son más intensivos. Las excepciones son Japón, Dinamarca, Holanda, España, y los EUA, donde el consumo energético por pasajero-kilómetro ha aumentado. En el caso de Japón esto puede ser atribuido tanto a la caída en el uso del transporte ferroviario (como resultado que las personas optan por el vehículo privado) como al aumento de la intensidad energética de los vehículos privados impulsada por una migración hacia vehículos más grandes (al menos hasta años recientes), lo cual en conjunto contrarresta las mejoras en eficiencia energética.

Figura 6.6 • Ejemplo de indicador del nivel 1 para algunos países: Consumo energético del transporte de pasajeros en pasajero-kilómetro

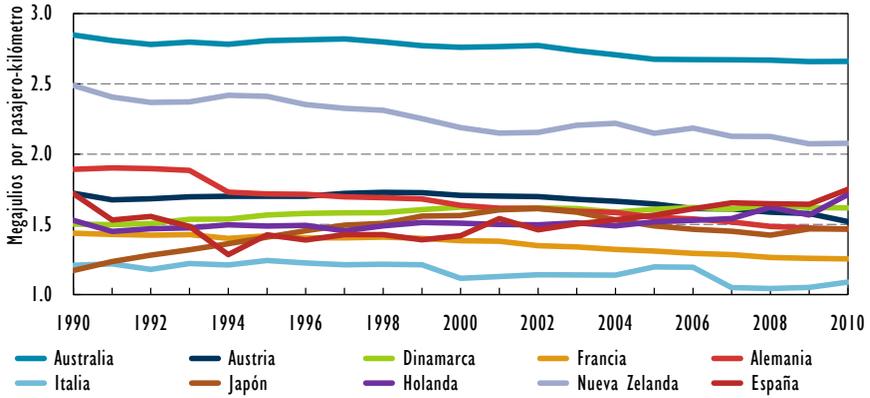


Tabla 6.2 • Descripción de indicadores del nivel 1

Indicador	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Consumo de energía para transporte de pasajeros por pasajero-kilómetro	<ul style="list-style-type: none"> Total del consumo de energía para transporte de pasajeros. Total de pasajero-kilómetros. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una visión general de la tendencia en intensidad energética agregada. Toma en cuenta el número de pasajeros que están viajando – la “eficiencia de uso” (p.ej.: usar un vehículo para transportar tres personas es más eficiente que usar tres vehículos). Proporciona una visión del impacto por cambio de modalidad. 	<ul style="list-style-type: none"> No mide mejoras de eficiencia energética. La importancia relativa de cada modo de transporte está integrado en el indicador y es difícil de descomponer. Influenciado por muchos factores no relacionados con la eficiencia energética tales como la red de transporte público, titularidad de VLP, densidad de población, y patrones de viaje.
Consumo de energía para transporte de pasajeros por PIB per cápita	<ul style="list-style-type: none"> Total de consumo de energía para transporte de pasajeros. PIB y población total. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una visión del efecto que tiene un cambio del nivel de bienestar sobre el consumo energético para transporte de pasajeros. 	<ul style="list-style-type: none"> No mide mejoras de eficiencia energética. La importancia relativa de cada modo de transporte está integrado en el indicador y es difícil de descomponer. Influenciado por muchos factores no relacionados con la eficiencia energética tales como la red de transporte público, tenencia de VTL, densidad de población, y patrones de viaje.

Uso de indicadores del nivel 1: Proporcionan una idea general sobre la tendencia de la intensidad global del transporte de pasajeros. Es posible adquirir una visión más profunda sobre los factores que impulsan el cambio si se utiliza también la participación de los distintos modos de transporte de pasajeros.

Relevancia para el desarrollo de políticas: Dada la cantidad de factores que influyen en estos indicadores, no es posible alcanzar ninguna conclusión respecto a dónde se pueden obtener mejoras en la eficiencia y dónde se requiere más atención.

Comparación entre países: La comparación entre países basada en este indicador podría ser engañosa, dado que está condicionado no sólo por la intensidad de los diferentes modos de transporte, sino también por el nivel de equipamiento y por las preferencias respecto al modo de transporte, entre otros factores.

Disponibilidad y fuentes de información: Se dispone de muy poca información para este nivel tan agregado. Un mayor detalle sobre los métodos de obtención de esta información se proporciona en la publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Indicadores del nivel 2

Intensidad energética del transporte de pasajeros según el modo de transporte

Definición: Para cada modo de transporte (carretera, ferroviario, marítimo o aéreo), se refiere a la cantidad de energía consumida por pasajero-kilómetro.

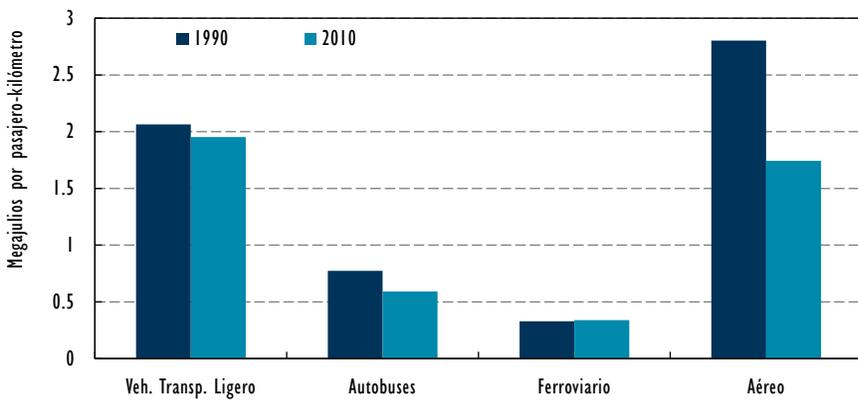
La intensidad de energía final de la mayoría de los modos de transporte de pasajeros, expresada como consumo de energía por pasajero-kilómetro, ha experimentado una disminución o un cambio leve entre 1990 y 2010. La intensidad del transporte aéreo mostró la mayor reducción con un 38% (Figura 6.7), lo que puede ser atribuido a la combinación de muchos factores.

La eficiencia energética de los motores de propulsión de las aeronaves ha estado mejorando gracias a los significativos avances en la dinámica de fluidos computacional, materiales avanzados y el desarrollo de herramientas software para el diseño de motores. El uso creciente de materiales ligeros (p.ej.: materiales compuestos) ha resultado en menores requerimientos de carga. El aumento en los factores medios de carga ha disminuido la intensidad energética de manera efectiva: El hecho de completar un asiento vacío resulta en el transporte de un pasajero adicional sin apenas cambiar el consumo energético, en tanto que se transportan más personas. La aparición de compañías aéreas de bajo coste ha cambiado drásticamente los factores de carga en los vuelos domésticos.

Aunque las intensidades energéticas asociadas a otros modos de transporte no han disminuido, a excepción de una disminución del 13% en el caso del transporte ferroviario, existe un significativo potencial tecnológico disponible. La intensidad energética media del transporte por carretera aumentó en un 3% en los países de la AIE15. Varios factores influyeron en esta evolución: la mejora en la tendencia de eficiencia de los nuevos VTLs (vehículos de transporte ligero) de pasajeros fue contrarrestada por una mayor penetración de vehículos más grandes y pesados; la brecha entre el consumo de combustible observado en los ensayos y el consumo

en la vida real (AIE, 2012c) que resultó de utilizar vehículos optimizados en los ciclos de pruebas; y los hábitos de conducción con congestión y alta demanda de combustible; y la evolución de los factores de ocupación de pasajeros (a menor factor de ocupación, mayor intensidad energética por pasajero-kilómetro, si bien hay muy poca evidencia de la evolución del factor de ocupación en los países de la AIE15). Sin embargo, dado que el transporte por carretera integra muchos tipos de vehículos diferentes, se requiere información más detallada para poder proporcionar un análisis más profundo de los cambios en este segmento del transporte.

Figura 6.7 • Ejemplos de indicadores del nivel 2 para los países AIE15: Consumo energético por pasajero-kilómetro por modo de transporte



Relevancia para el desarrollo de políticas: Las intensidades energéticas para el transporte ferroviario, aéreo y fluvial/marítimo son relevantes para el desarrollo de políticas de eficiencia energética. Sin embargo, debe tenerse cuidado con el indicador de transporte por carretera, ya que este modo de transporte integra un conjunto de diferentes tipos de vehículos que cubren la gran mayoría del consumo energético, y sus participaciones relativas pueden tener un impacto importante en la intensidad total del transporte por carretera.

Comparación entre países: De forma similar, las intensidades energéticas para el transporte ferroviario, fluvial/marítimo y aéreo son adecuadas para hacer comparación entre países, pero se requiere un mayor detalle para hacer una comparación apropiada con el transporte por carretera. Dado que los modos de transporte distinto a la carretera van aumentando su participación, podría necesitarse también un mayor nivel de detalle para caracterizar la especificidad propia de cada modo de transporte.

Disponibilidad y fuentes de información: La información sobre consumo energético y los datos de la actividad asociada no se encuentra fácilmente disponible, por lo cual se requiere de encuestas específicas, mediciones o modelos. En la publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014) se proporcionan más detalles sobre cómo obtener esta información.

Tabla 6.3 • Descripción de indicadores del nivel 2: Sector del transporte de pasajeros

Indicador	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Consumo energético por pasajero-kilómetro según modalidad de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Pasajero-kilómetro por modalidad de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las intensidades energéticas del transporte ferroviario, aéreo, y fluvial/marítimo son un indicador útil para ayudar en la formulación de políticas energéticas para el transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para el transporte carretero, puede enmascarar cambios estructurales importantes (p.ej.: empeoramiento de la eficiencia en autobuses debido a aumentos en la seguridad o inclusión de aire acondicionado en los autobuses).

Indicadores del nivel 3: Transporte por carretera

Intensidad del transporte de pasajeros por tipo de vehículo de transporte por carretera

Definición: Para cada tipo de vehículo de transporte por carretera, una intensidad energética que muestra la cantidad de energía consumida por pasajero-kilómetro o participación del consumo energético según tipo de vehículo de transporte por carretera.

Los indicadores del nivel 2 constituyen una base sólida para el desarrollo y seguimiento de políticas dirigidas a los modos de transporte ferroviario, fluvial/marítimo y aéreo. La sección del nivel 3 como tal se centra exclusivamente en el transporte por carretera – incluso cuando es posible desarrollar indicadores de nivel 3 para otros modos (p.ej.: intensidad del transporte aéreo por tipo de aeronave, diferenciando en el transporte ferroviario entre urbano, interurbano, y alta velocidad).

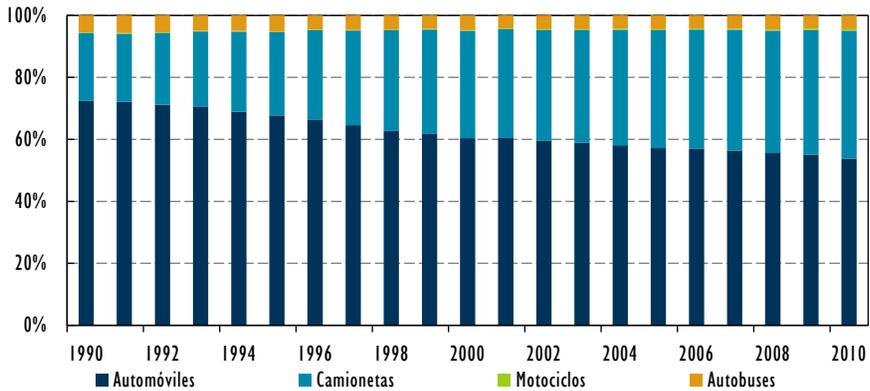
El segmento de transporte de pasajeros por carretera puede desagregarse de varias formas diferentes, por ejemplo:

- Desagregación por tipo de vehículo (VTLs, buses, motocicletas, y vehículos de 3 ruedas).
- Desagregación por tipo de servicio proporcionado por el vehículo (p.ej.: uso personal, comercial [taxi], servicio público [ambulancia]).
- Una combinación de tipo y categoría.

Generalmente, los países que desarrollan indicadores detallados para el transporte por carretera realizan una desagregación por tipo de vehículo. El nivel de desagregación depende de la estructura del transporte por carretera de cada país, la disponibilidad de información para diferentes desagregaciones, y la disponibilidad de recursos para desarrollar datos e indicadores. Como mínimo, debería hacerse una distinción entre los VTLs y los autobuses. En algunos países podría ser deseable o bien requerirse una mayor

desagregación, p.ej.: vehículos de dos y tres ruedas en países en desarrollo o una distinción entre automóviles y camionetas ligeras (como los VDUs) en Norte América (Figura 6.8). La evolución de los hábitos de consumo para diferentes vehículos de transporte por carretera tendrá un importante impacto en el consumo energético total y la intensidad energética.

Figura 6.8 • Consumo energético de diferentes vehículos de transporte por carretera, ejemplo para Canadá



Relevancia para el desarrollo de políticas: Dependiendo del nivel de desagregación y de la composición estructural del parque de vehículos, el consumo energético por pasajero-kilómetro puede ser relevante para dar seguimiento a la eficiencia del transporte de pasajeros por carretera.

Comparación entre países: Las diferentes intensidades entre países indican tanto los diferentes niveles de eficiencia energética del transporte por carretera, así como también proporcionan una indicación de las condiciones de conducción.

Disponibilidad y fuentes de información: El consumo energético y los datos correspondientes a los pasajeros-kilómetro no se encuentran fácilmente disponibles y requieren encuestas específicas, mediciones o modelos. Un mayor detalle sobre los métodos de obtención de esta información se proporciona en la publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Indicadores relacionados: Aunque el consumo energético por pasajero-kilómetro proporciona una medida significativa de la eficiencia del transporte de pasajeros, la economía de combustible (la energía consumida por distancia recorrida) proporciona la eficiencia del vehículo. La diferencia entre estos dos indicadores de eficiencia es que la energía/pkm tiene en cuenta el número de personas que viajan en un vehículo determinado, mientras que la economía de combustible se refiere únicamente al vehículo sin considerar el número de personas que viajan en él. Así, mientras que la energía/pkm es útil para evaluar el éxito de un programa de promoción del uso compartido de automóviles (Inglés: "carpooling"), la economía de combustible es más relevante para evaluar las políticas de mejora de eficiencia de los vehículos.

Tabla 6.4 • Descripción de los indicadores del nivel 3: Transporte por carretera

Indicador	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Consumo de energía por pasajero-kilómetro en el transporte por carretera	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético del transporte de pasajeros por vehículo de transporte por carretera Pasajero-kilómetro por vehículo de transporte por carretera 	<ul style="list-style-type: none"> Intensidad energética por vehículo carretero es un indicador significativo, si se lo especifica a un nivel suficientemente detallado. Las intensidades pueden ser de buena ayuda en el proceso de formulación de políticas energéticas del sector transporte 	<ul style="list-style-type: none"> El indicador se ve afectado por factores que no están relacionados a la eficiencia energética, tales como el cambio en el peso para los VTL en la flota y las características del vehículo Puede enmascarar cambios estructurales importantes si se limita el nivel de desagregación.
Consumo de energía por vehículo-kilómetros	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad de vehículos por tipo de VTL Vehículo-kilómetros Consumo energético <p>} • O en-cuesta de economía de combustible de la flota</p>	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una visión de la economía de combustible promedio en la flota de vehículos. A diferencia de la energía/pkm, no se ve influenciado por el factor de ocupación de los vehículos 	<ul style="list-style-type: none"> Puede enmascarar cambios estructurales importantes si se limita el nivel de desagregación

5 Indicadores adicionales que explican los cambios del consumo energético en el transporte de pasajeros

Como se ha indicado con anterioridad, existen numerosos factores que influyen en el consumo energético del sector del transporte de pasajeros. Si bien los siguientes indicadores no se consideran estrictamente indicadores de energía o de eficiencia, en cambio sí pueden aportar información vital para una mejor comprensión de las fuerzas macroeconómicas determinantes del consumo energético.

Tabla 6.5 • Descripción de indicadores adicionales: Sector transporte de pasajeros

Indicador	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Actividad del transporte de pasajeros	<ul style="list-style-type: none"> Total de pasajero-kilómetro Población PIB 	<ul style="list-style-type: none"> Entender las tendencias del transporte de los consumidores. Proporciona un benchmark para entender la evolución potencial del transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> Afectado únicamente por la actividad. No proporciona una medida de la eficiencia. No toma en consideración el tipo modal de transporte, el propósito del viaje o las diferentes opciones de transporte disponibles.

Indicador	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Participación modal por pasajero-kilómetro	<ul style="list-style-type: none"> • Pasajero-kilómetro por vehículo 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona una evaluación del cambio en la participación modal. • Proporciona información cualitativa útil sobre las tendencias en el sector. • Proporciona información cualitativa de cómo los cambios en la actividad influyen los cambios en el consumo energético. 	<ul style="list-style-type: none"> • Afectado únicamente por la actividad. No proporciona una medida de la eficiencia. • Los patrones de transporte se ven influenciados por una diversidad de factores tales como el nivel de ingresos, perfil etario de los conductores, tamaño de la vivienda, flexibilidad en las horas de trabajo y actividades de tiempo libre, características geográficas, y las políticas de transporte local.
Titularidad de automóviles	<ul style="list-style-type: none"> • Stock de automóviles • Población • PIB per cápita 	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a entender la tenencia en el promedio de distancia recorrida. • Proporciona una buena base para estimar las tendencias futuras de uso de automóviles. • Ayuda a explicar el aumento en el uso de automóviles. 	<ul style="list-style-type: none"> • No considera el tipo de automóvil que se posee.
Kilometraje anual por vehículo	<ul style="list-style-type: none"> • Promedio de distancia recorrida por vehículo 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona una evaluación del cambio en los patrones de viaje. • Proporciona una útil información cualitativa sobre la tendencia de actividad en el sector. 	<ul style="list-style-type: none"> • Afectado únicamente por la actividad. No proporciona una medida de la eficiencia. • El kilometraje por vehículo se ve influenciado por una diversidad de factores tales como el nivel de ingresos, perfil etario de los conductores, tamaño de la vivienda, flexibilidad en las horas de trabajo y actividades de tiempo libre, características geográficas, y las políticas de transporte local.
Economía de combustible de los VTLs	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de vehículos por tipo de VTL • Vehículo – kilómetros de los VTL • Consumo energético de los VTL 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona una evaluación de la eficiencia del parque automotor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede enmascarar cambios estructurales integrados si el grado de desagregación es limitado.

6 Descomposición de los cambios en la demanda energética del transporte de pasajeros

Aunque los indicadores de detalle presentados proporcionan algunas herramientas esenciales para explicar los cambios en el consumo energético en el sector transporte de pasajeros, sin embargo, no pueden ser utilizados “como tales” para informar sobre el impacto de las mejoras en eficiencia energética en este sector. Por ejemplo: a pesar de las mejoras en economía de combustible que se logren, el consumo total de energía para automóviles puede aumentar en caso de que se vendan más vehículos, o bien si los usuarios viajan más y/o lo hacen sujetos a condiciones de conducción exigentes. De manera similar, un cambio en la preferencia en el modo (más viajes de transporte por carretera [VTLs] y menos por ferrocarril) puede incrementar el consumo energético, incluso aun cuando cada modo de transporte mejorase su eficiencia energética.

A nivel del transporte total de pasajeros, el componente de actividad refleja un crecimiento en el total de pasajeros-kilómetro y la estructura refleja el cambio relativo en la participación de los pasajeros-kilómetro por modo de transporte. El efecto de intensidad incluye el impacto de los cambios de intensidad en todos los modos.

Tabla 6.6 • Resumen de variables utilizadas en la descomposición del consumo energético asociado al transporte de pasajeros

Transporte de pasajeros	Actividad (A)	Estructura (S)	Intensidad (I)
Vial (VTLs)	Pasajero-kilómetro	Participación en pasajero-kilómetro	Energía/pasajero-kilómetro
Vial (Buses)	“	“	“
Ferrovionario	“	“	“
Vuelos domésticos	“	“	“

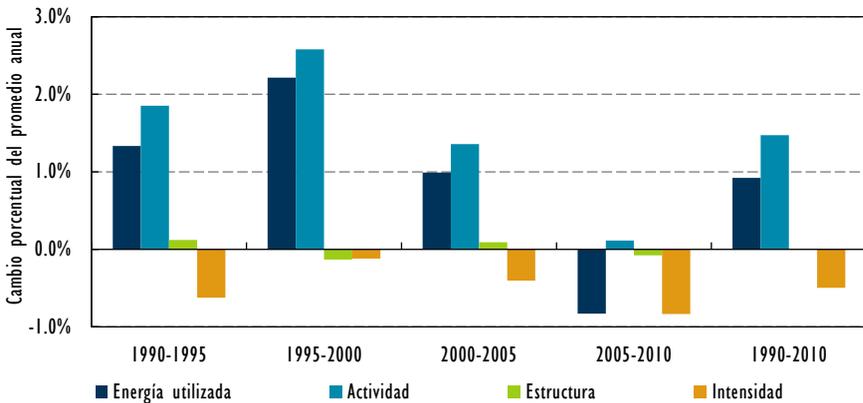
Nota: El transporte de pasajeros en medio fluvial no se incluye dentro del análisis de descomposición de la AIE debido a la ausencia de datos.

Para todos los modos de transporte, el consumo energético aumentó sustancialmente entre 1990 y 2010. No es de sorprender que el aumento de la actividad (p.ej.: más pasajeros-kilómetro) haya sido el factor más importante en impulsar el consumo energético. Los cambios estructurales – en particular el aumento de la participación de los vehículos privados y del transporte aéreo - tuvieron solo un impacto limitado en el mismo período. Estas presiones al alza en el consumo energético fueron marginalmente contrarrestadas por reducciones en la intensidad energética, la cual cayó a una tasa media del 0,1% anual.

El crecimiento en el transporte de pasajeros fue más fuerte entre 1995 y 2000, como resultado de los menores precios del combustible en muchos países de la AIE, así como de una economía global fortalecida. Las reducciones en intensidad energética mostraron ser más significativas en los periodos de 1990 a 1995 y del 2000 al 2005 que en otros periodos, aunque los precios más altos del petróleo y la introducción de vehículos más eficientes (particularmente vehículos privados)

aceleraron las reducciones en intensidad energética al final del período. Mientras que la reciente recesión económica tuvo un impacto notable en el consumo energético (2005-10 en la Figura 6.9), sería necesario contar con información más detallada sobre el factor medio de carga y el tipo/tamaño de los vehículos utilizados para poder explicar los factores clave subyacentes al aumento en intensidad energética. Debería resaltarse que el efecto de la intensidad energética es el resultado de una complicada interacción entre la eficiencia de los vehículos, las condiciones de operación, y el factor de carga. Por tanto, el efecto combinado es a menudo difícil de predecir.

Figura 6.9 • Factores que afectan al consumo energético del transporte de pasajeros



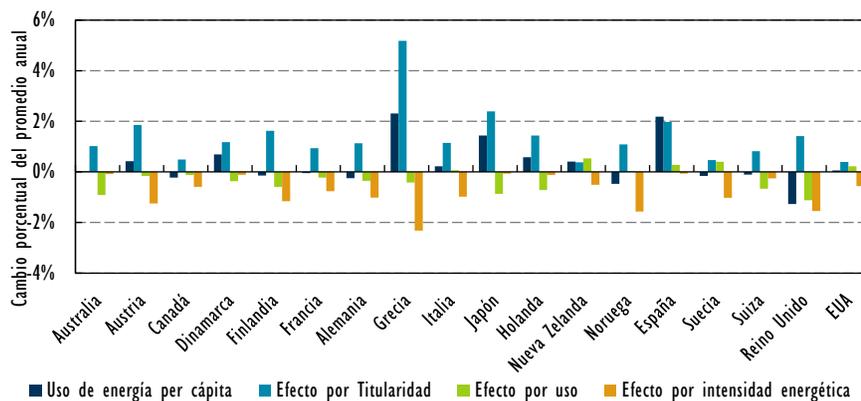
Es posible realizar una descomposición más detallada por tipo de vehículo cuando se cuenta con la información necesaria. Por ejemplo, los cambios en el consumo energético per cápita de los VTLs pueden descomponerse para proporcionar una explicación del impacto asociado al equipamiento, efecto del uso, y efecto de la intensidad del consumo de combustible (como aproximación a la eficiencia energética).

Varios factores influyen sobre el consumo energético de los vehículos privados en los países de la AIE. Todos los países mostraron aumentos en la adquisición de vehículos privados. España y Japón mostraron el mayor crecimiento, aunque aumentaron desde niveles comparativamente menores de equipamiento en 1990. Para la mayoría de los países, el aumento del nivel de motorización llevó a un incremento en el consumo energético per cápita asociado al vehículo del orden del 1,0% por año. El impacto del uso de automóvil (p.ej.: la distancia recorrida por cada automóvil) en cuanto al consumo energético per cápita varía más entre países. En la mayoría de los países la distancia recorrida por cada automóvil decrece, esto puede explicarse por la tendencia de los hogares a tener más de un automóvil, lo que significa que los viajes se distribuyen entre los distintos automóviles. Como resultado, el número de viajes per cápita tiende a decrecer.

En conjunto, el nivel de motorización y el uso permiten calcular la distancia recorrida per cápita. Para la mayoría de los países, las reducciones en intensidad

de combustible de los automóviles no fueron suficientes para contrarrestar los aumentos asociados al equipamiento y al uso de automóviles. Por tanto, el consumo energético per cápita aumentó en muchos países de la AIE, con la notable excepción del Reino Unido. En este país, el efecto de las reducciones significativas en la intensidad energética fue incrementado por una caída en el uso de automóviles, lo cual contrarrestó el efecto del aumento en la tasa de equipamiento.²

Figura 6.10 • Descomposición de los cambios en el consumo energético per cápita de los automóviles, 1990 a 2010



Cuadro 6.2 • Identificación de problemas en el transporte y de necesidades de los usuarios

La identificación de problemas en el transporte y de las necesidades futuras esperadas ayuda a organizar las respuestas políticas para mejorar la eficiencia del sistema de transporte. Los temas a considerar incluyen:

Movilidad

¿Se monitorizan y se comprenden las necesidades de movilidad de los individuos, los hogares, las empresas y los servicios públicos? ¿Cuál es la proyección de las necesidades de movilidad de la población?

¿Existen áreas sectoriales o grupos demográficos donde el servicio de movilidad se vea comprometido?

¿Cuál es la relación entre el estatus socio-económico, el acceso a los servicios de movilidad, y el empleo y distancia recorrida, el tiempo o la modalidad de los desplazamientos?

2. Los resultados del análisis de descomposición incluidos en este manual han sido calculados utilizando un análisis de descomposición de tres factores en base a la metodología de descomposición de índice simple de Laspeyres. Véase el Anexo A para una mayor información sobre metodologías de análisis de descomposición.

¿Cuáles son las participaciones de los distintos modos de transporte en la ciudad? ¿Se utilizan modos de bajo consumo energético? Si no, ¿porqué no? ¿Existen incentivos para el transporte público, tales como carriles especiales para autobuses, semáforos que señalicen prioridad, penalización por congestión de los vehículos privados y estacionamiento?

¿Los tiempos de desplazamiento se hacen más largos? ¿Se ha evaluado el coste asociado a la congestión y a tiempos excesivos de desplazamientos?

¿Cuál es el rol del transporte (incluyendo vehículos privados) en las ciudades?

Infraestructura

¿La red de transporte se encuentra en un buen estado de mantenimiento, seguridad y fiabilidad? ¿Existen rutas alternativas disponibles en caso que un ramal de la red de transporte falle? ¿Puede dar cabida a un aumento esperado?

¿Los tiempos de tránsito del transporte público son más rápidos que los del transporte privado? ¿Existen modos de transporte conectados efectivamente?

¿Los visitantes que no están familiarizados con la ciudad pueden utilizar fácilmente los modos de transporte público para llegar a su destino?

¿Los sistemas de venta de billetes son convenientes, y permiten viajes que sean transferibles entre diferentes modos de transporte y sus operadores?

¿El transporte público es limpio y confortable? ¿Tiene servicios como aire acondicionado e Internet?

¿Hay un plan de desarrollo del sistema de transporte que promueva los modos más eficientes de transporte, y una estrategia eficiente de mantenimiento y desarrollo?

Uso del suelo

¿Dónde trabajan las personas? ¿Dónde viven? ¿Dónde van los niños a la escuela?

¿Cuál es el tamaño y densidad de la población de las ciudades? ¿Cómo está zonificada?

¿Los destinos están alejados o aleatoriamente dispersos, o existen nodos de alta densidad y actividad?

¿Se está produciendo un desarrollo fuera del centro de la ciudad? ¿Qué mecanismos gubernamentales existen para cambiar el entorno urbano?

Economía

¿Cuál es actualmente la estructura económica urbana? ¿Existe consenso entre las partes interesadas sobre la dirección a seguir? ¿Cómo debería afectar y ser afectada por el transporte y los desplazamientos?

¿La falta de movilidad está afectando negativamente a la capacidad de un significativo número o clase de ciudadanos de poder acceder a un mejor empleo?

La publicación de la AIE sobre Rutas de Políticas *The Tale of Renewed Cities* (AIE, 2013) describe un proceso para desarrollar estas opciones políticas.

Información y evaluación de políticas en el transporte de pasajeros

Eficiencia del sistema de transporte de pasajeros

Los proyectos y políticas asociados al transporte de pasajeros implican un significativo esfuerzo en planificación de infraestructuras y en inversiones a largo plazo. El análisis de las implicaciones socio-económicas de estos proyectos no es fácil. Muchos decisores políticos y empresarios necesitan estar bien informados de los costes y beneficios resultantes. Igualmente, el análisis de políticas debería definir claramente ciertas hipótesis, p.ej.: un escenario de referencia que describa qué ocurriría en ausencia de intervenciones.

El desarrollo de este caso requiere una buena comprensión de:

- Las tendencias de la población y los cambios económicos que impulsan la demanda de transporte
- Las opciones tecnológicas futuras, sus costos y capacidades (véase *Energy Technology Perspectives* [AIE, 2012a] y *Technology Roadmaps* [AIE, 2012b])
- Las tendencias futuras de los precios de la energía a través de los mercados globales de futuros de combustibles y los mercados energéticos nacionales (p.ej.: informes de mercado de la AIE, y la Bolsa Mercantil de Nueva York [NYMEX])
- Los costes de una movilidad inadecuada o su empeoramiento, y de la congestión de tráfico
- Los beneficios y costes de ciclo de vida asociados al contraste de políticas de eficiencia energética y modelización; sensibilidad de ambos respecto a variables clave
- Los costes públicos y privados, así como las opciones de financiación de largo plazo
- Las principales implicaciones de las opciones políticas de manera que todos los costes y beneficios sean claros.

Cuadro 6.3 • Mejora de la eficiencia operativa mediante políticas de gestión de la movilidad y conducción eficiente

Las tecnologías de información y comunicación podría reducir el consumo energético al hacer más fluido el tráfico, mediante el control inteligente de las señales de tránsito, evitando congestiones en calles y rutas, y proporcionando instrumentos de retroalimentación tales como medidores del consumo energético en los automóviles, vehículos de transporte público, embarcaciones, etc.

Una opción de políticas de bajo coste es la mejora de la eficiencia operativa de los vehículos mediante la "conducción eficiente". Prácticas sencillas de comportamiento pueden mejorar tanto la seguridad como la economía de combustible de los vehículos.

Las necesidades clave de información política están en el análisis de las prácticas de conducción y de los índices del consumo energético antes y después de la implementación de las políticas.

El análisis mencionado con anterioridad es complejo. Para que sea efectivo, el establecimiento de políticas de transporte tiene que ir más allá de los principales indicadores por modos y tipos de vehículos de pasajeros (vehículo-kilómetro, litros cada 100 kilómetros, pasajero-kilómetro) para entender cuáles son las necesidades futuras de movilidad de los hogares e individuos, y cómo pueden ser alcanzados de la mejor manera posible. Esto requiere información acerca de las dimensiones social y humana de la movilidad.

A largo plazo, es necesario reducir la dependencia del petróleo en el sector transporte. La reducción de las reservas de petróleo conlleva un encarecimiento del petróleo convencional, por lo que se requiere un cambio para lograr que la economía global sea más resistente a los precios del petróleo.

Políticas de economía de combustible para vehículos de pasajeros (VTLs)

El dominio en el mercado de los VTLs en el transporte de pasajeros y su relativamente pobre economía de combustible en la actualidad significa que las medidas para mejorar la economía de combustible en los vehículos ligeros es una prioridad. Tres aspectos de los vehículos ligeros pueden ser considerados (Tabla 6.7), pero la implementación de políticas sobre estándares de economía de combustible es la prioridad para cualquier país. La publicación de la AIE *Fuel Economy for Road Vehicles* (AIE, 2012b), sobre Rutas Tecnológicas, describe cómo puede conseguirse el potencial de economía de combustible para vehículos, especialmente mediante políticas gubernamentales. La publicación sobre Rutas de Políticas *Improving the Fuel Economy of Road Vehicles* (AIE, 2012c) proporciona una guía para el diseño de políticas sobre economía de combustible.

Tabla 6.7 • Información complementaria para informar las políticas de los vehículos ligeros

Políticas e índices del nivel 3	Necesidad de información complementaria	Indicadores complementarios
Economía de combustible de vehículos livianos de pasajeros	<ul style="list-style-type: none"> • Información del uso de transporte: distancias recorridas, tipo de carga, por modalidad (a pie, bicicleta, automóvil, autobús, tren, avión, ferry) para diseñar las políticas. • Normas y etiquetado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ventas anuales de vehículos, estadísticas de stock y desactivación (por modelo y número del modelo, por banda de emisiones, por cilindrada, y por peso del vehículo). • Tasa de titularidad de vehículos.
Políticas para mejora de la economía de combustible en vehículos de pasajeros.	<ul style="list-style-type: none"> • Información técnica del vehículo para el diseño y revisión de sistemas de certificación. • Verificación de la eficacia de la certificación desde el punto de vista técnico. 	
Componentes para eficiencia de combustible (excluyendo el motor)	<ul style="list-style-type: none"> • Información acerca del estado de los neumáticos y de equipamiento auxiliar. 	

B) Desarrollo de indicadores en el segmento del transporte de mercancías

El transporte de mercancías incluye el transporte de mercancías mediante vehículos de transporte ligero, vehículos de transporte pesado, ferroviario, y embarcaciones. Se excluye el transporte aéreo de mercancías debido a la falta de información en la que se separen los viajes domésticos e internacionales. El transporte por oleoductos/gasoductos también se excluye, ya que con frecuencia atraviesan varias fronteras territoriales, y es muy complicado atribuir este consumo energético a un solo país o región.

1 ¿Qué es lo que impulsa el consumo energético en el sector del transporte de mercancías?

Las tendencias en el consumo energético asociado al transporte de mercancías están impulsadas por cambios en el transporte total de mercancías, el cual a su vez está condicionado por la actividad económica asociada al transporte de materias primas, productos intermedios y bienes finales de consumo. Por tanto, existe una fuerte correlación entre los aumentos del transporte de mercancías y el crecimiento del producto interno bruto (PIB), si bien se puede dar un desacoplamiento si hay un cambio en la estructura industrial, p.ej.: De productos primarios a productos de alto valor añadido. La elección del modo de transporte de mercancías está en parte impulsado por la situación geográfica, destino (p.ej.: local versus internacional), disponibilidad de infraestructura, el costo y valor de los bienes.

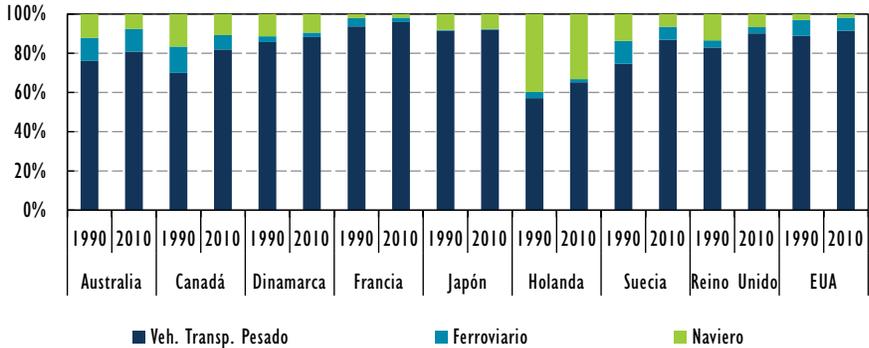
De manera general, para el desarrollo de indicadores energéticos, las principales variables de actividad consideradas para explicar las tendencias en el consumo energético son los vehículos-kilómetros y las toneladas-kilómetro. Sin embargo, para comprender cómo cada uno de los factores impacta en el consumo energético, es esencial determinar dónde se encuentra el mayor potencial de reducción del consumo energético, y qué área debería ser priorizada para el desarrollo de políticas de eficiencia energética.

2 Cómo se consume la energía y cómo ha evolucionado recientemente

Tal como ocurre en el transporte de pasajeros, la desagregación requerida para desarrollar indicadores para el sector del transporte de mercancías solo está disponible para 15 países miembros de la Agencia Internacional de Energía (AIE). Para esos países, el consumo energético en el transporte de mercancías se incrementó en casi un 30% entre 1990 y 2010, llegando a 14 exajulios (EJ). Hubo un crecimiento similar en las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). El fuerte vínculo entre energía y emisiones se debe a la dependencia de los combustibles derivados del petróleo. En 2010 el total de transporte de mercancías supuso un tercio del total del sector transporte.

El fuerte crecimiento en el consumo energético asociado a las mercancías se debió casi enteramente a una mayor demanda de energía para vehículos de transporte pesado, el cual se incrementó en un 33%. Los vehículos de transporte pesado (VTPs) aumentaron su participación en el consumo energético total del transporte de mercancías hasta llegar al 90% en 2010. El consumo total de energía final para el transporte ferroviario de mercancías aumentó en un 6%, pero su participación en el consumo de energía cayó del 6% en 1990 al 5% en 2010.

Figura 6.11 • Consumo energético en el transporte de mercancías por modos



El consumo energético por unidad de PIB muestra considerables variaciones entre países, lo cual refleja una combinación de tres factores: El volumen de cargas transportadas por PIB; la participación de los distintos modos de transporte de mercancías; y la intensidad energética (energía por tonelada-kilómetro) de cada modo. Canadá presenta el más alto consumo energético por PIB, principalmente como resultado de las grandes distancias a cubrir para el transporte de mercancías. En contraste con esto, Austria y Suecia tienen intensidades de emisiones más reducidas debido a una combinación de distancias de flete significativamente menores y de intensidades energéticas por debajo de la media. En 2010 el transporte ferroviario y fluvial/marítimo alcanzó una participación importante en el consumo energético en Canadá (19%), Australia (18%) y Holanda (35%). Todos los países de la AIE15 – excepto Japón – han experimentado un aumento en el consumo energético de los VTPs entre 1990 y 2010.

Con el fin de comprender mejor las tendencias en energía y emisiones, es necesario examinar el vínculo que puede existir con las fuerzas motrices que las promueven. La actividad del transporte de mercancías – medida en toneladas-kilómetro – se incrementó en forma consistente entre 1990 y 2010 en los países de AIE15. Los aumentos más significativos en viajes tuvieron lugar en Australia, Austria y Holanda. El transporte de mercancías por medio de VTPs domina el reparto modal, y se incrementó desde un 40% del total de toneladas-kilómetro a un 47% en 2010. Aún así, la participación de los VTPs varía significativamente entre países, reflejando la diversidad de patrones característicos desde el punto de vista geográfico y comercial.

Figura 6.12 • Consumo energético e intensidad energética en el transporte de mercancías

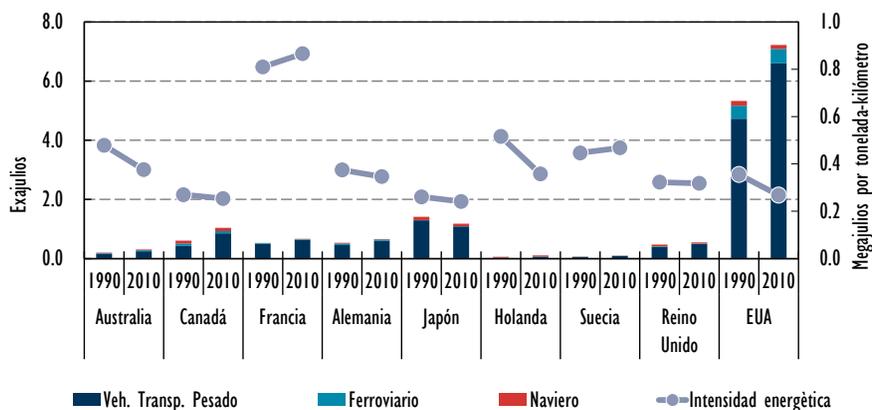
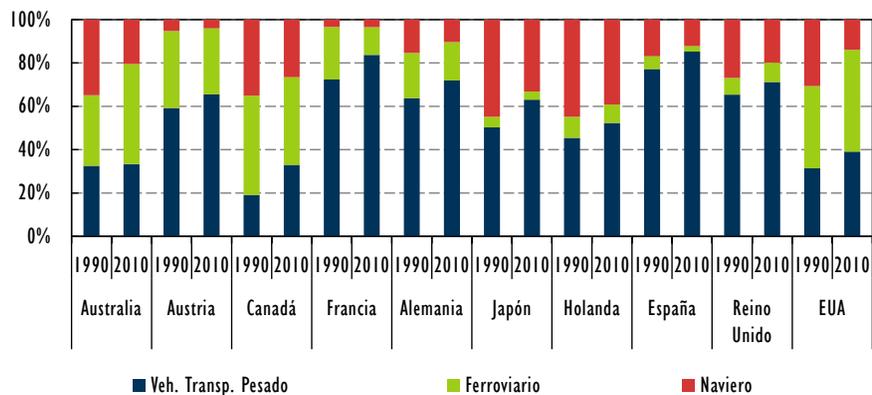


Figura 6.13 • Participación del total de toneladas-kilómetro de mercancías por modos



Nota: El transporte marítimo internacional y el transporte aéreo no se incluyen en este reparto modal.

3

Cómo priorizar el desarrollo de indicadores para el transporte de mercancías

Tal como ocurre en el sector de transporte de pasajeros, el consumo energético del transporte de mercancías no está directamente disponible en los balances energéticos. Por ello, el primer paso es desagregar el consumo energético para los diferentes segmentos del transporte de mercancías.

Una vez realizado este primer nivel de desagregación, la decisión sobre qué indicadores desarrollar y el nivel al cual éstos debería ser calculados dependerá en gran medida de la información de la que se disponga, de la estructura del sector, y de las preguntas a las cuales deba darse respuesta. Para la mayoría de los países la prioridad será el desarrollo de información más detallada para el segmento del transporte por carretera dada la incidencia que tiene este modo en el transporte total de mercancías. El nivel al cual el segmento de transporte por carretera se desagregue también depende de las especificidades y situación propias del país en cuestión. Por ejemplo, Canadá y los EUA tienen una participación muy significativa de grandes vehículos de transporte pesado (con 18 ruedas); Australia tiene uno de las flotas más eficientes de transporte pesado que transportan minerales en trenes de carretera que recorren largas distancias.

Figura 6.14 • Pirámide detallada de indicadores para el transporte de mercancías



Actualmente se recopila muy poca información sobre el segmento de transporte de mercancías, y existen numerosas barreras respecto a la medición de la actividad de este sector. Algunos ejemplos de prácticas sobre cómo recopilar esta información se facilitan en la publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014). En consecuencia, la decisión sobre qué indicador desarrollar más a fondo debe ser efectuada en base a la información y los recursos disponibles, y las cuestiones sobre políticas que precisen una respuesta.

4

Desarrollo de indicadores por nivel de la pirámide

La Tabla 6.8 resume todos los indicadores descritos en el sub-sector del transporte de mercancías y proporciona una rápida visión sobre la utilidad de los indicadores. Esta tabla coincide con los conceptos discutidos en la publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Tabla 6.8 • Resumen de indicadores en el sub-sector del transporte de mercancías

Indicador	Cobertura	Datos energéticos	Datos por actividad	Código	Indicador recomendado
Consumo energético del transporte de mercancías por PIB	Global	Consumo energético total del transporte de mercancías	PIB	F2a	
Consumo energético del transporte de mercancías por vehículo-kilómetro	Global	Consumo energético total del transporte de mercancías	Número total de vkm en el transporte de mercancías	F2b	
	Por modalidad/tipo de vehículo de flete	Consumo energético del transporte de mercancías por modalidad/tipo de vehículo α	Número de vkm del modalidad/tipo α de vehículo de carga	F3a	
Consumo energético del transporte de mercancías por tonelada-kilómetro	Global	Consumo energético total del transporte de mercancías	Número total de tkm	F2c	
	Por modalidad/tipo de vehículo de flete	Consumo energético del transporte de mercancías por modalidad/tipo de vehículo α de carga	Número de tkm para el modalidad/tipo de vehículo α de carga	F3b	☺

Indicadores del nivel 1

Intensidad energética agregada en el transporte de mercancías

Definición: Cantidad total de energía consumida por tonelada-kilómetro o por PIB en el sector de transporte de mercancías.

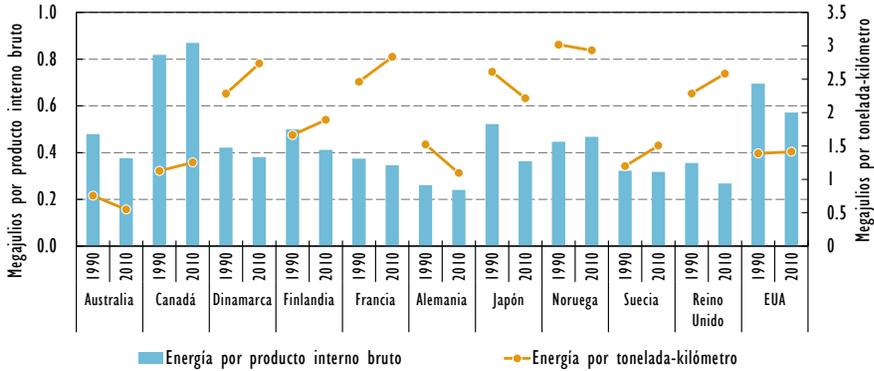
El consumo energético por tonelada-kilómetro es considerado como el mejor indicador de la intensidad energética del transporte de mercancías.

La intensidad energética por PIB en el transporte de mercancías proporciona una indicación de cómo el consumo energético ha evolucionado en relación al valor de los bienes producidos. Para tener un mejor indicador de esta relación se deberían considerar únicamente el valor añadido de aquellos bienes que realmente hayan sido transportados. Sin embargo, este nivel de información difícilmente se encuentra disponible.

La evolución del consumo energético por tonelada-kilómetro está influenciada por la intensidad energética de cada modo, por la participación de ese modo en un determinado país, y por el factor de carga. Para la mayoría de los países el consumo energético por tonelada-kilómetro se está incrementando. Este aumento en la intensidad energética se explica por la mayor participación del transporte de mercancías mediante VTP, los cuales son más intensivos que el transporte ferroviario o fluvial/marítimo. El concepto de logística "just-in-time" (del Inglés: "justo-a-tiempo") igualmente supone una limitación adicional respecto a la velocidad en que las mercancías deben ser entregadas, impactando así en la eficiencia global del sistema de transporte de mercancías.

Uso de indicador del nivel 1: Proporciona una indicación general sobre la tendencia de la intensidad energética total del transporte de mercancías. Cuando se toma en consideración el porcentaje de toneladas-kilómetros por cada modo es posible tener una mejor comprensión sobre los factores que impulsan el cambio.

Figura 6.15 • Ejemplo de indicadores del nivel 1 para algunos países: Intensidad energética del transporte de mercancías



Relevancia para la formulación de políticas: Dada la cantidad de factores que influyen en estos indicadores, no es posible alcanzar ninguna conclusión respecto a dónde podrían lograrse mejoras en la eficiencia, y dónde se requiere poner más atención.

Comparación entre países: La comparación entre países en base a este indicador podría ser engañosa ya que está impulsado no solamente por la intensidad de los diferentes modos, sino también por los modos de transporte disponibles, los factores de carga, el tipo de vehículo utilizado, la distancia recorrida en cada viaje, el comercio y la geografía en cada país.

Disponibilidad y fuentes de información: Existe poca información disponible incluso a un nivel muy agregado. En la publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014) se describen diferentes métodos para recolectar esta información.

Tabla 6.9 • Descripción de indicadores del nivel 1

Indicador	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Consumo energético del transporte de cargas por PIB	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético total para transporte de cargas. PIB Total. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una visión general de las tendencias en intensidad energética agregada. Permite entender la relación entre actividad económica y el transporte de cargas. 	<ul style="list-style-type: none"> No mide mejoras de eficiencia energética. No toma en cuenta la importancia de cada modalidad de transporte. Está influenciado por muchos factores no relacionados a la eficiencia energética, tales como la disponibilidad de infraestructura, grado de utilización de la capacidad existente, tipo de mercaderías transportadas, y el tamaño y geografía del país.

Indicador	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Consumo energético para transporte de cargas por tonelada-kilómetro	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético total para transporte de cargas. Total de toneladas-kilómetro. 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una visión general de las tendencias en intensidad energética agregada. Toma en cuenta la cantidad de mercaderías (en toneladas) que son transportadas – la eficiencia de uso (p.ej.: usar un vehículo para transportar una tonelada de mercaderías, en vez de usar dos vehículos para transportar 500kg cada uno). 	<ul style="list-style-type: none"> No mide mejoras de eficiencia energética. No toma en cuenta la importancia de cada modalidad de transporte. Está influenciado por muchos factores no relacionados a la eficiencia energética, tales como la disponibilidad de infraestructura, grado de utilización de la capacidad existente, tipo de mercaderías transportadas, y el tamaño y geografía del país.

Indicadores del nivel 2

Intensidad energética del transporte de mercancías por modos de transporte

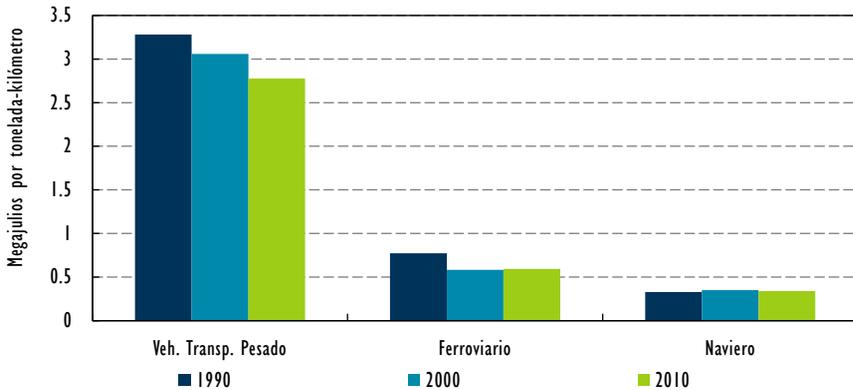
Definición: Para cada modo de transporte (carretera, ferroviario, fluvial/marítimo), es la cantidad de energía consumida por tonelada-kilómetro.

El desarrollo de indicadores para cada modo permite tener una mejor comprensión de los cambios en la estructura del transporte de mercancías y de los factores subyacentes de los cambios en el consumo energético.

Las intensidades energéticas de los VTPs, embarcaciones y ferrocarriles varían significativamente, siendo los VTPs los más intensivos. En promedio, un VTP utiliza entre 5 y 20 veces más energía que el ferrocarril para transportar una tonelada de mercancías una distancia de un kilómetro, pero desde una perspectiva sistémica, dado que el ferrocarril requiere conexiones con la carretera al comienzo y al final de cada desplazamiento, su alta eficiencia es solamente alcanzada en algunas operaciones con transporte ferroviario punta-a-punta. El amplio rango de intensidades energéticas de los VTPs puede ser explicada en parte por el tipo de mercancías a ser transportadas, el tamaño y características geográficas del país, y el factor medio de carga; así como también por la participación relativa de los vehículos de reparto urbano y los vehículos de larga distancia, los cuales son más grandes y menos intensivos en energía.

La diferencia de intensidad energética entre los distintos modos tiene algunas implicaciones importantes para las tendencias del consumo energético en el transporte de mercancías. Primeramente, porque debido a su mayor intensidad energética, el crecimiento del transporte de mercancías por carretera tendrá un impacto más significativo sobre el consumo energético que el crecimiento del transporte ferroviario o marítimo de mercancías. Por lo tanto, el aumento en el consumo energético de transporte de mercancías en Canadá y Nueva Zelanda puede ser en parte explicado por el relativamente alto crecimiento de la actividad del transporte de mercancías por carretera. En segundo lugar, la reducción de la intensidad de los VTPs resultará en ahorros energéticos más altos que los asociados a la reducción de la intensidad energética en el transporte ferroviario y fluvial, o al intercambio modal entre estos dos modos.

Figura 6.16 • Ejemplo del nivel 2: Consumo energético por tonelada-kilómetro por modo de transporte



Relevancia para la formulación de políticas: Las intensidades energéticas de los ferrocarriles y de las embarcaciones son relevantes para el desarrollo de políticas de eficiencia. Sin embargo, debe tenerse cuidado con el indicador del transporte por carretera, ya que este modo integra diferentes tipos de vehículos y sus participaciones pueden tener un importante impacto en la intensidad global del transporte por carretera.

Comparación entre países: De manera similar, las intensidades energéticas de los ferrocarriles y de las embarcaciones resultan adecuadas a efectos de comparación entre países, pero se requiere un mayor nivel de detalle para una comparación apropiada del transporte por carretera.

Disponibilidad y fuentes de información: La información sobre consumo energético y los datos de la actividad asociada no se encuentra fácilmente disponible, por lo cual se requiere de encuestas específicas, mediciones o modelos. En la publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014) se proporcionan detalles de cómo obtener esta información.

Tabla 6.10 • Descripción de indicadores del nivel 2: Transporte de mercancías

Indicador	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Consumo energético por tonelada-kilómetro por modalidad de transporte	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético para transporte de cargas por modalidad de transporte. Toneladas-kilómetro por modalidad de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> La intensidad energética por modo de transporte es un indicador genérico significativo. Las intensidades pueden ayudar a desarrollar políticas energéticas para el transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> Estos indicadores pueden estar asimismo afectados por factores que no están relacionados a la eficiencia energética, tales como el recambio de vehículos y el peso relativo en la flota de transporte carretero de carga, y los factores de carga. Puede enmascarar importantes cambios estructurales en el sector de transporte carretero.

Indicadores del nivel 3: Transporte por carretera

Intensidad del transporte de mercancías por tipo de vehículo de transporte por carretera

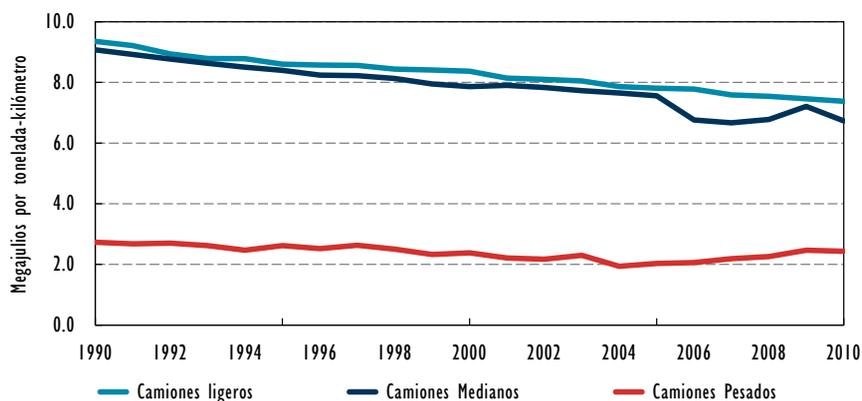
Definición: Para cada tipo de transporte por carretera, la cantidad de energía consumida por tonelada-kilómetro.

Los indicadores del nivel 2 son suficientes para proporcionar una base relevante para la formulación de políticas y facilitar el seguimiento de los modos ferroviario y fluvial. Por lo tanto, la sección correspondiente al nivel 3 se centra exclusivamente en el transporte por carretera.

El segmento de transporte por carretera habitualmente es desagregado por peso o tamaño del vehículo. Por ejemplo, en Canadá se desagrega el transporte de mercancías por carretera en las categorías de camiones ligeros (camiones hasta 3.855 kg de peso bruto), camiones medianos (con peso bruto entre los 3.856 kg y los 14.969 kg), y los camiones pesados (con un peso bruto del vehículo que es mayor o igual a los 14.970 kg). No todos los países utilizan los mismos límites de peso para clasificar los vehículos, por lo que la comparación entre países debería ser realizada con cuidado.

El nivel de desagregación y la selección del parámetro utilizado para realizar la desagregación dependen de las especificidades de cada país y del parque de vehículos. Por ejemplo, en países donde normalmente se utilizan el modo ferroviario o fluvial/marítimo para el transporte de larga distancia mientras que los vehículos de transporte por carretera generalmente se utilizan para entregas de corta distancia, la desagregación de los vehículos de transporte por carretera podría no ser una prioridad en caso que la flota sea relativamente homogénea.

Figura 6.17 • Tendencias en la intensidad energética de diferentes vehículos de transporte por carretera: Un ejemplo de Canadá



Relevancia para la formulación de políticas: Dependiendo del nivel de desagregación y de la composición estructural del parque de vehículos, el consumo

energético por tonelada-kilómetro es relevante para realizar el seguimiento de la eficiencia del transporte de mercancías por carretera.

Comparación entre países: Las diferentes intensidades entre países indican los diferentes niveles de eficiencia energética en el transporte de mercancías por carretera.

Disponibilidad y fuentes de información: El consumo energético y los datos correspondientes a las toneladas-kilómetro no se encuentran fácilmente disponibles y requieren encuestas específicas, mediciones o modelos. Un mayor detalle sobre los métodos de obtención de esta información se proporciona en la publicación *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos* (AIE, 2014).

Indicadores relacionados: Mientras que la energía/tkm proporciona una medida significativa de la eficiencia del transporte de mercancías, la economía de combustible (la energía consumida por distancia recorrida) proporciona la eficiencia del vehículo. La diferencia entre estos dos indicadores de eficiencia es que la energía/tkm tiene en cuenta el número (peso) de mercancías transportadas en un vehículo, mientras que la economía de combustible analizada en un laboratorio se refiere únicamente al vehículo sin tener en cuenta la carga del mismo. Esos dos indicadores proporcionan información diferente; cuando a la energía/tkm se la combina con el factor medio de carga y la capacidad de carga, sirve para evaluar el potencial de mejora en la gestión del movimiento de mercancías.

Tabla 6.11 • Descripción de indicadores del nivel 3: Transporte por carretera

Indicador	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Consumo energético por tonelada-kilómetro por modalidad de transporte carretero	<ul style="list-style-type: none"> Consumo energético en transporte de carga por modalidad de transporte carretero. Tonelada-kilómetros por modalidad de transporte carretero. 	<ul style="list-style-type: none"> La intensidad energética por modo de transporte es un indicador genérico significativo, si se especifica a un nivel suficientemente detallado. Las intensidades pueden ayudar a desarrollar políticas energéticas para el transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> El indicador está también afectado por factores que no están relacionados a la eficiencia energética, tales como el peso del vehículo y las características del mismo. Puede enmascarar importantes cambios estructurales si el nivel de desagregación es limitado.

5

Indicadores adicionales que explican los cambios en el consumo energético del transporte de mercancías

Como se ha indicado con anterioridad, existen numerosos factores que influyen en el consumo energético del sector del transporte de mercancías. Mientras que los siguientes indicadores no se consideran estrictamente indicadores de eficiencia o energía, si pueden aportar información vital para una mejor comprensión de las fuerzas macroeconómicas determinantes del consumo energético.

Tabla 6.12 • Descripción de indicadores adicionales: Sector del transporte de mercancías

Indicador	Datos requeridos	Propósito	Limitaciones
Participación en tonelada-kilómetro por modalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Tonelada-kilómetro de transporte de carga por modalidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Da una evaluación del cambio en la participación por modalidad. • Da información cualitativa útil sobre las tendencias en la actividad del sector. • Da información cualitativa de cómo el cambio en la actividad influencia los cambios en el consume energético. 	<ul style="list-style-type: none"> • Influenciado solamente por la actividad. No proporciona una medida de la eficiencia energética. • Las toneladas-kilómetros están influenciadas por varios factores tal como disponibilidad de infraestructura, grado de uso de la capacidad, tipo de mercaderías transportadas, y el tamaño y geografía del país.
Promedio de carga por vehículo de transporte carretero	<ul style="list-style-type: none"> • Promedio de carga por vehículo de transporte carretero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a explicar los cambios en consumo energético por tonelada-kilómetro en vehículos de transporte carretero de carga. • Fuerte correlación entre cambios en el factor de carga y cambios en la intensidad energética en el transporte para fletes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Este indicador por sí mismo no indica la tendencia en eficiencia energética para vehículos de transporte carretero de cargas. • El promedio de carga puede ser resultado de un cambio en la composición de la flota.

6 Descomposición de cambios en la demanda energética del transporte de mercancías

Los cambios en el consumo energético del transporte de mercancías se descomponen entre cambios en el transporte total de mercancías (actividad), la estructura modal, y la intensidad energética de los tres modos de transporte de mercancías incluidos en este análisis. En general, el consumo energético total en el transporte de mercancías en los países de la AIE15 se incrementó a una tasa media anual del 1,3% entre 1990 y 2010. Esto ocurrió en línea con el aumento observado en la actividad, expresada como toneladas-kilómetro. Los cambios en la estructura modal – particularmente el desplazamiento hacia una mayor participación del transporte por carretera – ha tendido a aumentar el consumo energético, pero esto ha sido contrarrestado por la reducción en la intensidad energética, la cual se contrajo a un ritmo medio anual del 0,9%.

Un panorama ligeramente diferente surge cuando estas tendencias son separadas en periodos de tiempo específicos. Entre 1990 y 1995 el transporte de mercancías por carretera se incrementó rápidamente, a un ritmo medio anual del 2,4%. En este

periodo la reducción de la intensidad energética no fue suficiente para contrarrestar el desplazamiento hacia modos más intensivos. Por lo tanto, el consumo energético en el transporte de mercancías se incrementó más rápidamente que el nivel de actividad del transporte de mercancías. A pesar del rápido crecimiento económico en la segunda mitad de los 1990's, el aumento en el transporte de mercaderías se ralentizó.³

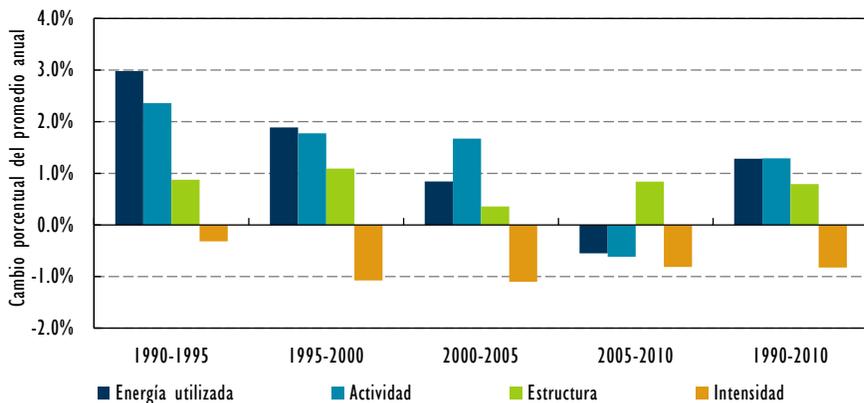
Tabla 6.13 • Resumen de variables utilizadas en la descomposición del consumo energético asociado al transporte de mercancías

Transporte de cargas	Actividad (A)	Estructura (S)	Intensidad (I)
Camión	Tonelada-kilómetro	Participación en toneladas-kilómetro	Energía/ toneladas-kilómetro
Ferroviario	"	"	"
Fluvial/marítimo doméstico	"	"	"

Nota: El transporte de mercancías en medio fluvial no se incluye dentro del análisis de descomposición de la AIE debido a la ausencia de datos.

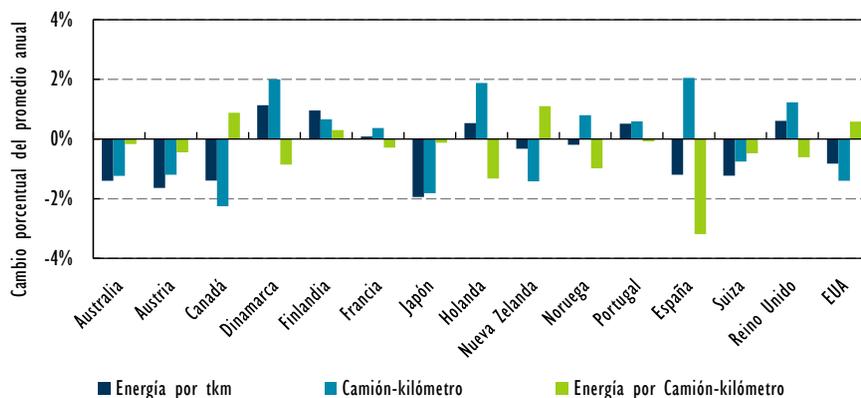
El consumo energético de los vehículos de transporte pesado puede ser adicionalmente descompuesto para tener en cuenta los cambios en el factor de carga (VTP-km por tonelada kilómetro, por ejemplo la cantidad media de carga transportada por cada VTP) y en la intensidad energética del vehículo (el consumo energético medio de cada VTP por vehículo-kilómetro para el desplazamiento de la mercancía). Para muchos países analizados, la intensidad energética del vehículo ha decrecido en el periodo de 1990 a 2010, mostrando que – en promedio – los VTPs se han hecho más eficientes. Sin embargo, la intensidad energética global de los VTPs ha estado más fuertemente influenciada por la evolución de los factores de carga.

Figura 6.18 • Factores que afectan al consumo energético en el transporte de mercancías, AIE15



3. Los resultados del análisis de descomposición incluidos en este manual han sido calculados utilizando un análisis de descomposición de tres factores en base a la metodología de descomposición de índice simple de Laspeyres. Véase el Anexo A para una mayor información sobre metodologías de análisis de descomposición.

Figura 6.19 • Descomposición de los cambios en la intensidad energética de los camiones, 1990 a 2010, AIE15



7

Información y evaluación de políticas en el transporte de mercancías

Los sistemas de transporte de mercancías juegan un papel clave al trasladar bienes y servicios al mercado, lo que supone una contribución esencial para la economía. Los desafíos en el análisis de las políticas parten del hecho que el sector atiende las necesidades de una diversidad de actividades industriales, comerciales y particulares, y esto a su vez se realiza en economías heterogéneas.

Los indicadores clave en eficiencia energética incluyen indicadores basados tanto en la masa (megajulio [MJ] por tonelada-kilómetro) como en el valor de la mercancía (MJ por \$ por kilómetro). Ambos indicadores muestran una perspectiva diferente respecto de la misma actividad de transporte. El desarrollo de políticas y programas de eficiencia energética requiere de información sobre el consumo energético para diferentes actividades: camionetas de reparto, correos, flota de transporte de carga, ferrocarriles, oleoductos, transporte aéreo y fluvial, y niveles de producción a nivel de uso final; todo esto con suficiente nivel de detalle de modo que permita estimar y evaluar las decisiones a nivel del programa. Donde los sistemas están integrados —por ejemplo, cabecera ferroviaria para los puertos marítimos, logística de contenedores vial-ferroviario-vial— es necesario comprender cómo es el rendimiento tanto de los componentes logísticos como del sistema como un todo. Como siempre, los diseñadores de políticas buscan información consistente en la que se pueda confiar y actuar en consecuencia para poder desarrollar casos claros de políticas. Ello requiere comprender las fuerzas comerciales subyacentes y las situaciones contractuales, por ejemplo: cómo se estructuran los contratos de mercancías, qué es lo que motiva a los propietarios de los camiones, así como la información sobre actividad y energía a nivel de usuario final.

Cuadro 6.4 • Gestión de movilidad de mercancías y logística: Aspectos clave de las políticas

El rendimiento y la intensidad energética de los sistemas de transporte de mercaderías se ven determinados cada vez más por los sistemas de gestión logística que cubren lo siguiente:

- Sistema de cronogramas para optimizar cargas y cargas de regreso (evitar regresar sin carga)
- Sistemas computarizados de seguimiento para despacho y consignación
- Sistemas de posicionamiento global a bordo (GPS) para proporcionar rendimientos de viajes individuales en tiempo real y ayudar a optimizar trayectos según condiciones del tráfico en tiempo real
- Realimentación automática sobre economía de combustible
- Automatismos para intervenir limitando las revoluciones del motor (RPM) y embriagues automáticos

Las fuerzas que determinan la demanda energética en el transporte de mercancías

Las fuerzas motrices que determinan el consumo energético en el transporte de mercancías son muy dependientes de la estructura industrial, de la asignación de recursos, de las trayectorias históricas de desarrollo y del modo en que éstas dan forma a la capacidad productiva, así como de las importaciones y exportaciones de una nación. En los países menos desarrollados y aquellos con grandes industrias primarias, el sector del transporte de mercancías transporta mercancías primarias a granel (minerales, madera, cosechas de alimentos, etc.). En una economía más desarrollada, los sistemas de mercancías se centran en la distribución de productos acabados manufacturados. De hecho, sin un buen sistema de transporte de mercancías es difícil que una economía pueda desarrollarse mientras lucha por llevar los productos al mercado. Un sistema eficiente de transporte de mercancías es por tanto un prerrequisito de desarrollo.

Importancia de la información complementaria

Los indicadores del nivel 3 constituyen el núcleo de la información a nivel del programa, y conforman un importante marco contextual como información complementaria. Sin embargo, esto casi siempre requiere un suplemento de información sobre tecnología, mercado y comportamiento del consumidor. Los indicadores para realizar el seguimiento de las mejoras en el consumo energético del transporte de mercancías y los requerimientos de información para desarrollar estos indicadores han sido expuestos con anterioridad. Algunos aspectos adicionales respecto a las políticas del transporte de mercancías y a las necesidades de información complementaria se presentan a continuación (Tabla 6.14).

Tabla 6.14 • Información complementaria para informar las políticas de transporte de mercancías

Políticas e índices de nivel 4	Necesidad de información complementaria	Indicadores complementarios
Estándares de eficiencia de combustible para vehículos de carga	<ul style="list-style-type: none"> Datos de uso vehicular: distancia recorrida y cargas; para diseño de políticas y verificación de estándares y etiquetado. 	<ul style="list-style-type: none"> Rendimiento energético ex-ante. Demanda energética a nivel de sub-sector.
Políticas para mejorar la eficiencia de combustible de vehículos de carga	<ul style="list-style-type: none"> Información técnica para diseño y revisión de sistemas de certificación. Verificación de la eficacia de la certificación desde el punto de vista técnico. 	<ul style="list-style-type: none"> Información de la flota actual para diseño y evaluación, verificación del desempeño.
Eficiencia operativa mejorada a través de políticas de eco-conducción y relacionadas	<ul style="list-style-type: none"> Entrenamiento de conductores y uso de instrumentos de realimentación tal como medidores de consumo de combustible en vehículos comerciales. 	<ul style="list-style-type: none"> Encuesta de prácticas de conducción y niveles de consumo de combustible antes y después de la implementación de las políticas.
Eficiencia del sistema de transporte de mercancías	<ul style="list-style-type: none"> Datos de uso de vehículos: distancia recorrida y cargas, para el diseño de políticas. 	

Los analistas deben considerar que los decisores públicos frecuentemente requieren información acerca de las tendencias futuras, antes de que éstas ocurran o incluso mientras están ocurriendo. El actual crecimiento de la capacidad industrial, los tipos de mercancías y de servicios producidos, y las dinámicas cambiantes de las exportaciones apuntan a la necesidad de comprender con cierto nivel de detalle las fuerzas determinantes y las opciones para desarrollar las futuras redes eficientes del transporte de mercancías.

Anexo A

Metodologías de Descomposición/Factorización

Este anexo describe en forma sucinta los elementos clave de las metodologías para descomposición de índices comunes o análisis de factorización¹, por los cuales se logra descomponer o factorizar los cambios en el consumo energético en los sectores del consumo final (residencial, servicios, industrial y transporte de pasajeros y carga) así como para la economía en general, para diferentes países o regiones.

Los indicadores de eficiencia energética no pueden predecir las variaciones en todo el espectro del consumo energético o cuantificar el impacto de componentes o factores individuales sobre el total del consumo energético. Por lo tanto, a menudo es necesario llevar a cabo un análisis más detallado para poder comprender a cabalidad el impacto de una combinación de diferentes factores o fuerzas motoras sobre el total del consumo energético. El análisis de descomposición es comúnmente utilizado para separar las variaciones en eficiencia energética de otros factores que impactan el consumo de energía, tales como la estructura económica y la actividad física o económica.

Por ejemplo, un indicador general de la intensidad energética total de la economía es el ratio entre consumo energético y PIB. Es ampliamente aceptado que los cambios en éste indicador son el resultado de cambios estructurales en la economía y no solamente de cambios en la eficiencia energética técnica. Un ejemplo de cambio estructural podría ser la variación del ratio entre el PIB industrial – el sector más energéticamente intensivo – respecto del PIB total el cual resultaría en un cambio en la intensidad energética total, inclusive si la eficiencia energética técnica de todos los sectores se mantuviera incambiada.

El propósito de la descomposición es:

- cuantificar las contribuciones relativas de los factores pre-definidos respecto del cambio en el consumo energético
- investigar el origen de las variaciones en consumo energético
- medir la efectividad de las políticas energéticas y la tecnología.

La descomposición de las tendencias en uso final de la energía suele distinguir entre tres factores principales que afectan el consumo energético: actividad agregada, estructura del sector² y efecto de intensidad energética³. Los servicios de energía pueden ser definidos como servicios reales para los cuales se utiliza energía, por ejemplo, calendar una determinada cantidad de espacio a una cierta temperatura estándar por un período de tiempo. Una medida cuantitativa de la demanda de servicios de energía en un sector es el producto del efecto actividad (A) y el efecto

1. Referida en el resto de éste Anexo como “descomposición”.

2. Refiere a la combinación o mix de actividades dentro de un sector, p. e.: mix modal (vial, ferroviario, naviero, aéreo) en el transporte, usos finales de energía en residencias, participación de cada sub-sector respecto del valor añadido total de manufacturas en la industria.

3. La intensidad energética, en este caso (energía “consumida” por unidad de actividad o producción), es un indicador de mejoras en la eficiencia energética técnica.

estructura (S). La energía final necesaria para satisfacer la demanda de servicios de energía se expresa entonces como la energía entregada, o final, por unidad de actividad, coeficiente conocido como intensidad energética (I).

Dependiendo de la información disponible, es posible hacer un desglose del uso de energía por sector o por uso final y tipo de combustible e incorporarlo en la descomposición. De ser posible, debería haber también una desagregación a nivel geográfico o regional, para reflejar los factores climáticos y sociales en el consumo total de energía. Si existiera información más detallada, sería preferible analizar el impacto de un mayor número de factores sobre el consumo energético (tal como el uso de capacidad instalada, el estado del tiempo, etc).

Un aspecto a destacar en el tema de la descomposición es la elección de definición de actividad. Lo ideal sería que la medición de la actividad seleccionada utilizara información fácilmente disponible, y que esté lo más acorde posible con los objetivos de las políticas y los programas del país o región u organización que lleva adelante el análisis.

Generalmente los índices son establecidos para examinar los cambios en el tiempo de los factores o efectos que se descomponen. Cuatro criterios importantes son usados para determinar la elección de la metodología de análisis del índice de descomposición⁴:

- La metodología seleccionada debe contar con un adecuado sustento teórico, p.e.: el término residual⁵ o de interacción debería ser insignificante o no existir; y debe atender también el requerimiento del índice sobre reversibilidad en el tiempo.
- La metodología del índice debe poder ser aplicable a todos los sectores y sub-sectores de forma que todos ellos puedan ser interpretados en la misma forma, haciendo posible agregar los resultados de los sub-sectores.
- La interpretación del índice debe ser sencilla (p.e.: los resultados deben ser de fácil comprensión).
- La información para el cálculo de los diferentes efectos debe encontrarse disponible.

En la Tabla A.1 se comparan algunas metodologías comunes del índice de descomposición. Se distinguen entre sí mayormente por las ponderaciones que se aplican a los varios sectores o sub-sectores y por la presencia o la distribución de un término residual (o de interacción).

Tabla A.1 • Comparación de los diferentes métodos de análisis de descomposición

Índice	Descomposición perfecta ⁶	Adición de sub-sectores	Reversible en el tiempo	Fácil de entender
LMDI I	Si	Si	Si	Moderado
Laspeyres refinado	Si	Si	No	Moderado
LMDI II	Si	No	Si	Moderado

4. Los métodos de análisis de descomposición derivan de la teoría del índice numérico de precio/económico.

5. Es tolerable que exista como parte del análisis de descomposición un pequeño residual o término de interacción que esté en relación a todos los demás factores.

6. Sin término residual

Índice	Descomposición perfecta ⁶	Adición de sub-sectores	Reversible en el tiempo	Fácil de entender
Fischer Ideal	Si	No	Si	Moderado
Promedio simple/ media aritmética/ divisia (Törnqvist)	No	No	Si	Moderado
PMD I and II ajustado	No	Si	Si	Difícil
Paasche	No	Si	No	Muy fácil
Laspeyres simple	No	Si	No	Muy fácil

Una misma metodología puede tener múltiples formas como resultado de la elección del año base y el tipo de forma matemática o configuración (análisis aditivo o multiplicativo).

La elección del año base es sumamente importante y puede ser año base fijo o concatenado. Un año base concatenado es donde no hay un único año base y requiere información de series temporales y para cada año se utiliza como base el año anterior. Se considera que el método de concatenación produce resultados más precisos y facilita el análisis de múltiples periodos de tiempo.

La elección de una configuración aditiva o multiplicativa depende en gran medida de la disponibilidad de información y de si el impacto de los efectos individuales o factores examinados como parte del análisis de descomposición se necesitan en forma de cambio relativo o valor absoluto. La diferencia entre la configuración aditiva y multiplicativa se presenta en la Tabla A-2. Para una descomposición perfecta el término residual para el análisis aditivo debería ser 0, mientras que para la multiplicativa debería ser 1.

Tabla A.2 • Comparación de los métodos de análisis de descomposición de tres factores aditivo y multiplicativo

Aditivo (En forma de suma)	Multiplicativo (En forma de producto)
$\Delta E = \Delta E_{ACT} + \Delta E_{STR} + \Delta E_{INT} + E_{RSD}$	$R = R_{ACT} \cdot R_{STR} \cdot R_{INT} \cdot R_{RSD}$
Donde: $\Delta E = E^{añoT} - E^{año0}$	$R = E^{añoT} / E^{año0}$
<i>Donde: ACT = Actividad, STR = Estructura, INT = Intensidad, RSD = Residual</i>	

La metodología del Índice Divisia de Media Logarítmica I (del Inglés: LMDI I) (Tabla A.3) atiende tres de los cuatro criterios examinados en la Tabla A.1, de los cuales el más importante es la descomposición perfecta (p.e.: no produce un término residual). Sin embargo, se considera relativamente difícil de comunicar a los no expertos y no es apropiado donde existan ceros o números negativos entre los datos que se estén analizando.

Tabla A.3 • Ejemplo de metodología con tres factores del Índice Divisia de Media Logarítmica

	Aditivo	Multiplicativo
Efecto de Actividad (A)	$E_t^A = \sum_i L(E_i^T, E_i^0) \cdot \ln \left(\frac{A^T}{A^0} \right)$	$R_t^A = \exp \sum_i \left(\frac{L(E_i^T, E_i^0)}{L(E^T, E^0)} \cdot \ln \left(\frac{A^T}{A^0} \right) \right)$
Efecto Estructural (S)	$E_t^S = \sum_i L(E_i^T, E_i^0) \cdot \ln \left(\frac{S_i^T}{S_i^0} \right)$	$R_t^S = \exp \sum_i \left(\frac{L(E_i^T, E_i^0)}{L(E^T, E^0)} \cdot \ln \left(\frac{S_i^T}{S_i^0} \right) \right)$
Efecto de Intensidad (I)	$E_t^I = \sum_i L(E_i^T, E_i^0) \cdot \ln \left(\frac{I_i^T}{I_i^0} \right)$	$R_t^I = \exp \sum_i \left(\frac{L(E_i^T, E_i^0)}{L(E^T, E^0)} \cdot \ln \left(\frac{I_i^T}{I_i^0} \right) \right)$
	$E^T =$ consumo energético en año T $E^0 =$ consumo energético en año 0 $i =$ sub-sector o uso final	$L(a,b) = \frac{a-b}{\ln a - \ln b}$ con $a, b > 0$ and $a \neq b$ $\ln =$ log. natural exp = exponential

La metodología simple de Laspeyres (Tabla A.4) se le conoce como siendo fácil de entender y comunicar. Sin embargo, hay un término residual en ésta metodología, el que puede llegar a ser significativo (en particular cuando se examinan largos períodos de tiempo o cambios muy rápidos como los que ocurren durante las recesiones o las expansiones), y genera cuestionamientos acerca de la precisión y utilidad de los resultados de la descomposición al usar ésta metodología.

Tabla A.4 • Ejemplo de la metodología Laspeyres de tres factores

	Aditivo	Multiplicativo
Efecto de Actividad (A)	$E_t^A = A_t \cdot \sum_i S_0^i \cdot I_0^i - E_0$	$R_t^A = \frac{A_t \cdot \sum_i S_0^i \cdot I_0^i}{E_0}$
Efecto Estructural (S)	$E_t^S = A_0 \cdot \sum_i S_t^i \cdot I_0^i - E_0$	$R_t^S = \frac{A_0 \cdot \sum_i S_t^i \cdot I_0^i}{E_0}$
Efecto de Intensidad (I)	$E_t^I = A_0 \cdot \sum_i S_0^i \cdot I_t^i - E_0$	$R_t^I = \frac{A_0 \cdot \sum_i S_0^i \cdot I_t^i}{E_0}$
$t =$ año final, $0 =$ año base, $i =$ sub-sector o uso final		

Los resultados del análisis de descomposición incluidos en éste manual han sido calculados utilizando un análisis de descomposición⁷ basado en la metodología de descomposición del Índice Simple de Laspeyres. Una vez que el impacto relativo en el consumo energético debido a cambios en cada componente examinado han sido calculados, es posible aislar los impactos en el consumo energético relacionados a mejoras en la eficiencia energética a nivel de uso final (reducciones en la intensidad energética) – p.e.: para separarlos de los cambios derivados de variaciones en los componentes de actividad o estructura por ejemplo en un análisis de descomposición de tres factores.

El **Uso hipotético de energía** (del Inglés: Hypothetical Energy Use - HEUⁱ) se define como el consumo energético que habría ocurrido en el año t si las intensidades energéticas en cada sector se hubiesen mantenido constantes los valores de su año base.

$$HEU_t^i = \frac{E_t}{R_t^i}$$

Ahorros de energía debido a reducción en las intensidades energéticas pueden definirse como la diferencia entre el uso hipotético de energía y el consumo energético real.

$$AHORROS_t^i = HEU_t^i - E_t$$

El análisis puede extenderse para examinar cambios en las emisiones (G) de dióxido de carbono (CO₂) al introducir la dimensión del mix de combustible o la intensidad de carbono (o intensidad de CO₂) como factores adicionales. Un mix de combustible (F) puede ser usado para representar cambrones en la participación (incluyendo electricidad) entre los usos finales y una intensidad de carbono (C) en referencia a las emisiones de CO₂ por unidad de energía consumida.

$$F_t^{i,f} = \frac{E_t^{i,f}}{E_t^i} \quad C_t^{i,f} = \frac{G_t^{i,f}}{E_t^{i,f}}$$

Las **emisiones de CO₂** (G) en un sector pueden entonces descomponerse según los efectos de la actividad, estructura, intensidad energética, mix de combustible e intensidad de carbono de acuerdo a la siguiente fórmula, donde f es el tipo de combustible:

$$G_t = A_t \cdot \sum_i \left[S_t^i \cdot I_t^i \cdot \sum_f (F_t^{i,f} \cdot C_t^{i,f}) \right]$$

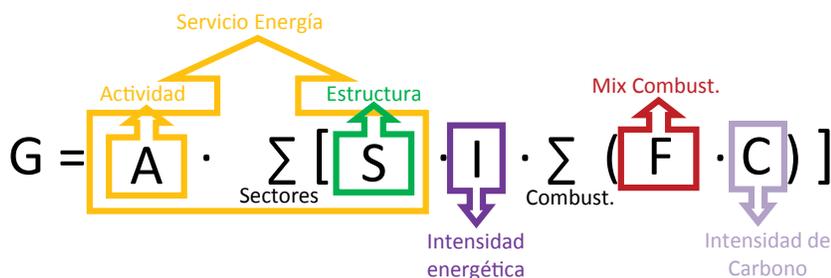
Esto hace posible calcular las emisiones de CO₂ hipotéticas así como los ahorros de CO₂. Por ejemplo, las siguientes dos formulas presentan el efecto de intensidad de carbono y los ahorros correspondientes:.

7. Véase Anexo A de la publicación de la AIE *Energy Use in the New Millennium — Trends in IEA Countries* (AIE, 2007) y el Capítulo 2 de *Oil Crises & Climate Challenges-30 years of Energy use in IEA countries* (AIE, 2004) para una descripción de la metodología de la AIE para el análisis de descomposición de tres factores.

$$G_t^C = \frac{A_0 \cdot \sum_i [S_0^i \cdot I_0^i \cdot \sum_f (F_0^{i,f} \cdot C_t^{i,f})]}{G_0} \quad AHORROS CO_2^C = \frac{G_t}{G_t^C} - G_t$$

La separación entre el efecto de energía en servicios y el efecto de la energía o intensidad de CO₂ según se muestra en la figura A-1 es importante desde una perspectiva de políticas ya que restringir la demanda de energía en servicios es raramente un objetivo de las políticas. El abordaje de descomposición usado por la AIE permite observar los impactos de los elementos relacionados a la energía y la intensidad de CO₂ separadamente de los cambios en los componentes estructurales y de actividad del uso de la energía. Esto ayuda tanto a determinar dónde las políticas pueden ser más efectivas como también a monitorear su progreso una vez que éstas han sido implementadas.

Figura A.1 • Descripción básica de factores en la descomposición de CO₂



Anexo B Iniciativas en el Desarrollo de Indicadores de Eficiencia Energética

Existen una serie de iniciativas regionales y nacionales que apoyan el desarrollo de indicadores energéticos como una herramienta para la formulación de políticas. Este anexo resume el estado actual de los trabajos en indicadores de energía para una selección de organizaciones regionales y países miembro de la Agencia Internacional de Energía (AIE).

Eurostat

Eurostat es la oficina de estadísticas de la Unión Europea, situada en Luxemburgo. Su función es la de proporcionar a la Unión Europea las estadísticas a nivel Europeo que permitan hacer comparación entre países y regiones. El principal rol de Eurostat es el de procesar y publicar información estadística comparable a nivel Europeo. Eurostat también trabaja junto a países miembro para alcanzar un “lenguaje” estadístico común que englobe conceptos, métodos, estructuras y estándares técnicos. Eurostat proporciona un amplio abanico de información estadística sobre el consumo energético.

Para ver más información sobre Eurostat y acceder a la información, se sugiere visitar: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home>

ODYSSEE Network

La base de datos ODYSSEE sobre indicadores de eficiencia energética se ha convertido en una referencia para evaluar y monitorear el desempeño anual en eficiencia energética y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) para EU-27, Croacia y Noruega. La base de datos, que incluye 200 indicadores y cubre el período 1980 a 2010 para EU-15 y de 1996 a 2010 para EU-27 es utilizado también para monitorear y evaluar políticas de eficiencia energética, tanto a nivel nacional como de la Unión Europea (UE). Esta base de datos es actualizada regularmente (al menos anualmente) y promueve el uso de una metodología en común para producir indicadores comparativos para la eficiencia energética. Los datos son recolectados principalmente de fuentes nacionales, con alguna información adicional de Eurostat. Los indicadores en la base de datos de ODYSSEE cubren tanto la eficiencia energética y emisiones de CO₂. ADEME¹, la Agencia Francesa del Medio Ambiente y Gestión de la Energía, lidera el proyecto con la asistencia de Enerdata, el coordinador técnico responsable de la recolección de reportes de las agencias nacionales.

Es posible encontrar información adicional sobre ODYSSEE en: www.odyssee-indicators.org

1. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)

Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency

El Centro Regional para la Energía Renovable y la Eficiencia Energética (del Inglés: RCREEE) es una organización regional sin fines de lucro que apunta a promover e incrementar la adopción de prácticas de energía renovable y eficiencia energética en la región Árabe. RCREEE se une a gobiernos regionales y organizaciones globales para iniciar y liderar los diálogos, estrategias, tecnologías y desarrollo de capacidad sobre políticas de energía limpia a efectos de aumentar la participación de los estados Árabes en la energía del mañana. En 2011, Plan Blue y RCREEE dieron comienzo al proyecto de Indicadores de Eficiencia Energética en los Países del Mediterráneo Oriental y Meridional. Los principales objetivos del proyecto son:

- reforzar las capacidades de expertos públicos y privados en el cálculo y análisis de indicadores de eficiencia energética
- diseminar en los países objetivo una cultura de indicadores entre quienes desarrollan políticas
- llamar la atención entre quienes formulan las políticas nacionales sobre las dificultades relacionadas con el acceso, disponibilidad, y confiabilidad de los datos sobre energía y socio-economía
- promover el intercambio de experiencias y datos entre países de esta región de forma de desarrollar gradualmente una base de datos regional similar al de ODYSSEE en Europa
- crear una red regional de expertos capaz de diseñar, calcular y analizar indicadores de eficiencia energética como una herramienta para la evaluación de impactos de las políticas de eficiencia energética en la región.

Es posible obtener más información sobre RCREEE en: www.rcreee.org

Asia-Pacific Economic Cooperation's Energy Working Group

El Grupo de Trabajo de Energía de la Cooperación Económica de Asia-Pacífico (del Inglés: APEC EWG) fue creado en 1990 con el principal objetivo de maximizar la contribución del sector energía al bienestar económico y social de la región, a la vez de mitigar los efectos medioambientales del uso y abastecimiento de energía. Reconociendo la importancia de la información y estadísticas energéticas, el EWG creó un grupo de expertos en información y análisis de energía (del Inglés: EGEDA), EGEDA desarrolló la base de datos de APEC y estableció una red de recolección de información de energía entre las economías de sus miembros.

EGEDA ha propugnado la generación de capacidades en estadísticas energéticas y análisis de indicadores de energía en la región de la APEC, lo que incluye la recolección de información sobre consumo energético.

Es posible obtener más información sobre EGEDA en: www.iecej.or.jp/egeda/

Economic Commission for Latin America and the Caribbean

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, es una comisión regional de las Naciones Unidas para impulsar la cooperación económica. CEPAL incluye 44 estados miembro y ocho miembros asociados. CEPAL publica estadísticas, incluyendo las áreas económica, demográfica, social y medioambiental, con una cobertura que alcanza los países de esas regiones. En 2001 CEPAL comenzó la implementación de una base de datos sobre indicadores de eficiencia energética.

A comienzos de 2013, 11 países estaban participando en esta iniciativa. La base de datos, que se base en el modelo ODYSSEE, incluye datos desde el 2001 en adelante.

Es posible obtener más información sobre CEPAL en: www.cepal.org/

Asian Development Bank

Por muchos años el Banco de Desarrollo de Asia (del Inglés: ADB) ha asistido a aquellos miembros que son países en desarrollo (del Inglés: DMCs) a recolectar y diseminar mejor información estadística. El ADB disemina información sobre los indicadores clave sobre aspectos económicos, financieros, y sociales, compilados de los DMCs y otras fuentes internacionales.

Además, se desarrollan indicadores detallados del transporte, y se compilan a través de las siguientes dos iniciativas más destacadas:

- Desarrollo del nuevo marco Categorización de Valuación del Transporte Sustentable (del Inglés: STAR) para guiar el diseño de proyectos de transporte, de forma que se hagan en forma más económicamente, socialmente y medioambientalmente, sustentable. El marco incluye indicadores que miden la sustentabilidad relativa de un proyecto según varios aspectos de sustentabilidad.
- Desarrollo de información y una herramienta de recolección estadística, la cual proporciona referencias a la iniciativa Global Transport Intelligence (del Inglés: GTI) para países en la región de Asia y el Pacífico. Uno de los principales resultados de éste esfuerzo será la publicación "Transport Statistics and Outlook for Asia and the Pacific".

Es posible obtener más información sobre ADB en: www.adb.org

Cement Sustainability Initiative

Bajo el paraguas de la organización conocida como Iniciativa de Sustentabilidad del Cemento (del Inglés: CSI) que es parte del World Business Council for Sustainable Development, una serie de grandes empresas cementeras han acordado una metodología para calcular las emisiones de CO₂, con la visión de hacer reportes de estas emisiones con varios propósitos.

El CSI también lleva adelante la base de datos global de energía y desempeño de CO₂ en el sector cementero: "Getting Numbers Right". La base de datos cubre más de 900 plantas de producción, pertenecientes a 46 empresas, representando aproximadamente el 26% de la producción mundial de cemento. Reportes mundiales y regionales conteniendo información hasta 2010 están a disposición en: www.wbcscement.org/co2data

Es posible obtener más información sobre CSI en: www.wbcscement.org/

International Aluminium Institute

El Instituto Internacional del Aluminio (del Inglés: IAI), que cubre cerca del 80% de la producción mundial de aluminio, provee información de la actividad y la energía en base anual. El uso de electricidad de las refineras de aluminio y el consumo energético para la producción de alúmina se monitorean en forma separada. Los resultados a nivel regional se encuentran disponibles públicamente.

Es posible obtener más información sobre IAI en: www.world-aluminium.org/

Global Fuel Economy Initiative

La Iniciativa Global para Economía de Combustible (del Inglés: GFEL) existe para promover el debate y discusión acerca de la economía de combustible. En base a la evidencia actual sobre las tecnologías existentes, se cree que grandes avances podrían lograrse respecto a la economía de combustible, avances que podrían ayudar a todos los países y particularmente aquellos del mundo en desarrollo, para atender los acuciantes temas del cambio climático, seguridad energética y movilidad sustentable. En el largo plazo el grupo espera ver mejoras reales en la capacidad de economía de combustible de la flota mundial de automóviles. A este extremo, continuará llamando la atención, presentando evidencia y ofreciendo apoyo de un modo que permita que más y más países adopten estándares efectivos de economía de combustible y políticas que funcionen en sus propias circunstancias y con sus flotas. Dentro de las actividades de la cooperación, la AIE ha desarrollado un ejercicio bianual para recabar, compilar y analizar la información sobre el promedio de economía de combustible de los vehículos nuevos para dar seguimiento a la evolución de la eficiencia energética de los automóviles nuevos. La más reciente actualización del trabajo sobre tales indicadores fue publicada a comienzos de 2013 y puede ser descargada en:

www.globalfueleconomy.org/Documents/Publications/wp8_international_comparison.pdf.

World Resources Institute EarthTrends

EarthTrends, basada en las series del World Resources Institute (del Inglés: WRI), es una fuente en línea gratuita que resalta las tendencias medioambientales, sociales y económicas que dan forma a nuestro mundo. El sitio ofrece al público una amplia colección de estadísticas vitales, mapas y gráficas para más de 200 países.

Mucha de la información medioambiental en Internet se encuentra fragmentada, sepultada o disponible a un cierto precio. EarthTrends combina información de más de 40 de las agencias de estadísticas que son líderes a nivel mundial, junto con mapas y análisis generados en WRI, en un mismo sitio para permitir una búsqueda y acceso más rápido. EarthTrends complementa su contenido con meta datos detallados que brindan información sobre metodologías de investigación y la confiabilidad de la información. Todas estos recursos se ponen a disposición del público sin costo.

El sitio está recibiendo un profundo mantenimiento y será relanzado en breve.

www.wri.org/project/earthtrends/

Anexo C

Abreviaciones, Acrónimos y Unidades de Medida

1

Abreviaciones y Acrónimos

AH	alto horno
AIE	Agencia Internacional de la Energía
CEU	consumo energético unitario
CIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (del Inglés: International Standard Industrial Classification)
CO ₂	dióxido de carbono
CSI	Iniciativa de Sustentabilidad del Cemento (del Inglés: Cement Sustainability Initiative)
EMEE	estándares mínimos de eficiencia energética
EUA	Estados Unidos de América
GDC	grados-día de calefacción
GDE	grados-día enfriamiento
GLP	gas licuado de petróleo
GPS	sistema de posicionamiento global (del Inglés: global positioning systems)
HAE	horno de arco eléctrico
HBO	horno básico al oxígeno
HFA	horno de fundición abierto
HRD	hierro de reducción directa, u horno de reducción directa
IAI	Instituto Internacional del Aluminio (del Inglés: International Aluminium Institute)
IEE	indicador de eficiencia energética
LEDs	diodos emisores de luz (del Inglés; light-emitting diodes)
LFCs	lámparas fluorescentes compactas
LMDI	Índice Divisia de Media Logarítmica (del Inglés: Log Mean Divisia Index)
MPTs	mejores prácticas tecnológicas
MTDs	mejores tecnologías disponibles
NYMEX	New York Mercantile Exchange
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos
ODYSSEE	Online Database for Yearly Assessment of Energy Efficiency
PIB	producto interno bruto
PMD	Método Paramétrico de Divisia (del Inglés: Parametric Divisia Method)
PPA	paridad de poder adquisitivo
PyMEs	Pequeñas y Medianas Empresas
RPM	revoluciones por minuto

SGE	sistema de gestión de la energía
TCM	tipo de cambio del mercado
TIC	tecnologías de la información y comunicación
UE	Unión Europea
VDUs	vehículo deportivo utilitario
VTLs	vehículos de transporte ligero

2 Unidades de Medida

EJ	exajulio (10^{18} julios)
energía/pkm	energía por pasajero-kilómetro
energía/tkm	energía por tonelada-kilómetro
GtCO ₂	gigatoneladas de dióxido de carbono (= 10^9 toneladas de CO ₂)
kg	kilogramos
kWh	kilovatio-hora (10^3 vatio-hora)
MWh	megavatio-hora (= 10^6 vatio-hora)
t	tonelada
tCO ₂	tonelada de dióxido de carbono (CO ₂)
TWh	teravatio-hora (= 10^{12} vatio-hora)

Anexo D

Glosario

Alto Horno: Este tipo de horno metalúrgico es utilizado para la refinación del metal. El mineral y el combustible son continuamente cargados por la parte superior del horno, mientras que una corriente de aire (oxígeno) es forzada desde el fondo de la cámara, de forma que la reacción química tenga lugar a lo largo del recorrido descendente del material. Los productos finales son en general el metal fundido y una fase de escoria que se obtienen al fondo, y los gases resultantes de la combustión son barridos saliendo por la parte superior. Este tipo de horno es típicamente utilizado para la refinación de mineral de hierro para producir arrabio, un material intermedio usado en la producción comercial de hierro y acero.

Análisis de descomposición: Descomposición o factorización refiere a desglosar en sus distintas partes constitutivas (o factores) el valor total de consumo energético.

Balance energético: La presentación de estadísticas energéticas expresadas en unidades naturales en la forma de balance de commodities entre oferta y uso de commodities energéticos.

Calor: El calor puede obtenerse de la combustión de los combustibles, los reactores nucleares, reservas geotérmicas, captación termo-solar, procesos químicos exotérmicos y bombas de calor (que pueden extraerlo del aire ambiente o líquidos; y puede ser utilizado para calentamiento de agua en los hogares, calentamiento o refrigeración de ambientes, o calor de proceso industrial. La mayoría del calor incluido en ésta categoría proviene de la combustión en instalaciones de co-generación, si bien algunas pequeñas cantidades son producidas en base a fuentes geotérmicas, bombas de calor impulsadas eléctricamente, y calderas.

Calor Comercial: En países donde las características climáticas conllevan a un uso extendido de calefacción, se ha desarrollado un mercado para la comercialización de energía en forma de calor; al que se ha dado en llamarle “calor comercial” (del Inglés: Commercial Heat), e incluye únicamente al calor producido para la venta.

Carbón: El Carbón involucra tanto el carbón primario (que incluye antracita y lignito) así como a los combustibles derivados del carbón (aglomerado de carbón, briquetas de lignito, coque de coquería, coque de gas, gas de fábrica de gas, gas de coquería, gas de alto horno, y gas de convertidor al oxígeno) También se incluye la turba.

Co-generación: Co-generación refiere a la producción combinada de calor y electricidad. En Inglés también referido como “Combined Heat and Power (CHP)”, es una tecnología en la cual se produce electricidad conjuntamente con agua caliente o vapor, siendo éstos últimos utilizados para calefacción municipal u otros usos, con lo cual se aumenta la eficiencia total en comparación a lo que se logra cuando la electricidad y el calor se producen en forma separada.

Conservación de energía: Refiere a limitar o reducir el consume energético mediante cambios en estilo de vida o en el comportamiento (p. ej.: apagando los luces en las habitaciones no ocupadas)

Consumo total final: El consumo total final (CTF) es la suma del consumo de los diferentes sectores de uso final. CTF se desglosa en demanda de energía en los siguientes sectores: industria (incluyendo manufactura y minería), transporte, residencial, servicios y otros (incluyendo agricultura y consumo no-energético).

Corrección por Clima: La corrección por clima es un ajuste que se hace al consume energético para calefacción o refrigeración de ambientes a efectos de normalizar el patrón de consumo a través del tiempo mediante la eliminación del impacto de las variaciones interanuales de temperatura.

Demanda total de energía primaria: Corresponde al total de la demanda de energía en tierra firme y por tanto – salvo cuando se hable de consumo mundial de energía - excluye el combustible del transporte marítimo conocido como “bunker”.

Eficiencia energética: Consiste en limitar o reducir el consume de energía mediante la adopción de artefactos o equipos más eficientes (p. ej.: uso de lámparas compactas fluorescentes en sustitución de lámparas de filamento incandescente). Algo es más eficiente energéticamente si proporciona más servicios utilizando la misma cantidad de energía, o el mismo servicio utilizando menos energía.

Emisiones directas: Las emisiones que son directamente atribuibles a un determinado equipamiento del edificio en base a su uso final de energía.

Emisiones indirectas: En general refieren a emisiones que son atribuidas a la generación de electricidad en una planta central de generación o co-generación. También podría referirse a la energía o procesos industriales involucrados en los sistemas de calefacción municipal o redes de refrigeración.

Factorización: Véase “Análisis de descomposición”.

Gas natural: Comprende los gases que se encuentran en estado natural en yacimientos o depósitos subterráneos, sea en forma líquida o gaseosa, constituido mayormente por metano. Incluye tanto el “gas no asociado” proveniente de campos con producción de hidrocarburos que se encuentran únicamente en estado gaseoso, así como el “gas asociado” producido en asociación con el petróleo crudo, así como el metano recuperado en las minas de carbón (gas de mina).

Generación eléctrica (o de calor): Uso de combustible en las plantas de generación eléctrica, generación de calor, o co-generación. Se incluyen tanto las plantas de servicio público, así como las pequeñas plantas que producen para uso particular (autoprodutores).

Grados-día de calefacción (GDC): Refiere al requerimiento estacional total de calefacción que es necesario para proporcionar confort según el punto de regulación deseado de temperatura comparado con el promedio diario de temperatura (ya sea promedio actual o histórico). El punto de regulación deseado varía según las preferencias y/o comportamiento del consumidor, pero los ingenieros de diseño usualmente siguen un protocolo estándar por país o región. Por ejemplo, si se desea una temperatura de 20°C y el promedio diario de temperatura es de 5°C, habría 15 GDC para ese día. La totalidad de días en los que se requiere encender

la calefacción son sumados para calcular el total de GDC para la estación, los que podrían mostrar grandes variaciones para distintos lugares según el clima particular en cuestión.

Grados-día de Enfriamiento (GDE): Refiere al requerimiento estacional total de refrigeración que es necesario para proporcionar confort según el punto de regulación deseado de temperatura comparado con el promedio diario de temperatura (ya sea promedio actual o histórico). El punto de regulación deseado varía según las preferencias y/o comportamiento del consumidor, pero los ingenieros de diseño usualmente siguen un protocolo estándar por país o región. Por ejemplo, si se desea una temperatura de 20°C y el promedio diario de temperatura es de 30°C, habría 10 GDR para ese día. La totalidad de días en los que se requiere encender la refrigeración son sumados para calcular el total de GDE para la estación, los que podrían mostrar grandes variaciones para distintos lugares según el clima particular en cuestión.

Horno básico al Oxígeno: Proceso por el cual el metal de hierro en estado líquido es convertido en acero, utilizando inyección de oxígeno

Hierro de reducción directa: Producto manufacturado a través de la reducción química del mineral de hierro en su estado sólido.

Horno de arco eléctrico (HAE): El tipo de horno utilizado para la refinación de chatarra de hierro u otros metales utilizando electricidad en forma de arco eléctrico en la cámara de fundición.

Horno de solera abierta (HSA): Es un tipo antiguo de horno metalúrgico (también conocido como Martin-Siemens) usado para producir arrabio y escoria en la producción de acero en bruto a través de un proceso por lotes donde la carga del horno es calentada por llama directa y la radiación del techo y las paredes del horno.

Horno seco de cemento: Es el que se utiliza para producción de cemento sin utilizar insumo de agua o mezcla lodosa de piedra caliza.

Intensidad energética: Es el cociente entre la energía utilizada y un denominador consistente en una magnitud física o indicador económico.

Mejores prácticas tecnológicas: En contraste con las MTD, las mejores prácticas tecnológicas es un término utilizado para referirse a las tecnologías y/o procesos que ya se encuentran de hecho en aplicación.

Mejores tecnologías disponibles: Se considera que son aquellas con el grado más avanzado de desarrollo (estado del arte) respecto a los procesos, instalaciones o métodos de operación, que incluye consideraciones respecto a la aplicación práctica de una medida en particular a efectos de mejorar la eficiencia energética.

Paridad de Poder Adquisitivo: PPA (también referido en algunos lugares como Paridad de Poder de Compra, PPC) es el coeficiente de conversión de moneda que permite igualar la capacidad de compra de diferentes monedas. Para esto se tiene en cuenta las diferencias en los niveles de precios y los patrones de gasto entre los distintos países.

Petróleo: El petróleo incluye al petróleo crudo, condensados, líquidos del gas natural, materias primas de refinería y aditivos, otros hidrocarburos (incluyendo

petróleos emulsionados, petróleo crudo sintético de arenas bituminosas, aceite de esquisto bituminoso, etc., líquidos obtenidos de la licuefacción de carbón) y productos derivados del petróleo (gas de refinería, gases licuados de petróleo, gasolina de aviación, gasolina de motor, carburante para aviones de retropropulsión, queroseno, gasóleo y carburante diesel, fuel-oil pesado, nafta, alcohol industrial “white spirit”, lubricantes, betún, ceras de parafina y coque de petróleo).

Producción de electricidad: Cantidad total de electricidad producida por una planta generadora; incluye la electricidad con destino a uso propio así como también las pérdidas técnicas en el sistema de transmisión y distribución.

Producto interno bruto: Producto interno bruto (PIB) es el valor de mercado de todos los bienes y servicios finales oficialmente reconocidos que son producidos en un determinado país. En algunos países también se le refiere como PBI (Producto bruto interno).

Renovables: Incluye la energía obtenida mediante la transformación de energía proveniente de la biomasa y desechos, geotérmica, hidráulica, solar fotovoltaica, solar concentrada, eólica y marina (mareomotriz y undimotriz) para la generación de electricidad y/o calor.

Sub-sector Residencial: El sub-sector residencial incluye aquellas actividades relacionadas con las viviendas privadas. Abarca todas las actividades que utilicen energía en casas y apartamentos, incluyendo el calentamiento de agua y espacios, la refrigeración, iluminación, y el uso de artefactos. No incluye el consumo energético para el transporte personal, el que está integrado al sector transporte.

Sub-sector servicios: El sub-sector servicios incluye las actividades relacionadas al comercio, financieras, inmobiliarias, administración pública, salud, alimentos y hospedaje, educación, y servicios comerciales (Códigos 50 al 55 y 65 al 93 del ISIC). Este es también llamado el sector de servicio público y commercial. Abarca la energía consumida para calefacción de espacios, refrigeración y ventilación, calentamiento de agua, iluminación y en una serie de otros equipos misceláneos que consumen energía tales como equipamientos comerciales y artefactos para cocción, equipos de rayos X, equipamiento de oficina y generadores. El consumo energético para transporte, o para flotas de transporte comercial, está excluido del sub-sector servicios.

Valor añadido: El valor añadido (también referido en algunos países como “valor agregado”) es un concepto de contabilidad que indica el valor económico adicional que adquieren los bienes y servicios al ser transformados durante el proceso productivo. Cuando se hable de valor agregado es preciso diferenciar – en caso que corresponda – del concepto de un valor numérico “agregado”, expresión que suele utilizarse en el campo de la estadística para referirse al valor resultante de la interacción de diferentes factores, y que puede ser “desagregado” según la incidencia relativa de cada factor.

Agrupaciones regionales de países

África: Algeria, Angola, Benin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Cabo Verde, República Africana Central, Chad, Comoros, Congo, Costa de Marfil, República Democrática del Congo, Djibouti, Egipto, Guinea Ecuatorial, Eritrea, Etiopía, Gabon, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenia, Lesotho, Liberia,

Libia, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritania, Mauricius, Marruecos, Mozambique, Namibia, Niger, Nigeria, Reunión, Ruanda, Sao Tome and Principe, Senegal, Seychelles, Sierra Leona, Somalia, Sudáfrica, Sudan, Swaziland, Togo, Tunisia, Uganda, República Unida de Tanzania, Zambia y Zimbabwe.

China: refiere a la República Popular China, incluyendo Hong Kong.

Europa: Albania, Austria, Bélgica, Bosnia, Croacia, Chipre, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Macedonia, Malta, Holanda, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Serbia, República de Eslovaquia, España, Suecia, Suiza, Turquía y Reino Unido.

Unión Europea (27): Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Latvia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Holanda, Polonia, Portugal, Rumania, República de Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia y Reino Unido.

América Latina: Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bermuda, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guyana Francesa, Granada, Guadalupe, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Martinico, Antillas Holandesas, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, St. Kitts-Nevis-Anguilla, Santa Lucía, St. Vincent-Grenadines y Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay, y Venezuela.

Medio Oriente: Bahrein, Republica Islámica de Irán, Irak, Jordania, Kuwait, Líbano, Omán, Qatar, Arabia Saudita, Siria, Emiratos Árabes Unidos y Yemen.

No-OCDE: Incluye las agrupaciones regionales de: Asia No-OCDE, No-OCDE de Europa y Eurasia, Medio Oriente, África y No-OCDE de América Latina.

No-OCDE Asia: Afganistán, Bangladesh, Bután, Brunei Darussalam, Camboya, Taipei de China, Islas Cook, República Democrática de Corea, Timor Oriental, Fidji, Polinesia Francesa, Hong Kong, India, Indonesia, Kiribati, Laos, Macao, Malasia, Maldivas, Mongolia, Nepal, Nueva Caledonia, Paquistán, Papua Nueva Guinea, República Popular China, Filipinas, Samoa, Singapur, Islas Salomón, Sri Lanka, Tailandia, Tonga, Vanuatu y Vietnam.

No-OCDE Europa y Eurasia: Albania, Armenia, Azerbaijón, Bielorrusia, Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Georgia, Kazajstán, Republica Kirguiz, Latvia, Lituania, Republica de Macedonia, Republica de Moldava, Rumania, Rusia, Serbia, Tayikistán, Turkmenistán, Ucrania y Uzbekistán. Por razones de estadística, ésta región también incluye Chipre, Gibraltar y Malta.

No-OCDE de América Latina: Antigua y Barbuda, Argentina, Aruba, Bahamas, Barbados, Belice, Bermuda, Bolivia, Islas Vírgenes Británicas, Islas Caimán, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Islas Falkland, Guyana Francesa, Granada, Guadalupe, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Martinicas, Montserrat, Netherlands Antillas Holandesas, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Santa Lucía, Saint-Pierre et Miquelon, Saint Kitts and Nevis, Saint Vincent and the Grenadines, Surinam, Trinidad y Tobago, Islas Turks y Caicos, Uruguay y Venezuela.

Oceanía: Australia y Nueva Zelanda.

OCDE: Incluye las agrupaciones regionales de OCDE de América, OCDE de Asia Oceanía y OCDE de Europa.

OCDE de América: Canadá, Chile, Méjico y Estados Unidos.

OCDE Asia Oceanía: incluye OCDE Asia, comprendiendo Japón, Corea e Israel, y OCDE Oceanía comprendiendo Australia y Nueva Zelanda.

OCDE Europa: Austria, Bélgica, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Polonia, Portugal, República Eslovaca, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Turquía y Reino Unido

Otras en desarrollo de Asia: el agrupamiento regional No-OCDE Asia excluyendo China y a veces excluyendo India (si es analizado separadamente).

Anexo E

Referencias

Prefacio

AIE (Agencia Internacional de Energía), (2014), *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos*, AIE Publishing, París.

AIE (2013), *Energy Efficiency Market Report*, AIE Publishing, París.

AIE (2007), *Mind the Gap: Quantifying Principal-Agent Problems in Energy Efficiency*, AIE Publishing, París.

AIE (2005), *Energy Statistics Manual*, AIE Publishing, París.

AIE (2004), *Oil Crises & Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA countries*, AIE Publishing, París.

La Metodología AIE para Analizar Tendencias en el Consumo Energético

AIE (Agencia Internacional de Energía), (2014), *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos*, AIE Publishing, París.

AIE (2013), *Energy Efficiency Market Report*, AIE Publishing, París.

AIE (2012), *Spreading the Net:- the Multiple Benefits of Energy Efficiency Improvements*, AIE Publishing, París.

Laitner, J., K. Ehrhardt-Martinez and V. McKinney(2009), *Examining the Scale of the Behaviour Energy Efficiency Continuum*, procedimiento de ECEEE 2009 estudio de verano, La Collesur Loup, junio 2009.

OCDE (Organización para la Cooperación y el del Desarrollo Económicos) (1996), *Environmental Indicators for Agriculture, Volume 1 Concepts and Frameworks*, OCDE Publishing, París.

Desarrollo de indicadores para el Sector Residencial

4E IA (La implementación de Acuerdo para un Programa de Cooperación en Eficiencia Eléctrica del uso final de Equipo) (2013), *4E Benchmarking Document: Domestic Refrigerated Appliances*, 4E IA, http://mappingandbenchmarking.iea-4e.org/shared_files/491/download.

AIE (Agencia Internacional de Energía), (2014), *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos*, AIE Publishing, París.

AIE (2013), *Transition to Sustainable Buildings: Strategies and Opportunities to 2050*, AIE Publishing, París.

BERD (Banco Europeo de Reestructurar y Desarrollo) (2011), *Russian Urban Housing Energy Efficiency Programme – Model Development: Analyse the Current State of the Housing Stock*, BERD, Moscú.

RNC (Recursos Naturales de Canadá) (2013), *National Energy Use Database*, Office of Energy Efficiency, RNC, Ottawa.

Desarrollo de indicadores para el Sector Servicios

AIE (Agencia Internacional de Energía), (2014), *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos*, AIE Publishing, París.

AIE (2007), *Mind the Gap: Quantifying Principal-Agent Problems in Energy Efficiency*, AIE Publishing, París.

McNeil, M. and V. Letschert (2008), *Global Potential of Energy Efficiency Standards and Labeling Programs*, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley.

Rosenquist, G., M. McNeil, M. Iyer, S. Meyers and J. McMahan (2006), *Energy Efficiency Standards for Equipment: Additional Opportunities in the Residential and Commercial Sectors*, Energy Policy, Vol. 34, Elsevier, Ámsterdam, pp. 3257–3267.

DENU (División de Estadística de las Naciones Unidas) (2008), *Clasificación Industrial Internacional Uniforme Rev. 4*, DENU, Nueva York.

Desarrollo de indicadores para el Sector Industria

AIE (Agencia Internacional de Energía), (2014), *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos*, AIE Publishing, París.

AIE (2012), *Energy Technology Perspectives 2012*, AIE Publishing, París.

AIE (2007), *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions*, AIE Publishing, París.

Asociación Mundial del Acero (WorldSteel), (2011), *Steel Statistical Yearbook 2011*, Bruselas.

CSI (Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento) (2013), *Getting the Numbers Right Database*, Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, CSI, Ginebra.

CE (Comisión Europea) (2001), *IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Non-Ferrous Metals Industry*, Bruselas / Sevilla.

IAI (Instituto Internacional del Aluminio) (2013), *Primary Aluminium Production*, IAI, Londres.

DENU (División de Estadística de las Naciones Unidas) (2008), *Clasificación Industrial Internacional Uniforme, Rev. 4*, DENU, Nueva York.

Desarrollo de indicadores para el Sector Transporte

AIE (Agencia Internacional de Energía), (2014), *Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos*, AIE Publishing, París.

AIE (2013), *Policy Pathway: The Tale of Renewed Cities*, AIE Publishing, París.

AIE (2012a), *Energy Technology Perspectives 2012*, AIE Publishing, París.

AIE (2012b), *Technology Roadmap:- Fuel Economy for Road Vehicles*, AIE Publishing, París.

AIE (2012c), *Policy Pathway:- Improving the Fuel Economy of Road Vehicles*, AIE Publishing, París.

Anexo A

AIE (Agencia Internacional de Energía), (2007), *Energy Use in the New Millennium*, AIE Publishing, París.

AIE (2004), *Oil Crises & Climate Challenges: 30 Years of Energy Use in IEA Countries*, AIE Publishing, París.

Anexo F

Pirámides Alternativas de AIE

Esta sección contiene pirámides de indicadores alternativas para cada sector de uso final examinado en este manual. Se presentan en ellas al menos cuatro niveles, mientras que en las pirámides incluidas en el texto principal de este manual hay tan solo tres niveles. Estas pirámides de cuatro niveles serían aplicables a países con información más bien detallada sobre el uso final de energía. En última instancia, la disponibilidad y homogeneidad de información dentro de los varios sectores y sub-sectores será lo que determine cuáles son los indicadores más apropiados a ser desarrollados por cada país. Las pirámides de indicadores deberían ser adaptadas de forma que tengan en cuenta las especificidades y situación de la información de cada país.

1

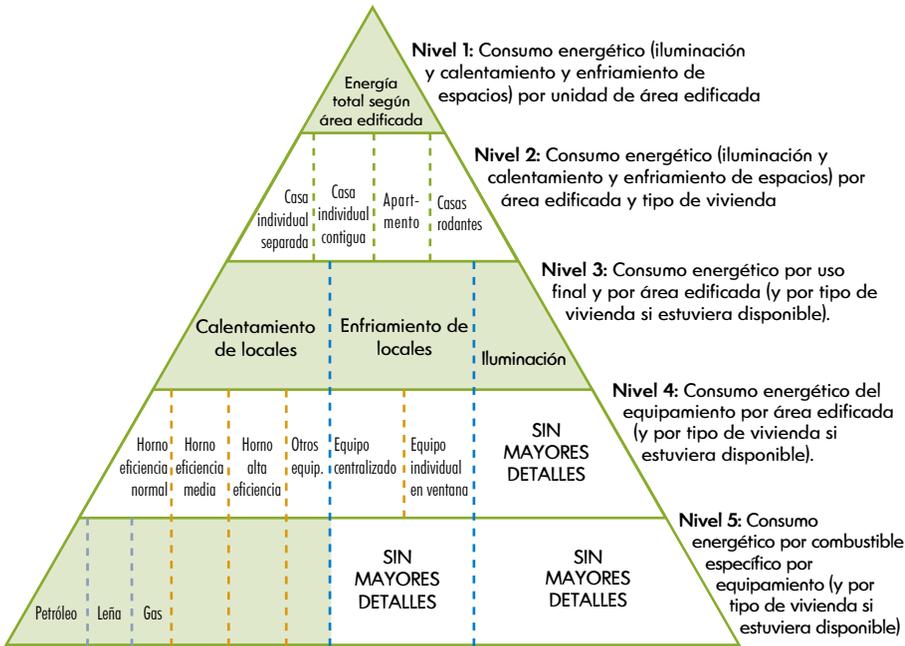
Ejemplo de pirámide alternativa de indicadores: Sector Residencial

El sector residencial incluye aquellas actividades relacionadas con las viviendas privadas; y cubre todas las actividades de uso de energía en apartamentos y casas, incluyendo calentamiento de agua y espacios, refrigeración, iluminación y el uso de artefactos. No incluye el transporte personal, el que es cubierto por el sector transporte.

Hay muchas formas de definir el marco analítico en el sector residencial. El nivel de detalle seleccionado mucho dependerá de la información disponible. Por ejemplo, en Canadá se usan dos diferentes pirámides: una para el consumo de energía relacionado al número de ocupantes, y otro para usos finales relacionados con relacionado al área edificada. Los indicadores son luego agregados utilizando consumos energéticos ponderados.

El ejemplo que sigue a continuación muestra las dos pirámides de indicadores para el sector residencial. Estas pirámides serían aplicables a países que cuentan con información más bien detallada. Este no es el caso para todos los países. Como se ha mencionado, la pirámide debería ser adaptada de forma que tenga en cuenta las especificidades y situación de la información.

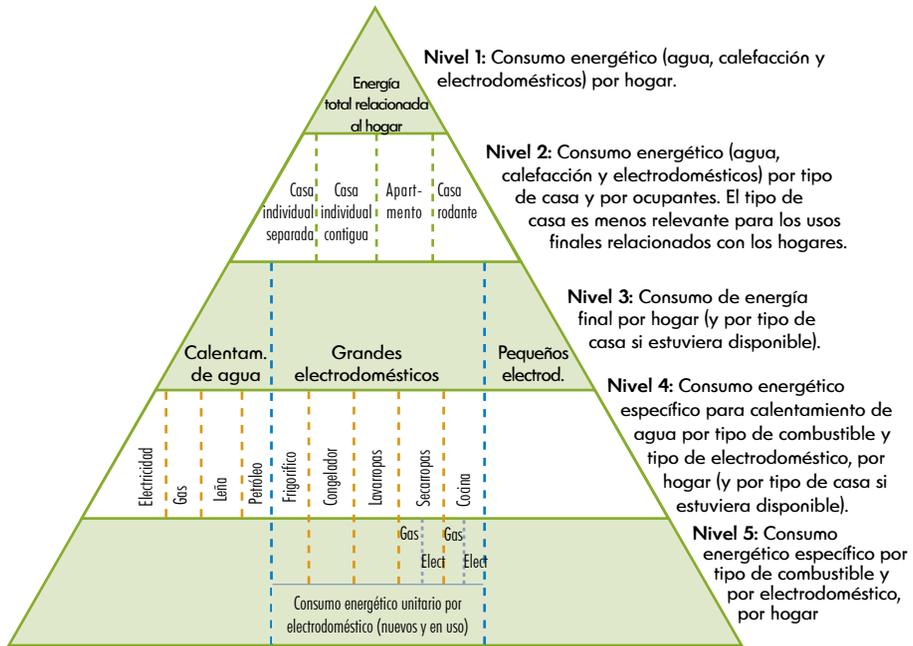
Figura F.1 • Pirámide del sector Residencial en base al área edificada



Datos solicitados en base de datos de la AIE

Nota: En algunos países se cuenta con la información por tipo de vivienda y por sistema de vivienda. Sin embargo, esta información no es recolectada por la AIE. La base de datos de la AIE contiene información para los niveles 1, 3 y 5 para 18 países miembros de la AIE. Algunos países tienen información más detallada de la que se dispone en la base de datos de la AIE.

Figura F.2 • Pirámide del sector Residencial en base al hogar



Nota: En algunos países se dispone de información por tipo de vivienda y por sistema de vivienda. Sin embargo, esta información no es recolectada por la AIE. La base de datos de la AIE contiene información para los niveles 1, 3, 4 y 5 con el número de cada país que reporta a la AIE dependiente del nivel de la pirámide. Algunos países tienen información más detallada de lo que se dispone en la base de datos de la AIE I

2

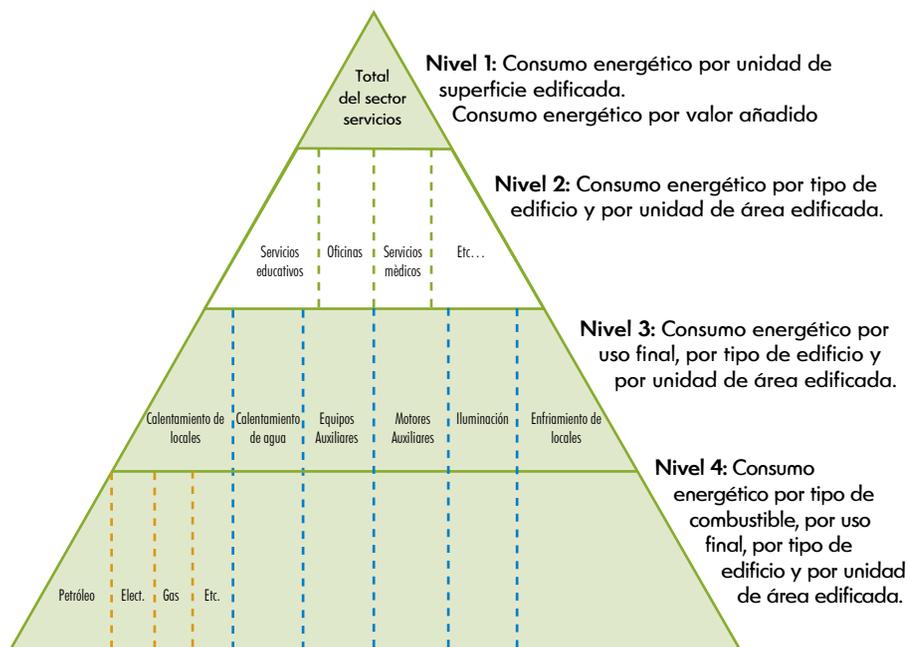
Ejemplo de pirámide alternativa de indicadores: Sector Servicios

El sector servicios incluye actividades relacionadas al comercio, finanzas, inmobiliario, administración pública, salud, educación y servicios comerciales.

Muy pocos países están en condiciones de analizar las tendencias en eficiencia energética en el sector servicios. El indicador agregado utilizado es en general el consumo energético en servicios por unidad de valor añadido en el sector servicios. Sin embargo, diferentes actividades del sector servicios pueden mostrar muy diferentes niveles de producción económica a la vez que consumen prácticamente la misma cantidad de energía. Por ejemplo, los edificios en el sector financiero pueden tener el mismo perfil de demanda de energía que los edificios en el sector de ventas, y aún así generar niveles significativamente diferentes de producción económica.

El consumo energético por unidad de superficie edificada es considerado por algunos países como el mejor indicador para éste sector.

Figura F.3 • Pirámide del sector Servicios



Notes: Para el caso de los países que reportan a la AIE, solo tres países reportan a la AIE el consumo energético por uso final (Nivel 3). Solo siete países reportan el área total edificada del sector servicios. La AIE está analizando la intensidad energética del sector servicios en base al valor añadido. Algunos países tienen información más detallada de lo que se dispone en la base de datos de la AIE.

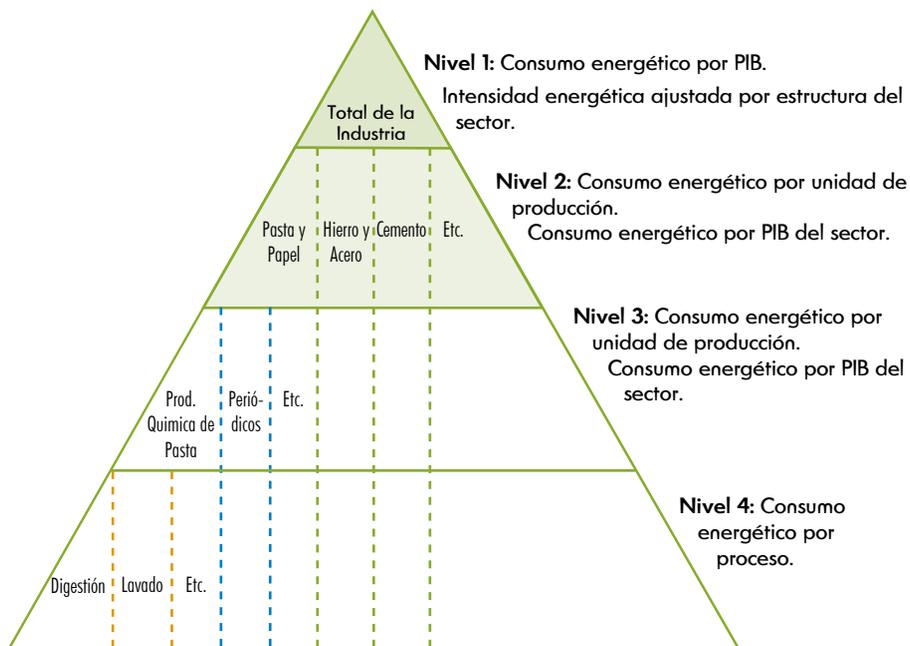
3

Ejemplo de pirámide alternativa de indicadores: Sector Industria

El sector industria cubre la manufactura de bienes y productos terminados, minería y extracción de materiales en bruto, y la construcción. La generación de electricidad, las refinerías y distribución de energía eléctrica, el gas y el agua están excluidos.

La pirámide de la industria muestra cómo este sector puede ser desagregado y los diferentes indicadores que pueden ser utilizados en cada nivel (Figura F.4). Esta descripción se presenta meramente en carácter ilustrativo y puede no ser de aplicación relevante para todos los países.

Figura F.4 • Pirámide del sector Industria



Datos solicitados en base de datos de la AIE

Nota: Para países pertenecientes a la AIE, la AIE contiene información a Nivel 2 en el sector industrial para 21 países miembro. Algunos países tienen información más detallada de lo que se dispone en la base de datos de la AIE.

Nivel 1: Sector Industrial Total

El indicador comúnmente utilizado a nivel agregado es el consume energético por unidad de PIB. Este coeficiente mide cuánta energía es necesaria para producir una unidad de producción económica. Sin embargo, sería inadecuado evaluar el desempeño de la eficiencia energética en base a este indicador ya que se ve afectado por una variedad de factores no-energéticos tales como la estructura de la industria, la calidad de los recursos, y para algunos sectores industriales, las condiciones climáticas.

Por ésta razón, muchos países desarrollan referencias de intensidad energética ajustadas por la estructura para el sector industrial total. La construcción de indicadores ajustados por estructura requiere la disponibilidad de datos de consumo energético y PIB en los niveles 2 o 3 de la pirámide.

Nivel 2 y nivel 3: Sectores de la Industria

Las industrias representadas en los niveles 2 y 3 generalmente difieren entre países según la disponibilidad de datos y la importancia relativa de cada industria.

A estos niveles, el mejor indicador para evaluar la eficiencia energética es el consumo energético por unidad de producción. Sin embargo, dado que algunos países son muy heterogéneos como para tener una única unidad de producción, el PIB (u otro valor monetario tal como la producción bruta) es la segunda mejor opción.

Nivel 4: Indicadores de proceso

La base de datos de indicadores de la AIE no contiene información del Nivel 4. Solamente un limitado número de países tiene información para un acotado número de industrias. Sin embargo, incluso la información en forma parcial para éste nivel podría ayudar a explicar las tendencias en consumo energético.

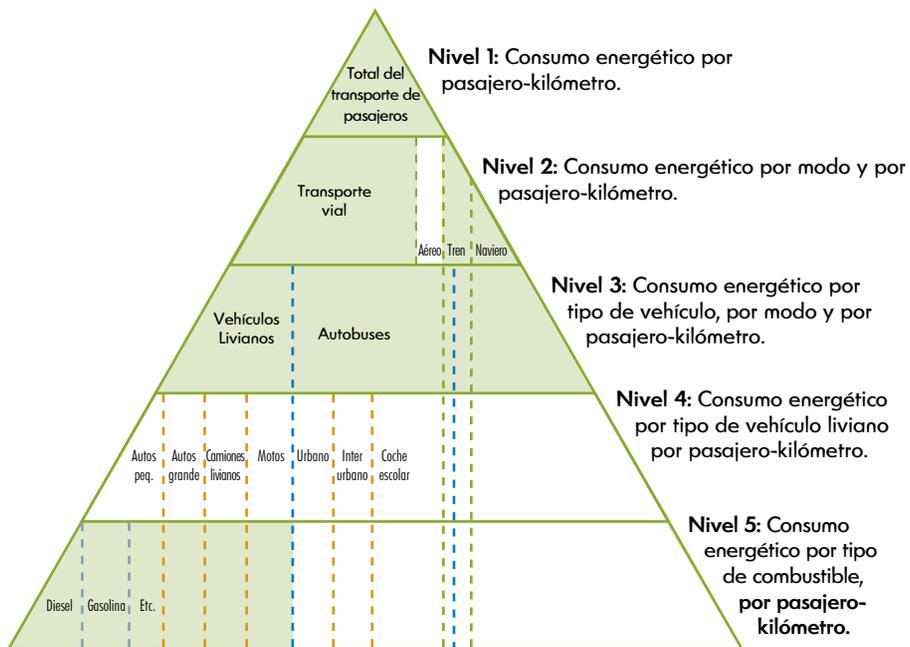
4

Ejemplo de pirámide de indicadores alternativa: Sector Transporte

El sector transporte incluye el movimiento de personas y bienes por carretera, ferroviario, la navegación marítima/fluvial, y aéreo. Los oleoductos y/o gasoductos, así como transporte internacional de navegación y aéreo están excluidos de este análisis.

Mientras que es posible presentar consumo energético total para el sector transporte, un análisis más detallado de éste sector requiere analizar separadamente el transporte de pasajeros y de carga, ya que están afectados por una base diferente de factores.

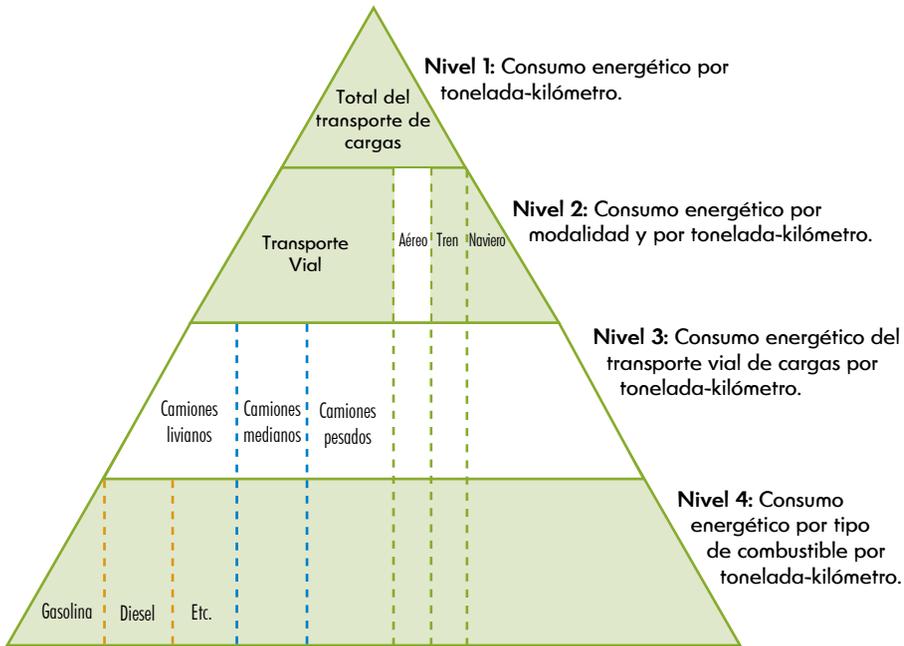
Figura F.5 • Pirámide para el sector transporte de pasajeros



Datos solicitados en base de datos de la AIE

Notas: La base de datos de la AIE no contiene información por tipo de autobuses. Las embarcaciones no se incluyen en los análisis de la AIE debido a la falta de información. En la base de datos de la AIE, los vehículos de transporte liviano son desagregados únicamente entre motocicletas y otros VTL. Algunos países tienen información más detallada de lo que se dispone en la base de datos de la AIE.

Figura F.6 • Pirámide del transporte de cargas



Datos solicitados en base de datos de la AIE

Notas: La base de datos de la AIE no contiene información por tipo de vehículo de transporte carretero. El transporte aéreo no está incluido en el análisis de la AIE debido a la falta de información. Algunos países tienen información más detallada de lo que se dispone en la base de datos de la AIE.

Online bookshop

www.iea.org/books

PDF versions at 20% discount

Email: books@iea.org



Energy
Technology
Perspectives
series

World
Energy
Outlook
series

Energy
Policies
of IEA
Countries
series

Energy
Statistics
series

Oil

Medium-
Term Market
Reports
series

Renewable
Energy

Energy
Efficiency
Market
Report

Energy
Policies
Beyond IEA
Countries
series

Coal

Gas

El presente documento fue publicado originalmente en inglés.
Aunque la AIE no ha escatimado esfuerzos para asegurar que su traducción al español constituya un reflejo fiel del texto original, se pueden encontrar ligeras diferencias.

This document and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries, and to the name of any territory, city or area.

This publication reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of individual IEA member countries. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the publication's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the publication.

IEA PUBLICATIONS, 9 rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15

Layout by IEA

Cover design: IEA, photo credits: © GraphicObsession

Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas

La eficiencia energética constituye una creciente prioridad en las políticas de numerosos países alrededor del mundo. Es ampliamente reconocida como el medio más económico y de fácil acceso para tratar diversos problemas relacionados con la energía, incluyendo la seguridad energética, los impactos sociales y económicos del alza en los precios, y retos relacionados con el cambio climático. Asimismo, la eficiencia energética aumenta la competitividad y promueve el bienestar de los consumidores.

En este contexto, es importante desarrollar y mantener un conjunto de indicadores bien fundados para informar de mejor manera el diseño de políticas y ayudar a los tomadores de decisiones a formular políticas bien alineadas con los objetivos nacionales y/o internacionales. Sin embargo, no es fácil elegir y desarrollar indicadores adecuados para apoyar el desarrollo de tales políticas.

Mediante la presente publicación, se busca facilitar que los analistas de energía y los formuladores de políticas puedan:

- Identificar áreas prioritarias para el desarrollo de indicadores de eficiencia energética
- Definir qué sector o sectores ofrecen el mayor potencial para incrementar aún más la eficiencia energética
- Seleccionar los datos e indicadores que mejor apoyen el desarrollo de políticas en estos sectores
- Desarrollar una estrategia para avanzar la formulación de políticas mediante un uso mejorado de los indicadores para hacer un seguimiento del progreso de políticas de eficiencia energética.

Esta publicación y su documento complementario “Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos”, se han desarrollado con el propósito de proporcionar las herramientas necesarias para iniciar y/o perfeccionar el desarrollo de indicadores detallados que apoyen los procesos de toma de decisiones.