

INDICADORES DE POLÍTICAS PÚBLICAS EN MATERIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Luis Augusto Horta
Coordinador



ORGANIZACIÓN MUNDIAL
DE LA SALUD

CEPAL



Bundministerium für
wirtschaftliche Zusammenarbeit
und Entwicklung

gtz

Indicadores de políticas públicas en materia de eficiencia energética en América Latina y el Caribe

Luiz Augusto Horta
Coordinador



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Ministerio Federal de
Cooperación Económica
y Desarrollo

gtz

El presente documento fue elaborado por Luiz Augusto Horta, consultor de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), con la colaboración de los consultores Claudio Carpio, Pedro Maldonado y Raúl Landaveri., en el marco de las actividades del proyecto "Eficiencia Energética (GER 08/006)", ejecutado por la CEPAL en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ).

La coordinación y revisión de este estudio fueron realizadas por Manlio F. Coviello, Jefe de la Unidad de Recursos Naturales y Energía de CEPAL y Hugo Altomonte, Oficial a Cargo de la División Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL.

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

Índice

Resumen ejecutivo.....	7
I. Introducción.....	9
II. Principios y fundamentos de la eficiencia energética.....	15
A. Bases termodinámicas de la eficiencia energética.....	15
B. Pérdidas energéticas: categorías y causas.....	18
C. Cómo promover la eficiencia energética.....	19
D. Eficiencia energética y modelo de desarrollo.....	22
E. Alcance de las acciones de fomento a la eficiencia energética.....	24
F. Acciones de gobierno para promover la eficiencia energética.....	26
III. Revisión metodológica sobre indicadores de eficiencia energética y estado del arte a nivel internacional.....	29
A. Dos definiciones básicas.....	29
B. Categorías de indicadores en la evaluación de las actividades y programas de eficiencia energética.....	31
C. Informaciones de base.....	31
D. Determinantes del consumo de energía.....	32
E. Análisis transversal y de series de tiempo.....	34
F. Experiencia internacional con indicadores de uso y eficiencia energética.....	36
G. Los sistemas de información energética en América Latina y el Caribe.....	40
IV. Propuesta de indicadores nacionales de uso de energía.....	43
A. Presentación general de los indicadores.....	43
B. Descripción de los indicadores.....	45
1. Indicadores macroeconómicos.....	45
2. Indicadores del sector Industrial.....	46
3. Indicadores del sector residencial.....	47
4. Indicador del sector comercial, servicios y público.....	48
5. Indicadores del sector transporte.....	48
C. Requerimientos para la evaluación.....	50
V. Intensidades energéticas en América Latina y el Caribe: datos y evolución.....	51
A. Indicadores macroeconómicos.....	51
1. Intensidad energética bruta total (IE1).....	52
2. Eficiencia del abastecimiento energético (IE2).....	53
3. Intensidad energética neta total (IE3).....	53
4. Sendero energético.....	54

B.	Indicadores del sector industrial.....	56
1.	Intensidad energética industrial (IE4).....	56
2.	Consumo específico en la industria de celulosa y papel (IE5).....	57
3.	Consumo específico en la industria de cemento (IE6).....	58
4.	Consumo específico en la industria de hierro y acero (IE7)	60
C.	Indicadores del sector residencial.....	61
1.	Consumo de energía neta residencial por habitante (IE13).....	62
2.	Consumo de energía residencial de electricidad por habitante (IE14)	62
D.	Indicadores del sector comercial, servicios y público	63
1.	Intensidad energética comercial, servicios y público (IE15)	63
E.	Indicadores del sector transporte.....	64
1.	Consumo en transporte por unidad de PIB	64
F.	Comentarios.....	66
VI.	Evaluación de las políticas y programas de eficiencia energética	67
A.	Elementos conceptuales para definición de indicadores	68
B.	Indicadores de desarrollo de las actividades de promoción de la eficiencia energética.....	72
C.	Indicadores de calidad de las actividades de fomento a la eficiencia energética	74
D.	Indicadores de resultados de las actividades de fomento a la eficiencia energética	76
E.	Estimación de los impactos energéticos de las actividades de fomento a la eficiencia energética	78
F.	Ejemplos de estimación de los impactos energéticos de programas de eficiencia energética en América Latina: introducción de lámparas y refrigeradores eficientes....	81
1.	Evaluación de los impactos energéticos asociados a sustitución de lámparas incandescentes	81
2.	Evaluación de los impactos energéticos asociados al uso de refrigeradores eficientes	87
VII.	Puntos a observar en la evaluación y en la fijación de metas para programas de eficiencia energética	93
A.	Comparabilidad de los indicadores de eficiencia energética.....	93
B.	Desvíos observados en la evaluación de actividades de eficiencia energética	94
C.	Estimación del impacto en la demanda de capacidad.....	95
D.	Línea de base para la evaluación de programas de eficiencia energética.....	97
E.	Fijación de metas en programas de eficiencia energética.....	99
F.	Requisitos de información para la determinación de indicadores	100
VIII.	Nuevos pasos y comentarios finales	103
	Bibliografía	105
	Anexos.....	107
	Anexo 1	108

Índice de cuadros

Cuadro I.1	Indicadores de eficiencia energética presentados en este informe	11
Cuadro I.2	Potencial estimado de la eficiencia energética en América Latina y el Caribe.....	13
Cuadro II.1	Consumo de energía en la producción de materiales de uso frecuente.....	22
Cuadro III.1	Variables utilizadas e intensidades energéticas IEA.....	38
Cuadro III.2	ODYSSEE - Indicadores de eficiencia energética en Europa.....	39
Cuadro IV.1	Resumen de indicadores de intensidad energética en AL&C.....	49
Cuadro VI.1	Indicadores de desarrollo de las actividades de fomento de la eficiencia energética	72
Cuadro VI.2	Indicadores de calidad de programas de la eficiencia energética	75
Cuadro VI.3	Indicadores de resultados de programas de la eficiencia energética	76

Cuadro VI.4	Ejemplos de metodologías específicas para evaluar acciones de carácter tecnológico de fomento a la eficiencia energética	80
Cuadro VI.5	Ejemplos de metodologías específicas para evaluar acciones de carácter tecnológico de fomento a la eficiencia energética	81
Cuadro VI.6	Datos básicos y resultados de programas de introducción de lámparas eficientes.....	85
Cuadro VI.7	Ahorro energético asociado a uso de lámparas eficientes, considerando 3 horas diarias de uso	86
Cuadro A1	Intensidad energética bruta total	109
Cuadro A2	Eficiencia del abastecimiento energético	112
Cuadro A3	Intensidad energética neta total	115
Cuadro A4	Intensidad energética industrial.....	118
Cuadro A5	Consumo de energía residencial por habitante.....	121
Cuadro A6	Consumo de electricidad por habitante	124
Cuadro A7	Intensidad energética comercial, servicios y público	127
Cuadro A8	Consumo en Transporte por unidad de PIB.....	130
Cuadro A9	Indicadores de desarrollo de actividades de promoción de la eficiencia energética	133

Índice de gráficos

Gráfico I.1	Evolución del Índice de Desarrollo Humano en base municipal (IDH-M) y el consumo residencial de energía eléctrica útil en Brasil	13
Gráfico II.1	Pérdidas energéticas totales y evitables	19
Gráfico II.2	Mecanismos de fomento a la eficiencia energética	20
Gráfico II.3	Acciones para promoción de la eficiencia energética	21
Gráfico II.4	Acciones para promoción de la eficiencia energética incluyendo los usos indirectos de energía	24
Gráfico II.5	Configuración de las acciones de gobierno para promoción de la eficiencia energética	26
Gráfico III.1	Intensidad energética y desarrollo	36
Gráfico III.2	Evolución de la eficiencia energética en la Unión Europea	40
Gráfico V.1	Intensidad energética bruta Total.....	52
Gráfico V.2	Eficiencia del abastecimiento energético	53
Gráfico V.3	Intensidad energética neta total	54
Gráfico V.4	Sendero energético 1990-2007 para algunos países	55
Gráfico V.5	Intensidad energética industrial.....	56
Gráfico V.6	Consumo específico en celulosa y papel - año 2005.....	57
Gráfico V.7	Evolución de consumo específico en celulosa y papel	58
Gráfico V.8	Consumo específico en cemento - año 2006.....	59
Gráfico V.9	Evolución de consumo específico en cemento	60
Gráfico V.10	Consumo específico en hierro y acero - año 2006	60
Gráfico V.11	Evolución de consumo específico en hierro y acero	61
Gráfico V.12	Consumo de energía neta residencial por habitante	62
Gráfico V.13	Consumo de electricidad residencial por habitante	63
Gráfico V.14	Intensidad energética comercial, servicios y público	64
Gráfico V.15	Consumo en transporte por unidad de PIB.....	65
Gráfico V.16	Consumo en transporte carretero por vehículo en Brasil y México	65
Gráfico VI.1	Etapas de maduración de los programas de eficiencia energética e indicadores asociados.....	71
Gráfico VI.2	Evaluación del impacto real y potencial remaneciente de acciones de fomento a la eficiencia energética.....	78
Gráfico VI.3	Metodología para verificar el impacto de una medida de fomento a la eficiencia energética (ECM, Energy Conservation Measure)	79

Gráfico VI.4	Cantidad de lámparas sustituidas en los programas de promoción del uso de lámparas eficientes en función de la población en el país.....	82
Gráfico VI.5	Cantidad de lámparas sustituidas en los programas de promoción del uso de lámparas eficientes en función de la energía consumida en el país	83
Gráfico VI.6	Curvas de carga (Semana 1) antes y después (Semana 2) de la introducción de lámparas eficientes	84
Gráfico VI.8	Esquema del método para estimación del ahorro energético asociado a introducción de refrigeradores eficientes	89
Gráfico VI.9	Curvas de consumo energético de los refrigeradores en Brasil, para diferentes escenarios de formación del mercado	90
Gráfico VII.1	Estructura típica de las informaciones de interés para la evaluación de los programas de eficiencia energética	101
Gráfico A1	Intensidad energética bruta total	110
Gráfico A2	Intensidad energética bruta total	110
Gráfico A3	Intensidad energética bruta total	111
Gráfico A4	Intensidad energética bruta total	111
Gráfico A5	Eficiencia del abastecimiento energético	113
Gráfico A6	Eficiencia del abastecimiento energético	113
Gráfico A7	Eficiencia del abastecimiento energético	114
Gráfico A8	Eficiencia del abastecimiento energético	114
Gráfico A9	Intensidad energética neta total	116
Gráfico A10	Intensidad energética neta total	116
Gráfico A11	Intensidad energética neta total	117
Gráfico A12	Intensidad energética neta total	117
Gráfico A13	Intensidad energética industrial.....	119
Gráfico A14	Intensidad energética industrial.....	119
Gráfico A15	Intensidad energética industrial.....	120
Gráfico A16	Intensidad energética industrial.....	120
Gráfico A17	Consumo de energía residencial por habitante.....	122
Gráfico A18	Consumo de energía residencial por habitante.....	122
Gráfico A19	Consumo de energía residencial por habitante.....	123
Gráfico A20	Consumo de energía residencial por habitante.....	123
Gráfico A21	Consumo de electricidad por habitante	125
Gráfico A22	Consumo de electricidad por habitante	125
Gráfico A23	Consumo de electricidad por habitante	126
Gráfico A24	Consumo de electricidad por habitante	126
Gráfico A25	Intensidad energética comercial, servicios y público	128
Gráfico A26	Intensidad energética comercial, servicios y público	128
Gráfico A27	Intensidad energética comercial, servicios y público	129
Gráfico A28	Intensidad energética comercial, servicios y público	129
Gráfico A29	Consumo en transporte por unidad de PIB	131
Gráfico A30	Consumo en transporte por unidad de PIB	131
Gráfico A31	Consumo en transporte por unidad de PIB	132
Gráfico A32	Consumo en transporte por unidad de PIB	132

Resumen ejecutivo

Acciones y medidas hacia el incremento de la eficiencia energética y la reducción de las pérdidas energéticas en las etapas finales de distribución y uso final de los diferentes energéticos son crecientemente adoptadas en muchos países, generalmente como una política gubernamental en búsqueda de una consideración integrada de las perspectivas de racionalización en la oferta y demanda de energía, atendiendo principalmente a objetivos económicos, de seguridad energética y calidad ambiental. Asimismo, en la América Latina y el Caribe casi todos los países han buscado, en distintos niveles de prioridad y alcance, promover la eficiencia energética, en algunos casos con resultados notables. Sin embargo, es reconocido que, de un modo general, la Región podría avanzar de forma más decidida y efectiva en los programas de reducción de pérdidas energéticas.

Un punto relevante en la promoción de medidas de fomento a la eficiencia energética es la articulación de esas medidas y la adecuada consideración de los contextos de consumo de energía, que presupone levantamientos de los usos, tecnologías y hábitos energéticos, y un planeamiento consistente, previamente a los programas, así como la existencia de procedimientos de evaluación y monitoreo de resultados de las acciones y medidas involucradas en los programas, con el uso de indicadores y el establecimiento de metas. De una manera particular para el contexto regional, se detectó que la carencia de metodologías específicas para seguimiento y monitoreo de los programas de eficiencia energética es un obstáculo que debe ser superado para reforzar esos programas.

Este aspecto es relativamente nuevo en el escenario de los programas de eficiencia energética, pero se ha avanzado bastante y en muchos países ya se dispone de evaluaciones bien definidas y sistemáticas de los resultados de las actividades desarrolladas. En ese sentido, sistematizar la evaluación permitiría, como principales logros:

- 1) Estimar de forma más consistente y posiblemente comparable los impactos energéticos, económicos y ambientales de los programas y actividades implementadas, para los interesados internos (entes gubernamentales, empresas energéticas, agentes del mercado energético, etc.) y externos (sociedad, usuarios y tomadores de decisión) a la ejecución de esos programas.
- 2) Orientar la planificación de los programas y actividades de fomento a la eficiencia energética, permitiendo comparar efectividades, duración de los resultados, etc., bien como tornar posible la fijación de metas y objetivos de ahorro energético, de carácter general y/o sectorial.

Encarando esa problemática y con el propósito de ofrecer herramientas para que los países implementen sus sistemas de evaluación de los programas de eficiencia energética, al mismo tiempo que se reconoce la marcada heterogeneidad en los sistemas energéticos y la conocidas limitaciones en cuanto a la disponibilidad de datos e informaciones de base, a partir de los fundamentos de la eficiencia energética, se presenta y discute procedimientos y indicadores con distintos niveles de agregación y detalle. En un primer nivel, se proponen los indicadores agregados de eficiencia energética o intensidades energéticas, más generales y no necesariamente indicadores de racionalidad en el uso de energía, y, de forma más relacionada con los programas de eficiencia energética que interesa evaluar, se proponen a los indicadores de la eficacia de las políticas y los programas de fomento de la eficiencia energética, que a su vez involucran indicadores de desarrollo de actividades de promoción de la eficiencia energética, de carácter cualitativo e indicativo, y indicadores de resultados de las actividades en eficiencia energética, de cuño cuantitativo.

Se propone una lista con 16 indicadores de intensidad energética que podrían servir para monitorear las características del uso final de energía en la región latinoamericana y caribeña, en particular auxiliando en la evaluación de la productividad de la energía en los sectores productivos. Se presenta un relevamiento preliminar de valores para esos indicadores en el ámbito de los países de la Región, confirmando la diversidad de contextos y la potencialidad en la promoción de la eficiencia energética.

Para los indicadores más específicos de las políticas y programas, son propuestas tres categorías de indicadores, para evaluar el desarrollo de esos programas, informar sobre la calidad de su gestión y, en los casos en que sea posible, estimar los resultados energéticos de esos mismos programas. Es presentado un relevamiento preliminar de los indicadores de desarrollo de los programas de eficiencia energética para algunos países latinoamericanos. Para los indicadores de resultados se proponen y ejemplifican metodologías para estimar los impactos energéticos de programas de difusión de lámparas y refrigeradores eficientes, medidas que se han promovido ampliamente en muchos países de la Región.

Finalmente, algunos temas metodológicos son discutidos, relacionados con la consistencia y efectividad de los procedimientos, las causas de desvíos y la comparabilidad de los indicadores, la fijación de metas, el impacto del ahorro de energía sobre la capacidad instalada de los sistemas energéticos y los requerimientos de información para atender la estimación de la eficiencia energética y la evaluación de los programas dedicados a su incremento.

Las condiciones de América Latina y del Caribe, particularmente sus perspectivas de crecimiento y desarrollo, imponen una atención cada vez más grande a la reducción de las pérdidas de energía y mejora de eficiencia energética, en todos los sectores socioeconómicos y para todos los vectores energéticos, con beneficios significativos. En este contexto, promover y acompañar programas gubernamentales, evaluando acciones y estimando sus resultados de forma consistente es absolutamente fundamental.

I. Introducción

Son muchos los motivos para promover el uso eficiente de energía. Los principales impulsores de las políticas de eficiencia energética a largo plazo son la seguridad del suministro de la energía, la eficiencia y competitividad de las economías nacionales, y las preocupaciones ambientales – incluyendo el calentamiento global. Particularmente en los países en desarrollo, el incremento de la eficiencia energética también contribuye para enfrentar las limitaciones de inversión en el sector de oferta energética y en los países sin recursos energéticos importantes la eficiencia energética permite reducir la dependencia energética. Y de una manera general, el uso más eficiente de energía contribuye a la equidad, mejores condiciones de vida, menores gastos en energía y acceso a mejores servicios energéticos. El enorme potencial de mejoras en la eficiencia en todas las etapas de producción y uso de la energía es ampliamente reconocido, pero alcanzar este potencial sigue siendo un desafío.

El desarrollo de una economía global con mayor eficiencia energética es un primer paso en el camino hacia el desarrollo sustentable. En los países de menor desarrollo, la eficiencia energética es un tema importante pero a menudo con diferentes fuerzas impulsoras en comparación con los países industrializados. En aquellos, la necesidad de reducir emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación local probablemente no llega a ser una prioridad¹; a menudo dicha prioridad apunta a reducir la necesidad de inversiones en suministro de energía y utilizar del mejor modo posible las capacidades de oferta existentes.

Para la región de la Latinoamérica y el Caribe, mejorar la eficiencia energética, sea en el uso de la electricidad o de los combustibles, tendrá, entre otros, los siguientes beneficios:

- Proveer el suministro a una mayor cantidad de consumidores con la misma capacidad de producción de electricidad; el incremento de esta capacidad suele ser a menudo la principal limitación en muchos países de la Región.

¹ Aunque en algunos casos el uso de energía con baja eficiencia puede ser un importante factor de contaminación en el ambiente doméstico, como ocurre con las cocinas a leña de fuego abierto y sin chimeneas.

- Hacer más lento el crecimiento de la demanda de electricidad, y reducir la necesidad de inversión para la expansión del sector eléctrico; esto es especialmente importante en países con elevado crecimiento de la demanda de electricidad, por ejemplo Brasil.
- Reducir las emisiones contaminantes asociadas a las cadenas energéticas, sean las emisiones de impacto local o de impacto global.

El potencial de incremento de la eficiencia energética en los países de la Región es significativo y se puede concretar por medio de la adopción de patrones de uso más racionales y mejores tecnologías de conversión energética, traduciéndose en ventajas técnicas, económicas y ambientales. Es importante observar que la eficiencia energética se asocia a la eficiencia económica e incluye cambios tecnológicos, económicos, institucionales y de comportamiento, y se refiere a una reducción en la energía utilizada para un mismo nivel de satisfacción de un requerimiento energético final (en usos térmicos de alta, media y baja temperatura, iluminación, fuerza motriz, etc.).

Esta reducción en el consumo de energía no está necesariamente asociada sólo a cambios tecnológicos, dado que también puede resultar de una mejor organización y gestión o de una mejor eficiencia económica en el sector (por ejemplo, ganancias totales de productividad, que permitan un uso más reducido de materias primas u otros insumos no energéticos, pero con impactos energéticos indirectos). Sin embargo, aunque en muchas situaciones se reconozca el potencial de lograr los mismos resultados con menor consumo energético, su efectiva materialización depende de la superación de barreras tales como un escaso conocimiento de las posibilidades de acción, dificultades de financiamiento de los proyectos y rigidez de los marcos regulatorios existentes.

Así, cabe un rol determinante a los gobiernos, promoviendo acciones inductoras de reducción de pérdidas y desperdicio energético, como de una manera general ocurre en muchos países con diferentes grados de alcance y prioridad, actuando esencialmente mediante la reducción de las barreras al uso eficiente de energía y la promoción de cambios tecnológicos en los equipos y procesos y en la conducta de los consumidores. En todos los países y contextos en los cuales se ha observado una evolución favorable del uso eficiente de energía, el Estado ha cumplido un rol determinante, cualquier que sea la forma existente de organización del sector energético.

La CEPAL, a través de la Dirección de Recursos Naturales e Infraestructura, desarrolló en cooperación con la Organización Latinoamericana de Energía, OLADE, un diagnóstico del cuadro institucional existente en el conjunto de países latinoamericanos y del Caribe para el fomento del uso racional de energía, especialmente dedicado a revisar la situación y perspectivas de las actividades orientadas a la eficiencia energética². Entre las conclusiones de ese estudio, podría destacarse:

- La situación de los programas, proyectos e iniciativas nacionales sobre eficiencia energética son muy dispares en los países analizados, lo cual responde a numerosos factores, entre ellos: tamaño y conformación de la estructura económica de cada uno, distribución poblacional, acceso a la tecnología y a la información, integración regional y mundial, acceso al financiamiento, desarrollo de instrumentos regulatorios, aspectos climáticos, políticos, culturales y sociales, etc.
- Los contextos normativos e institucionales son muy diferentes y debido a la necesidad de adaptación a cada situación, no pueden uniformarse, lo que no presupone ignorar los casos exitosos y no evaluar posibles adaptaciones a cada contexto.
- En varios países de la Región es crítica la falta de continuidad en la aplicación de políticas de eficiencia energética, las que no se constituyen en políticas de Estado, como deberían ser. Esta falta de continuidad, genera el riesgo de la desarticulación de equipos técnicos de alta capacidad. Formar expertos nacionales en programas de eficiencia energética lleva muchos años de trabajo continuo.

² CEPAL, Situación y Perspectivas de la eficiencia energética en América Latina y el Caribe, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Santiago, 2009.

- A pesar de la comprobada factibilidad económica de la gestión de la demanda energética para promover la disminución racional y eficiente de los consumos, frente a las elevadas inversiones necesarias para incrementar la oferta de energía, en la mayoría de los países analizados no existen (o son muy escasas) fuentes nacionales de financiamiento específico para programas de eficiencia energética, en algunos casos con una gran dependencia de la cooperación internacional.
- Las barreras de la falta de conocimiento de los usuarios de la energía sobre cómo ser más eficientes continúan siendo altas. En este sentido es interesante reconocer que la existencia de una cultura tecnológica, con una competencia para diseñar y operar sistemas energéticos, no asegura que los profesionales que actúan en esos sistemas estén conscientes de las posibilidades de ahorro energético, con ventajas económicas y sin pérdida de calidad en los servicios energéticos. Seguramente hay un amplio espacio para promoción de una cultura de uso racional de energía y de un modo más amplio, de recursos naturales.
- La mera existencia de leyes, decretos o regulaciones que den carácter de obligatoriedad a las acciones de eficiencia energética no garantizan el éxito de un programa de alcance nacional. El éxito de programas de eficiencia energética depende también de recursos financieros y, especialmente, respaldo político y capacidad técnica.
- Se observa una evidente dificultad para monitorear los resultados de los programas de eficiencia energética en los países analizados. La ausencia de indicadores clave de éxito (o de fracaso) de un programa nacional de EE es una carencia significativa en este sentido.

A partir de ese estudio, en un horizonte más amplio, se pretende desarrollar propuestas de políticas públicas dedicadas a la reducción de la intensidad energética del sistema socio-económico y de los costos económicos, sociales y ambientales asociados a las pérdidas energéticas evitables. En este contexto y teniendo en cuenta particularmente la última conclusión de la lista anterior, se presenta la necesidad de determinar, lo más objetivamente posible, si una acción de fomento a la eficiencia energética aplicada a un país por organismos nacionales alcanzó (o está alcanzando) éxito o no. Esta cuestión involucra no sólo la medición de resultados, sino también una evaluación de las metas de los programas y, en un nivel más amplio, la propia concepción del uso eficiente de energía en cada país, sus límites y alcances.

Con tal objetivo, el presente estudio busca la definición de indicadores y líneas de base y su posterior aplicación a la realidad latinoamericana y caribeña. En esa región, con marcada heterogeneidad en los sistemas energéticos y conocidas limitaciones en cuanto a disponibilidad de datos e informaciones de base, tales indicadores podrán ser definidos con distintos niveles de agregación y detalle, partiendo de los **indicadores agregados de eficiencia energética**, generales, pero no necesariamente indicadores de racionalidad en el uso de energía, y llegando a los **indicadores de la eficacia de las políticas y los programas de fomento de la eficiencia energética**, como se sintetiza en el siguiente cuadro.

CUADRO I.1
INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PRESENTADOS EN ESTE INFORME

Indicador	Ejemplos
1. Indicadores agregados de eficiencia energética (presentados en los Capítulos III, IV y V)	Intensidad energética nacional (Tep/US\$), Consumo energético industrial (Tep/ton), Consumo residencial de energía eléctrica (kWh/hogar)
2. Indicadores de la eficacia de las políticas y los programas de fomento a eficiencia energética (presentados en el Capítulo VI)	

(continúa)

Cuadro I.1 (Conclusión)

2.1.	Indicadores de desarrollo de actividades de promoción de la eficiencia energética	Dimensión y alcance de los programas de EE, Existencia de Normas y leyes, Existencia de mecanismos de incentivo, Existencia de una institucionalidad adecuada
2.2.	Indicadores de calidad de las actividades en eficiencia energética, en particular en su planeamiento y implementación	Metodología de planificación, Existencia de metas, Recursos empleados, Dimensión y capacitación de los equipos activos en EE, Existencia de monitoreo y evaluación
2.3.	Indicadores de resultados de las actividades en eficiencia energética	Modificación del mercado energético, Ahorro de energía (kWh, metros cúbicos de combustible), Capacidad evitada (kW), Introducción de una cultura de uso racional de energía

Fuente: OLADE, Estudio Prospectiva 2018, Junio 2007.

El presente trabajo está enfocado en los indicadores de eficiencia energética y de los programas dedicados a mejorar esa eficiencia, considerando su implementación en la región latinoamericana y caribeña. A continuación se presentan los temas abordados en los próximos capítulos:

- El Capítulo II está dedicado a revisar los fundamentos y conceptos de interés para esos indicadores, en particular buscando establecer una terminología de referencia y detallar la definición de los indicadores presentados en el cuadro anterior y caracterizando las acciones públicas hacia la reducción de las pérdidas energéticas, que pueden ser de carácter tecnológico o conductual.
- En el Capítulo III se introducen los indicadores agregados, comentando sus límites e incluyendo indicadores globales (nacionales) y sectoriales, que en síntesis relacionan algún parámetro económico o físico de actividad con su respectivo consumo energético. En este capítulo también se presentan valores de indicadores de esa categoría para otros países y regiones, señalando la creciente experiencia internacional en la evaluación de la eficiencia energética.
- En el Capítulo IV, a partir de los indicadores presentados en el capítulo anterior se propone una lista básica de 16 indicadores nacionales de uso de energía y de políticas públicas en eficiencia energética para América Latina y el Caribe y se comenta los posibles procedimientos a adoptar para su elaboración de manera sistemática.
- El Capítulo V aborda la evolución de algunos indicadores agregados de eficiencia energética en América Latina y el Caribe, señalando la relevancia de las informaciones de los sistemas energéticos y delimitando el potencial explicativo de esos indicadores para la región.
- En el Capítulo VI se presentan los fundamentos y, cuando es posible, se introducen ejemplos para la Región de indicadores de actividades en Eficiencia Energética, inicialmente se detallan los indicadores asociados al nivel de actividad y relacionados con la calidad de los programas, que informan sobre el nivel de actividad, cobertura, alcance, sistema de gestión y otros indicadores cualitativos de tales programas y respectivas actividades, con la posterior introducción de los indicadores de resultados específicamente energéticos de esas mismas actividades, con ejemplos de la evaluación de los programas de introducción de lámparas y refrigeradores eficientes desarrollados en algunos países de la Región.
- En el Capítulo VII se comentan los aspectos de consistencia estadística, incertidumbres y comparabilidad de los indicadores, se discuten aspectos metodológicos asociados a estimación de la capacidad ahorrada en los programas de reducción de pérdidas de energía eléctrica y analiza la fijación de metas de ahorro de energía en los programas de eficiencia energética.

- En el Capítulo VIII son presentados comentarios finales y sugeridos los próximos pasos hacia la implementación de una base de indicadores de actividades en Eficiencia Energética para la Región.

Concluyendo esta introducción, es interesante resaltar la dimensión de los beneficios que pueden ser alcanzados a través de la reducción de las pérdidas de energía, sin afectar los servicios esenciales que los vectores energéticos prestan a la calidad de vida y a la producción económica. Una estimación de OLADE señala que el ahorro acumulado de energía resultante de la introducción de medidas de eficiencia energética relativamente blandas (3-5% de ahorro), considerando los sectores transporte, residencial, industrial, agricultura y minería, alcanzaría valores relevantes y naturalmente crecientes con el precio de los recursos energéticos, como se indica en el Cuadro I.2.

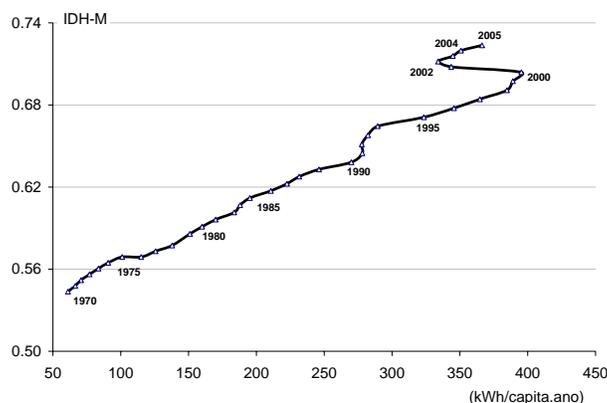
CUADRO I.2
POTENCIAL ESTIMADO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Precio del petróleo	50 US\$/barril	60 US\$/barril	100 US\$/barril
País	Ahorro acumulado 2003-2018 (Millones de US\$)		
México	36 600	43 920	73 200
América Central	7 200	8 640	14 400
Caribe	9 900	11 880	19 800
Área Andina	24 900	29 880	49 800
Brasil	53 600	64 320	107 200
Cono Sur	23 500	28 200	47 000
América Latina y el Caribe	155 700	186 840	311 400

Fuente: OLADE, Estudio Prospectiva 2018, Junio 2007.

Tal potencial puede ser desarrollado de forma económicamente eficiente, representando una fuente energética virtual y competitiva, con beneficios sociales y ambientales. Una experiencia que muestra cómo el incremento de la eficiencia y consecuente reducción del consumo de energía mediante la reducción de pérdidas no afecta necesariamente la calidad de vida de la población se presenta en la Gráfico I.1, con los datos para el período 1970 a 2005 relacionando la evolución del Índice de Desarrollo Humano, IDH, a valores medios para los municipios brasileños con el consumo residencial de energía eléctrica útil, en valores per capita.

GRÁFICO I.1
EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO EN BASE MUNICIPAL (IDH-M) Y
EL CONSUMO RESIDENCIAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA ÚTIL EN BRASIL



Fuente: Pereira, A.P.A., Horta Nogueira, L.A., Consumo Residencial de Energia e Desenvolvimento Humano: um Estudo da Realidade Brasileira de 1970 a 2005, Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Salvador, 2008.

Como se observa, hay una correlación entre el crecimiento del consumo de energía y la expansión de la calidad de vida, evaluada por la mejora en el IDH; sin embargo, esa relación no necesariamente es lineal ni constante. A raíz de la crisis energética de Brasil en 2001, hubo en ese año una introducción masiva de equipos más eficientes (principalmente lámparas fluorescentes compactas) y la introducción de hábitos más racionales en el uso de energía en el sector residencial, promoviendo una reducción superior a 15% del consumo de energía, sin efecto notable sobre el indicador de calidad de vida, el que, a pesar de esa crisis, mantiene su evolución histórica. O sea, la energía es indudablemente relevante para la calidad de vida, pero el incremento de la eficiencia energética permite reducir el consumo de la energía sin afectar esa calidad.

II. Principios y fundamentos de la eficiencia energética

Los sistemas energéticos modernos constituyen complejas redes de explotación de las fuentes primarias de energía (stocks y flujos energéticos naturales), mediante sucesivos procesos de conversión, almacenamiento y transporte de energía, siempre con un elevado nivel de pérdidas, hasta llegar a ser finalmente convertidos en calor útil, trabajo mecánico, iluminación, para mencionar algunos usos finales relevantes. A modo de ejemplo, en las lámparas convencionales alimentadas con electricidad generada en plantas termoeléctricas, alrededor del 2% de la energía contenida en los combustibles quemados es efectivamente convertida en luz visible, mientras en vehículos automotores, la parte realmente utilizada de la energía disponible en el combustible es del orden del 20%. De hecho, en la gran mayoría de los casos, solo una fracción del recurso energético primario tomado de la naturaleza realiza algún efecto útil en el punto de consumo. Sin embargo, de acuerdo con las tecnologías disponibles y con la adecuada concepción y empleo de los equipos y sistemas energéticos, las pérdidas de energía pueden y deben ser mantenidas en un nivel aceptable.

El presente capítulo está dedicado a revisar los fundamentos y definir la terminología de interés para la proposición de indicadores de eficiencia energética. A continuación se presenta un breve análisis de las pérdidas energéticas, estableciendo la base conceptual para definir las acciones de fomento a la eficiencia energética, en particular en el ámbito del Estado, y presentando un importante nexo con el modelo de desarrollo adoptado. Esas acciones son caracterizadas y comentadas, permitiendo subsidiar la posterior definición de indicadores de calidad y de resultados.

A. Bases termodinámicas de la eficiencia energética

Las pérdidas energéticas, considerando que la energía no se crea ni se destruye, pueden ser sencillamente definidas como la diferencia entre los flujos energéticos consumidos y los flujos energéticos producidos como resultados deseables en un sistema energético cualquiera, sea una refinería, una línea de transmisión, un motor o una lámpara, en la forma de bienes o servicios. También de una manera general, se puede definir eficiencia energética de un equipo o sistema energético como el cociente entre los flujos energéticos útiles y deseables producidos y los flujos consumidos, como se indica genéricamente en la expresión siguiente.

$$Eficiencia\ energética = \left(\frac{Efecto\ energético\ útil\ deseado}{Consumo\ energético} \right) \text{ Equipo o proceso} \quad (2.1)$$

Obsérvese que en esta definición sólo se consideran los efectos simultáneamente útiles y deseables, ya que hay sistemas que producen flujos energéticos útiles que no son utilizados, como por ejemplo en sistemas termoeléctricos convencionales en que se pierde una significativa cantidad de calor, porción que podría ser utilizada mediante los sistemas de cogeneración. Así, una definición equivalente podría relacionar los flujos energéticos aprovechados y consumidos, como en la expresión abajo.

$$Eficiencia\ energética = \left(\frac{Energía\ aprovechada}{Energía\ consumida} \right) \text{ Equipo o proceso} \quad (2.2)$$

En la medida en que se evalúan sistemas más complejos, con fronteras no exactamente definidas y generalmente sometidos a regímenes variables de operación, con procesos simultáneos de acumulación, transferencia/transporte y conversión de energía, determinar la eficiencia puede ser una tarea algo más difícil, pero siempre esencial en la tecnología energética para el correcto diseño, operación y mantenimiento de esos sistemas.

Desde el punto de vista de la Termodinámica, ciencia fundamental para entender el mundo físico de la energía, los procesos energéticos naturales o artificiales, adonde se observan cambios de propiedades de sustancias y sistemas, se deben analizar de acuerdo a su reversibilidad, o sea, la posibilidad de recuperar la situación inicial luego de esos cambios. Así, son definidos los procesos reversibles, en los cuales es posible restablecer perfectamente las condiciones iniciales del sistema y de su entorno y luego no hay pérdidas, representando la situación ideal, pero teórica, inalcanzable. Un péndulo perfecto, sin fricción, oscilando permanentemente en el vacío, podría ser un ejemplo de un sistema energético reversible.

Por el contrario, los procesos reales son irreversibles e implican pérdidas permanentes, con disipaciones de energía irre recuperables, haciendo imposible al sistema y al entorno volver al estado inicial. Como ejemplos de procesos irreversibles tenemos la combustión y la transferencia de calor, en los cuales la situación posterior no permite reproducir la configuración inicial. Si bien la reversibilidad no es posible en los procesos reales, los procesos reversibles pueden servir como referencia para su evaluación, o sea, mientras más alejado de un proceso reversible se está operando, peor será el proceso.

Este aspecto es interesante para el estudio de la eficiencia energética, pues permite esclarecer por qué aunque aparentemente no tenga sentido preocuparse con la conservación de energía, ya que ella no se puede destruir, en verdad tiene mucho sentido buscar el uso racional de energía y la mitigación de las pérdidas debe ser una meta permanente. En este contexto, las pérdidas energéticas pueden ser clasificadas en dos grandes grupos: a) pérdidas reversibles (o inevitables), como parte del calor liberado en los condensadores de una central termoeléctrica, y b) pérdidas irreversibles (o evitables, frente a los procesos ideales), por ejemplo las pérdidas térmicas observadas en motores eléctricos o en bombas centrífugas. Bajo este concepto, el único indicador correcto para pérdidas energéticas sería la entropía generada en los procesos energéticos, pero dificultades de orden práctico en la aplicación más amplia de este concepto todavía restringen la implementación de metodologías utilizando balances de entropía o balances exergéticos (ver Recuadro 1).

No obstante, cabe observar el notable desarrollo de esas metodologías avanzadas para el estudio de la eficiencia energética en los últimos años, lo que permitirá mediante su efectiva difusión reducir la comprensión aún limitada de situaciones tales como la engañosa “elevada eficiencia” de equipos eléctricos para generación de calor utilizando resistencias o la ilusoria “baja eficiencia” de motores térmicos. La percepción equivocada de la real magnitud de las pérdidas de energía en un balance energético, puede llevar a imaginar que en el sector de transporte (adonde predomina la

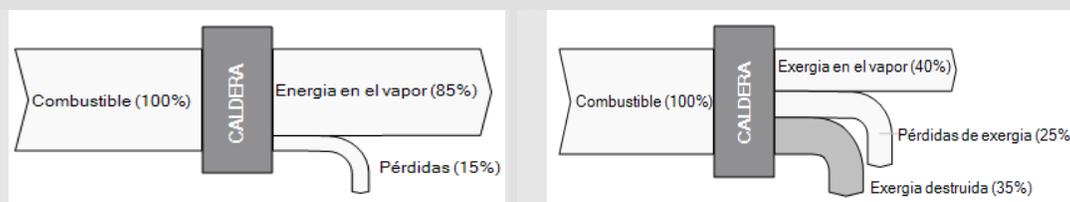
conversión del calor de los combustibles en trabajo a través de motores térmicos) la eficiencia es más baja de lo que efectivamente es, o que en el sector residencial podría ser conveniente emplear energía eléctrica para fines térmicos en bajas temperaturas.

RECUADRO 1: ENERGÍA Y EXERGÍA

Una dificultad frecuente en el análisis de los sistemas energéticos es la adecuada percepción y evaluación de las pérdidas de energía, esencialmente debida a la no consideración de la calidad termodinámica de los flujos energéticos, que se suele determinar por su capacidad de conversión en diferentes formas energéticas. Por ejemplo, la energía eléctrica puede ser convertida con elevada eficiencia en movimiento (trabajo mecánico), posee alta calidad, mientras que la energía contenida en los combustibles requiere transformaciones con limitado rendimiento y por lo tanto presenta calidad más baja. Generalmente esa diferencia relevante no es tomada en cuenta y las eficiencias de equipos se determinan como relaciones entre flujos energéticos no efectivamente comparables. Una manera de igualar las cantidades energéticas, considerando el efecto de la calidad es mediante la propiedad termodinámica denominada exergía, propuesta por Rant en 1956 y correspondiente a la fracción de la energía que es transformable en trabajo. De esa manera, para la electricidad la energía es igual a exergía, pero para un flujo térmico la exergía es siempre inferior a energía, dependiendo de la temperatura. Como una consecuencia importante, mientras en los balances energéticos la energía no se crea ni se destruye, en los balances exergéticos se observa una destrucción de la exergía, que podría ser tomada como una medida de la eficiencia de los sistemas energéticos.

La utilización de la exergía como el parámetro ponderador de los flujos en los sistemas energéticos permite evaluar de forma mucho más consistente los procesos de conversión y uso de energía, especialmente cuando están involucrados flujos energéticos térmicos y trabajo o energía eléctrica. En las centrales termoeléctricas, que utilizan combustibles (baja calidad) para producir energía eléctrica (alta calidad), las pérdidas reales son menores de lo que aparentan, mientras en los sistemas que utilizan electricidad para calentamiento, como duchas y cocinas eléctricas, la eficiencia exergética, más consistente para expresar el grado de perfección en la transformación energética, raramente supera el 10%. En la figura A.1 se puede observar los resultados del análisis de un mismo equipo, evidenciando las diferencias entre las pérdidas resultantes.

Ejemplo de resultados de evaluación energética y exergética de una caldera:



Una señal de la dificultad en expresar correctamente la racionalidad del uso de energía basándose solamente en parámetros energéticos radica en la propia definición de energía, que todavía es poco clara o equivocada (no siempre energía es la capacidad de realizar trabajo, como se suele encontrar en muchos documentos), mientras exergía está definida de forma exacta e inequívoca como el trabajo útil que se puede obtener de un sistema a través de interacciones con el medio ambiente. A pesar de su aparente complejidad conceptual, progresivamente la exergía ha expandido su utilización más allá de las aplicaciones de ingeniería y ya alcanza las actividades de planificación energética. Aunque de forma no sistemática, para algunos países como Suecia, Cuba, Japón, Brasil y EUA, ya están disponibles balances exergéticos.

Fuente: Elaboración propia.

B. Pérdidas energéticas: categorías y causas

Más allá del abordaje teórico, en cualquier sistema energético real se observan pérdidas de origen técnico, impuestas por limitantes tecnológicos y consecuencia de las características de los materiales utilizados, imposiciones de escala y limitaciones de los procesos de fabricación, siendo así prácticamente inevitables, dentro de los límites de un determinado contexto de costos de equipos, energía y condiciones de operación. Por ejemplo, los mejores conductores eléctricos disponibles, para efecto práctico, son hechos de cobre prácticamente puro (99,99% de pureza), cuya resistividad eléctrica no es nula.

A su vez y de modo similar, las pérdidas de origen económico son aceptables en la medida que su reducción implicaría costos elevados, superiores al beneficio de su recuperación, condicionando las dimensiones, las tasas de intercambio energético y la duración de los procesos reales. Como un ejemplo clásico, el espesor ideal del aislante en una tubería de vapor debe ser determinado en función del costo de la energía perdida en el transporte del vapor (causando la reducción de su temperatura, presión, condensación parcial, etc.), o sea, en el espesor recomendado como correcto existe siempre un nivel de pérdida. Como otro ejemplo de situación en que las pérdidas energéticas son aceptables y eventualmente impuestas por la legislación, en hornos y calderas la temperatura de salida de los gases de chimenea, en función del contenido de azufre de los combustibles utilizados, puede ser impuesta a valores elevados para evitar la condensación (punto de rocío) de dichos gases, imponiendo pérdidas de energía. De esa forma, alejándose de las concepciones energéticamente ideales y perfectas, sujetas solamente a las pérdidas reversibles, los sistemas energéticos reales presentan pérdidas irreversibles tolerables, por imposiciones de orden técnico, económico y ambiental, que naturalmente pueden y deben ser mantenidas en niveles mínimos.

Puesto que las pérdidas son intrínsecas a los sistemas energéticos, interesa clasificar las causas de las ineficiencias económicamente evitables, que se asocian esencialmente a tres grupos de causas:

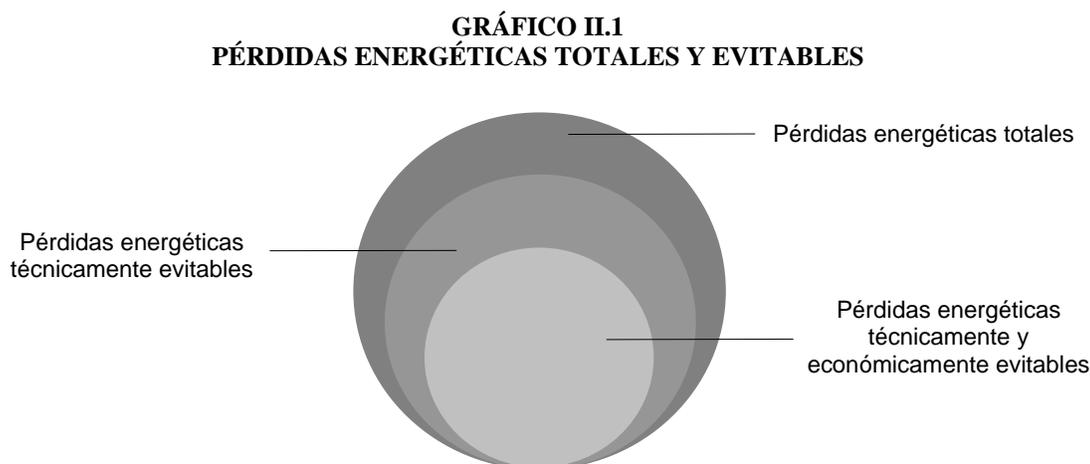
Proyecto y construcción deficientes: deficiencias en términos de concepción, diseño, materiales y procesos de fabricación, instalación o implementación de los equipos y/o sistemas ocasionan pérdidas de energía. Por ejemplo, las lámparas, independientemente de su eficiencia, promueven pérdidas energéticas innecesarias cuando son dispuestas incorrectamente en el ambiente a ser iluminado. Es importante observar que la evolución tecnológica y las alteraciones de los valores relativos de los insumos energéticos han determinado cambios importantes en las técnicas y procedimientos utilizados, haciendo que un sistema o proceso a lo largo del tiempo pase a ser más o menos factible. Así, los procesos de producción de *clinker* para fabricación de cemento por vía húmeda, ampliamente adoptados en el pasado, progresivamente pasaron a ser sustituidos por procesos por vía seca, que imponen mayores inversiones en equipos pero son más eficientes económica y energéticamente. Sin embargo, es oportuno observar que, en general, la decisión sobre el desempeño energético de un sistema es tomada en el momento de su adquisición y que frecuentemente los equipos presentan vidas útiles de varios años, periodo de tiempo en que sus eventuales deficiencias energéticas se mantendrán, pues muchas veces no es posible o factible introducir cambios más profundos en los equipos existentes.

Operación ineficiente: aún cuando los sistemas de energía estén bien diseñados y fabricados, pueden ser manejados de manera incorrecta. Por ejemplo, en el contexto de una vivienda, mantener encendidos sistemas de aire acondicionado eficientes y adecuadamente instalados en una habitación sin actividades es una evidente fuente de pérdida energética, de la misma manera que la gestión inadecuada de los insumos energéticos en plantas industriales bien diseñadas conduce a pérdidas eventualmente elevadas. Buenos ejemplos podrían ser los sistemas de control de combustión en calderas o control de carga en frigoríficos, de gran importancia en los niveles de desempeño energético de las unidades adonde están instalados.

Mantenimiento inadecuado: una parte de las pérdidas de energía puede ser minimizada mediante procedimientos de mantenimiento correctivo y preventivo, incluyendo limpieza de las superficies de intercambio térmico y el ajuste de los sistemas de control, para que los sistemas energéticos mantengan, en la mayor extensión posible su mejor desempeño frente a variaciones de carga u otras condiciones operacionales.

En resumen, las pérdidas energéticas pueden ocurrir, de forma independiente, en el diseño, producción e instalación de los sistemas energéticos, asimismo en su operación y mantenimiento. Reducir las pérdidas energéticas a niveles aceptables implica necesariamente actuar en todos esos frentes, considerando naturalmente los limitantes económicos, a su vez determinados por los beneficios en los costos de operación (y eventualmente de mantenimiento), pudiendo incorporar beneficios ambientales y otras externalidades, frente a las inversiones requeridas en cada caso.

Por supuesto que la eficiencia no es un objetivo auto-justificable y su factibilidad económica es siempre un requisito necesario, al mismo tiempo que costos crecientes de energía inducen al crecimiento monetario de las pérdidas de energía. Como se representa en la Gráfico II.1, las pérdidas energéticas evitables bajo restricciones técnicas y económicas son una parte de las pérdidas energéticas totales.



C. Cómo promover la eficiencia energética

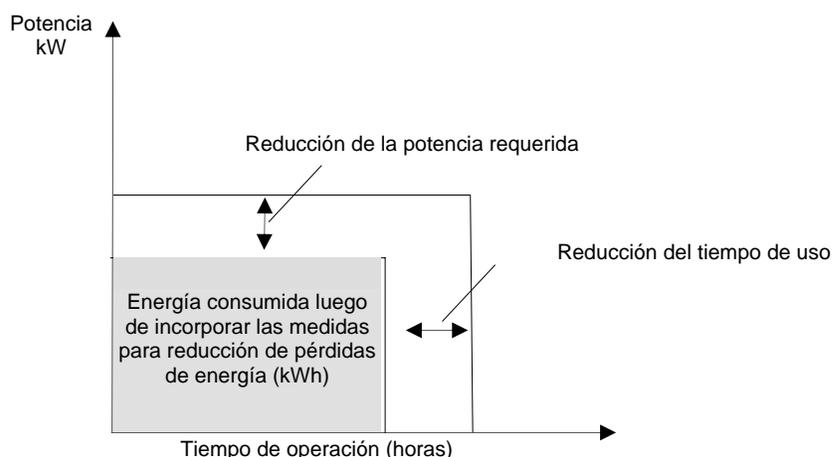
Muchas veces las posibilidades de mejorar el desempeño de los sistemas energéticos no son percibidas o adecuadamente valorizadas por los usuarios, correspondiendo de forma especial al Estado, pero no exclusivamente, su promoción, por sus ventajas de índole estratégica, económica y ambiental. Las medidas para incrementar la eficiencia de los sistemas energéticos deben tomar en cuenta diferentes niveles de intervención, particularmente con referencia a las causas mencionadas anteriormente y, preservando la consistencia económica, articular acciones de forma sinérgica y convergente para ampliar los resultados hacia la efectiva reducción de las pérdidas energéticas. Así, la difusión de equipos más eficientes no excluye recomendar su utilización de forma más eficiente, o sea, reducir su uso indebido. Bajo tales conceptos, es posible clasificar los mecanismos de fomento a la eficiencia energética en dos grandes familias:

1. **Mecanismos de base tecnológica:** apuntan a promover el uso de equipos más eficientes e implementar procesos innovadores que permitan reducir las pérdidas de energía básicamente mediante inversiones en capital;

2. **Mecanismos de base conductual:** se fundamentan en cambios de hábitos, patrones de utilización y sistemas de gestión, reduciendo el consumo energético sin alterar el parque de equipos convertidores de energía ni el nivel de satisfacción en el uso de la energía.

Una visión simplificada de esas dos vertientes independientes y complementarias de la racionalización del consumo energético se presenta en la Gráfico II.2, en que la reducción del área determinada por la potencia (mecanismo de base tecnológica) y el tiempo de uso (mecanismo de base conductual), correspondiente a la energía consumida, se puede alcanzar mediante reducciones de la potencia requerida o del tiempo de operación. En la realidad, en muchos sistemas puede haber alguna simultaneidad o efectos más complejos, por ejemplo, un usuario puede actuar sobre la potencia de un equipo, reduciéndola, o equipos automáticos pueden ajustar el tiempo de uso de sistemas energéticos, igualmente disminuyendo el consumo de energía. En verdad, es generalmente interesante promover la complementariedad de esos mecanismos, potencializando sus ventajas y logrando sinergias, como puede ser en la promoción de la gestión eficiente en asociación a la adopción de nuevas tecnologías.

GRÁFICO II.2
MECANISMOS DE FOMENTO A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



Fuente: Elaboración propia.

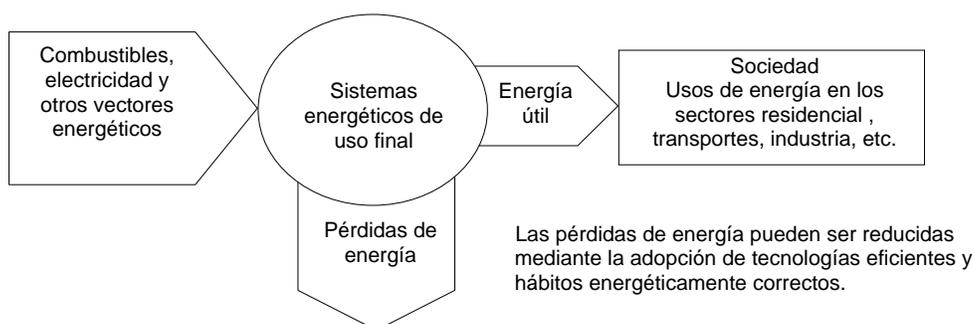
La clasificación de las acciones de fomento a la eficiencia energética es importante en la medida que los costos asociados a los mecanismos de base tecnológica son generalmente más elevados, pero usualmente permiten una evaluación de resultados más objetiva. Sin embargo ambos mecanismos son igualmente relevantes y no excluyentes. En un estudio de los potenciales de reducción de consumo de energía en los más importantes sub-sectores industriales o comerciales de un grupo representativo de países, básicamente considerando las mejores prácticas disponibles en el mercado y sin grandes cambios de proceso, se estimó que el ahorro de energía podría alcanzar entre 18% a 26%, respecto de la situación actual³. De hecho, la ejecución de programas de gestión energética, con auditoría de los usos de energía y monitoreo de los indicadores de consumo y productividad energética, sin necesariamente sustituir equipos y modificar procesos, ha permitido alcanzar economías entre 5 y 15% de los gastos energéticos, mediante acciones de implementación relativamente sencilla en los primeros años, con altas tasas de retorno económico, alcanzando cerca de 30% de ahorro en los programas mejor diseñados y de mediano plazo, de acuerdo a casos reales en diversas empresas comerciales e industriales⁴.

³ IEA, Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 emissions, International Energy Agency, IEA/OECD, Paris, 2007.

⁴ Turner, W.C., Doty, S., Energy Management Handbook, Fairmont Press, 6th ed., Lilburn, 2006.

En otra dirección, suponiendo esencialmente cambios de comportamiento de los consumidores, en particular en el sector residencial, se observan reducciones de consumo energético típicamente entre 15% y 30%, por alteraciones de hábitos de impacto energético, tales como frecuencia de uso de planchas eléctricas y lavadoras, ajuste de termostatos en refrigeradores y acondicionadores de aire, atención al uso innecesario de iluminación, etc.⁵ En la Gráfico II.3 se resume cómo operan estos mecanismos, actuando sobre el consumo directo de energía de la sociedad (como electricidad y combustibles) y reduciendo el consumo de energía primaria mediante la reducción de las pérdidas de energía en los sistemas energéticos de uso final, que pueden incluir transporte, almacenamiento y conversión de energía.

GRÁFICO II.3
ACCIONES PARA PROMOCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



Fuente: Elaboración propia.

De manera transversal a los mecanismos de base tecnológica y conductual, deben ser considerados los procesos de entrenamiento y capacitación de recursos humanos, esenciales para el efectivo cumplimiento de esos mecanismos. Tales procesos pueden ser conducidos en diferentes niveles de especialización y grados de madurez de las personas entrenadas, desde la enseñanza elemental hasta la universitaria, incluyendo programas de reciclaje y formación para profesionales activos en temas energéticos o relacionados. De manera similar, las actividades de desarrollo tecnológico e investigación contemplan frecuentemente ambos mecanismos. Cabría observar que el desarrollo tecnológico y los procesos de entrenamiento y capacitación de personal, como también los programas de financiamiento y cambios regulatorios, al fin y al cabo, actúan siempre en vertientes tecnológicas y/o conductuales en búsqueda de incrementos en la eficiencia energética y reducir las pérdidas de energía en los sistemas energéticos.

Es importante remarcar que, como condición necesaria, las medidas recomendadas para reducir las pérdidas de energía no deben afectar los beneficios asociados al uso de los sistemas energéticos, pues la economía se consigue por la disminución de las pérdidas, no por reducción de la energía útil disponible efectivamente utilizada. Este punto debe ser resaltado en las campañas informativas de las actividades de promoción de la eficiencia energética, que necesitan casi siempre del apoyo y del compromiso de los usuarios de energía, pero que muchas veces consideran tales acciones como capaces de afectar negativamente su calidad de vida o las condiciones de productividad en las empresas. Además, considerando que los usos finales de energía representan el punto final de sucesivas etapas en las cadenas energéticas, siempre con pérdidas, en ahorro energético en las etapas finales, junto al consumidor, representa un ahorro aun más significativo en nivel de energía primaria.

Como se ha mencionado, la reducción de las pérdidas de energía no es un objetivo en sí mismo, pues está siempre subordinada a condicionantes de orden económico, que hacen de la factibilidad económica-financiera una exigencia de racionalidad para las medidas de promoción de la

⁵ PROCEL. Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3. ed. ELETROBRÁS/ PROCEL Educação, UNIFEI e FUPAI, Itajubá, 2006.

eficiencia energética. Por supuesto que la adopción de mejores prácticas energéticas puede requerir inversiones en capital físico y recursos humanos, que deben tomarse en cuenta en el análisis de factibilidad. En este sentido hay diversas alternativas a considerar, que van desde la contratación de especialistas y utilización de contratos de desempeño, cuyo costo está básicamente asociado a los resultados energéticos obtenidos, hasta la formación de grupos propios en las empresas y promoción de soluciones en el ámbito de las mismas empresas interesadas en reducir sus consumos de energía.

Es deseable que el cuadro de precios a ser considerado en la evaluación de factibilidad sea un reflejo de las efectivas disponibilidades y costos reales para el sistema socio-económico y el medio ambiente, que implica eventualmente la consideración de las externalidades, sea en la definición del marco impositivo, sea en los mecanismos de apoyo y financiamiento que podrán ser adoptados para promover la eficiencia energética. Esta última consideración es especialmente relevante frente a las perspectivas de que la eficiencia energética sea una forma activa de combatir las emisiones de gases de efecto invernadero y el consecuente cambio climático, y reducir los impactos locales de los sistemas energéticos sobre la calidad del aire, agua y suelo.

D. Eficiencia energética y modelo de desarrollo

Como se sabe, el consumo energético en la sociedad ocurre de forma directa, observable en la demanda de energía eléctrica y combustibles, y de forma indirecta, en los bienes y servicios que siempre dependen de insumos energéticos para su producción. En la sociedad moderna gran parte de la demanda energética es indirecta y por lo tanto la reducción de las pérdidas de energía, de forma extensa y completa, implica considerar también los usos indirectos de energía. Eso conduce naturalmente a una revisión del estilo de desarrollo, que tiene que ver con la intensidad de uso de bienes, servicios y las formas de organización productiva y espacial de la sociedad, muchas veces inductoras de desperdicios de energía.

Este cuadro es fácilmente observable en el transporte de personas en las grandes ciudades. Por más eficientes y poco contaminantes que puedan ser los vehículos automotores “per se”, su utilización en un sistema vial congestionado resulta ineficiente, problema que podría ser enfrentado de forma más efectiva mediante adecuados sistemas de transporte colectivo o una descentralización del desarrollo urbano. De la misma manera, programas que ofrecen bicicletas para uso público o redes semafóricas inteligentes pueden tener impactos energéticos.

Otro ejemplo del nexo entre los estilos de desarrollo y el consumo energético es el gran incremento del uso de materiales intensivos en energía, como vidrio, aluminio y plásticos en las actividades diarias y constructivas. En el Cuadro II.1 se presentan rangos indicativos de consumo total de energía en la producción de algunos materiales de amplio uso en la sociedad moderna, cuya fabricación implica necesariamente una demanda energética directa (electricidad y combustibles) e indirecta (asociada a las materias primas, insumos, equipos y edificios, etc.).

CUADRO II.1
CONSUMO DE ENERGÍA EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE USO FRECUENTE ^a

Material	Costo energético (MJ/kg)	Observaciones
Acero	20-50	Producto laminado, a partir de la mina de hierro
Aluminio	220-340	Producto laminado, a partir de la bauxita
Papel	25-50	A partir de madera
Polietileno	85-115	Granulado, a partir de petróleo
Vidrio	18-35	A partir de las materias primas

Fuente: Elaboración propia.

^a Boustead, I., Hancock, G. F, Handbook of industrial energy analysis, Halsted Press, London, 1979.

Esos valores, que dependen por supuesto de las configuraciones productivas, materias primas y especificaciones del producto final, sirven también para señalar la relevancia de los procesos de reciclaje y reuso como oportunidades de ahorro energético, que permiten además reducir de manera significativa esos costos energéticos de producción. En la producción de metales se presentan ejemplos interesantes que destacan estas diferencias. En el caso de la refinación de cobre hay una diferencia importante de consumos específicos por tonelada de cátodo, entre los dos procesos básicos: pirometalurgia e hidrometalurgia, opciones normalmente vinculadas al tipo de mineral (sulfuros u óxidos). En el primer caso los consumos específicos medios son del orden de 28,9 MJ/TMF⁶ y para la hidrometalurgia (extracción por solventes y electroobtención) es de 22,1 MJ/TMF⁷. Para la producción de acero mediante la siderurgia no integrada, partiendo de chatarra para la producción de acero, estudios en los EUA indican consumos específicos de 5,95 GJ/ton de acero; mientras en la siderurgia integrada (partiendo de la elaboración del mineral de hierro) los consumos específicos serían 16,3 GJ/ton de acero⁸. No obstante, es importante reconocer que el producto final es el mismo o comparable en ambos casos.

La profunda interconexión de la demanda energética y las pérdidas a ella asociadas con aspectos del desarrollo social y económico, coloca la discusión de la eficiencia energética en un nivel más alto, implicando coordinar acciones y armonizar objetivos en las políticas públicas. Este punto es aun más importante en los países en desarrollo, adonde subsiste una relevante desigualdad en el consumo energético entre los diferentes grupos sociales, exigiendo del Estado un esfuerzo para atender de forma equilibrada las crecientes demandas de energía para los más variados fines y con diversificada urgencia.

De hecho, en los países adonde hay situaciones de marcada carencia energética, la eficiencia energética presenta, en principio, poca prioridad. No obstante, cabría recordar que en muchas situaciones observadas en comunidades carentes energéticamente, la implementación de sistemas energéticos eficientes permite reducir el costo de suministro de energía y expandir los servicios energéticos a un número más grande de consumidores, por ejemplo mediante el uso de alumbrado residencial con lámparas eficientes.

Al comprender la promoción de la eficiencia energética de manera más amplia, incluyendo demandas indirectas de energía, se debe observar que además del consumo inmediato, existen consumos energéticos diferidos en el tiempo, que ocurren antes o después del uso de un vector energético, bien o servicio, desde la extracción de los recursos naturales hasta su disposición final, también en la naturaleza. Tal amplitud temporal implica considerar las demandas energéticas a lo largo del “ciclo de vida” de las alternativas a adoptar en los sistemas energéticos.

De una manera general, se podría decir que considerando el consumo energético a lo largo de la vida de vehículos y equipos eléctricos, los costos de operación representarían el 90% de los costos energéticos totales, complementado por 5% consumidos en la fabricación y 5% después de terminada la vida útil⁹, pero las tecnologías más eficientes típicamente presentan inversiones iniciales más altas que las tecnologías convencionales y eventualmente costos finales también más elevados. Por ejemplo, en los análisis de los beneficios energéticos debidos a adopción de lámparas eficientes se debería considerar también la energía consumida en su producción y la necesidad de reciclar las lámparas quemadas, potencialmente más agresivas al ambiente que las lámparas incandescentes convencionales. Otro ejemplo podría ser dado por los motores eléctricos de alto

⁶ TMF: tonelada métrica de cobre fino.

⁷ Comisión Chilena del Cobre, Dirección de Estudios; Coeficientes unitarios de consumo de energía de la minería del cobre, 2001-2007, Santiago, Chile.

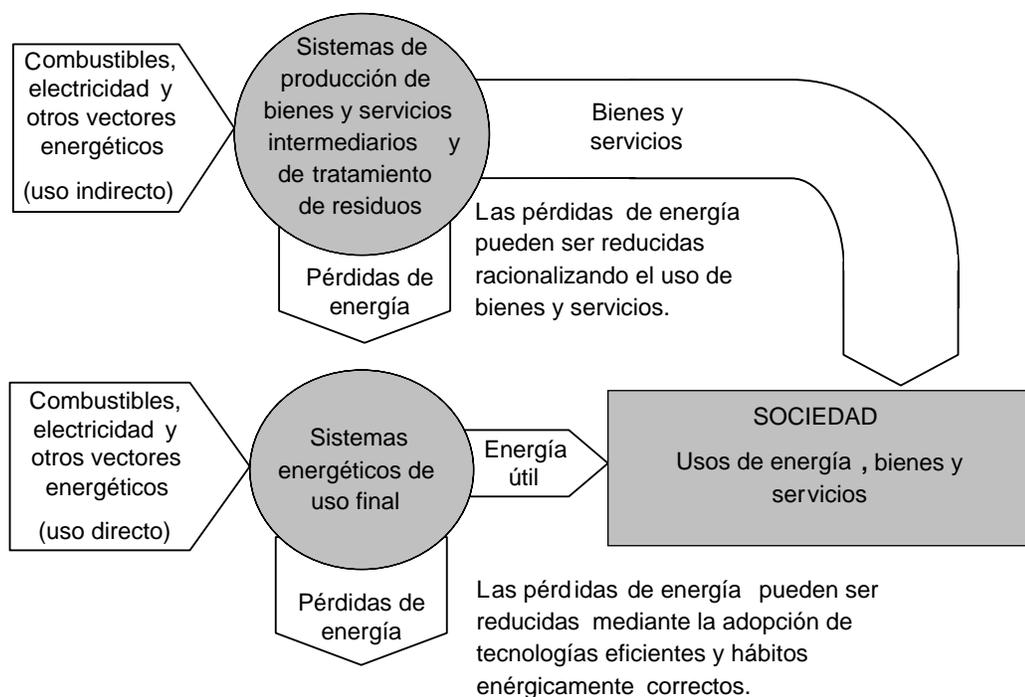
⁸ John Stubbles, Steel Industry Consultant; “Energy use in the US steel industry: an historical perspectiva and future opportunities”, preparado para el US Department of Energy, September 2000.

⁹ Stalberg, A., Life Cycle Costing, Swedish Environmental Management Council, Stockholm, 2009.

rendimiento, que utilizan cantidades significativamente más elevadas de cobre y acero que los motores convencionales, lo que impone costos energéticos adicionales y la operación con un factor de carga relativamente elevado para justificar económicamente su empleo.

Por supuesto que este tipo de evaluación implica disponer de una amplia base de informaciones y análisis de ciclo de vida para los principales productos y servicios de relevancia energética, un tema crecientemente estudiado, pero todavía carente de datos robustos para la enorme gama de situaciones de la sociedad moderna. Así, en la medida de lo posible, es deseable que se considere, en la definición de las medidas de fomento a la eficiencia energética no solamente la dimensión inmediata de los consumos energéticos sino también las demandas indirectas de energía, como se presenta en el Gráfico 2.4.

GRÁFICO II.4
ACCIONES PARA PROMOCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA INCLUYENDO LOS USOS INDIRECTOS DE ENERGÍA



Fuente: Elaboración propia.

E. Alcance de las acciones de fomento a la eficiencia energética

Otro punto importante se refiere a la amplitud de las acciones a lo largo de los sistemas energéticos. Aunque sea cierto que existen pérdidas de energía en todas las operaciones del sector energético, desde la extracción del recurso energético primario en la naturaleza y en las posteriores etapas de procesamiento, es bastante aceptado que la problemática de promoción de la eficiencia energética se ubica principalmente junto a los usuarios de energía final, antes que utilizan energía como insumo o como bien de consumo, separados físicamente de las empresas de energía por los medidores de consumo energético.

A favor de focalizar las acciones de promoción de la eficiencia energética sobre los consumidores de energía, se pueden presentar argumentos como los siguientes:

- mientras en el sector energético la energía es el insumo y producto principal de su actividad, imponiendo sistemas de seguimiento de costos y reducción de pérdidas, esenciales para maximización de sus beneficios y ganancias, los consumidores de energía típicamente no poseen esos recursos y muchas veces no valoran adecuadamente el costo del consumo de energía, excepto en el caso de unas pocas empresas caracterizadas por su elevado consumo energético;
- aunque las metodologías estén razonablemente difundidas y disponibles para la promoción de la eficiencia energética (auditorias, control de las cargas y sustitución de equipos, entrenamiento y capacitación, entre otras), mayormente enfocadas a los consumidores, los mismos conocen todavía de manera limitada las posibilidades de racionalizar, en bases económicamente competitivas, su demanda energética;
- la reducción de las pérdidas energéticas observadas en los consumidores promueve un ahorro de energías primarias que incluye la reducción de pérdidas a lo largo de toda la cadena de conversiones energéticas, incluyendo los procesos asociados de transporte y almacenamiento, siendo dicha reducción proporcional a las eficiencias en los diversos procesos;
- y fundamentalmente, la reducción de pérdidas energéticas en la parte final de las cadenas energéticas no contraría la racionalización más amplia de los sistemas energéticos, pero en la realidad es parte esencial de un proceso global de racionalización.

No obstante, restringir las medidas a los usuarios finales no constituye una regla general y en algunos países las acciones de fomento de la eficiencia energética incluyen empresas de generación, transmisión y distribución de electricidad, así como refinerías de petróleo. Además, en algunos casos podría tener sentido expandir los límites de las acciones de promoción de la eficiencia energética, por ejemplo, en contextos adonde la intervención gubernamental en la formación de los precios distorsiona los indicadores económicos de las empresas energéticas y reduce su atención a la eficiencia energética. Otra situación particular de interés podría ser la promoción de la cogeneración en configuraciones involucrando productores públicos de energía, concesionarios de servicios energéticos y usuarios, que juntos permitirían incrementar las condiciones económicas para la oferta y demanda de calor y electricidad.

Otro nexo frecuente de la eficiencia energética, particularmente cuando se considera la reducción del consumo de fuentes energéticas primarias fósiles, es con las fuentes renovables de energía. Por ejemplo, muchas veces se desarrollan programas que incluyen en el marco de la promoción de la eficiencia energética la utilización de energía solar para calentamiento de agua o generación eléctrica, entre otras posibilidades. En este sentido, es interesante recordar el foco fundamental en los procesos finales de consumo energético comentado anteriormente, complementado por otras acciones a lo largo de la cadena energética.

Dicho de otra manera, la prioridad de las acciones de fomento de la eficiencia energética está en los puntos de consumo, inclusive porque no tiene mucho sentido promover el empleo de fuentes renovables para el suministro de energía a consumidores finales con pérdidas elevadas de energía, cuya reducción debe preceder y complementar la adopción las fuentes renovables de energía. Como ejemplo, las lámparas eficientes son componentes esenciales de sistemas de alumbrado que utilizan celdas fotovoltaicas. Un punto común entre la eficiencia energética y el uso de energías renovables es su carácter de sostenibilidad, por promover el uso racional de los recursos naturales y traer efectos benéficos sobre el medio ambiente, aspectos generalmente asociados a esas tecnologías energéticas.

Sintetizando, los objetivos a alcanzar en la promoción de la eficiencia energética podrían ser tan abiertos como *promover el uso de recursos naturales en el marco del desarrollo sostenible*, o más circunscritos a *reducir las pérdidas energéticas en bases económicamente consistentes junto a los usuarios de energía*. Esta última definición efectivamente es la más usual, y generalmente la que es tomada como base para las acciones a desarrollar en los programas de fomento de la eficiencia energética, sin naturalmente excluir otras posibilidades de racionalización. Así, en este documento esa

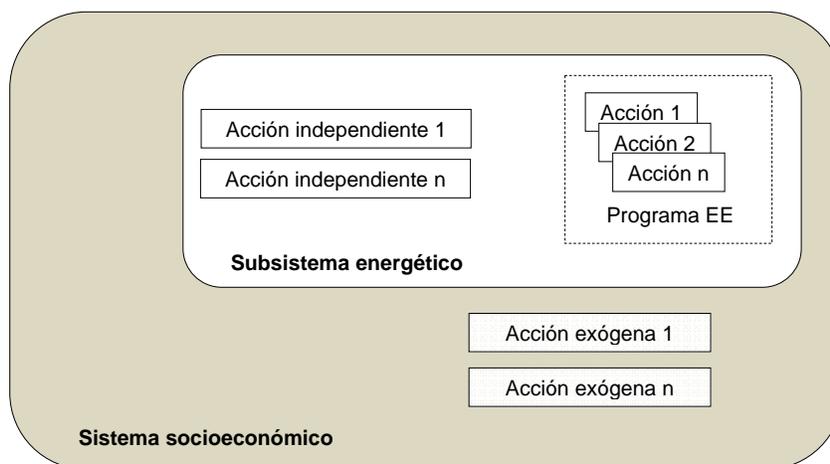
es la definición considerada. El desafío es hacer lo posible, en el marco de las disponibilidades y condiciones vigentes, siempre sin perder de vista que existen nexos e interrelaciones importantes.

F. Acciones de gobierno para promover la eficiencia energética

Aunque se reconozca la amplitud y diversidad de las pérdidas de energía, directas e indirectas, y consecuentemente, de los posibles mecanismos para su reducción, que muchas veces imponen repensar patrones de desarrollo urbano, vial e industrial, entre otros temas complejos, hay un claro espacio de actuación en el mandato de las instituciones públicas del sector energético, dedicadas a la administración de las cadenas energéticas, desde la producción hasta el uso final de los vectores energéticos. En los últimos años este mandato se ha hecho más evidente en muchos países y la eficiencia energética ha sido crecientemente mencionada en muchos de los programas y planes de gobierno. De la misma manera, más asociado a cuestiones ambientales de carácter global, cada vez más las agencias internacionales priorizan las acciones de promoción de la eficiencia energética. No obstante, cabe reiterar que la oportunidad y la posibilidad de actuar en la promoción de la eficiencia energética en el contexto energético debe ser aprovechada sin excluir ni sustituir, en un marco más amplio y deseable, la articulación y coordinación entre las diferentes políticas públicas con nexos en la racionalidad del uso de energía.

En este contexto e incluyendo las *acciones exógenas* al ámbito de las instituciones energéticas, pero enfocadas en la eficiencia energética, pueden ser propuestas *acciones independientes* o *acciones articuladas en programas*, en las dimensiones del subsistema energético, articuladas o no con otros entes públicos, como se procura representar en el Gráfico II.5. Este gráfico representa bien la diversidad de situaciones encontradas en América Latina y el Caribe, en que algunos países desarrollan programas independientes en diferentes sub-sectores energéticos y eventualmente algunas áreas administrativas implementan acciones específicas, mientras en otros países se observa la existencia de subprogramas articulados en un mismo y único programa nacional¹⁰. Por supuesto, en la concepción y diseño de las metodologías de evaluación se impone tener en cuenta la configuración de esas acciones.

GRÁFICO II.5
CONFIGURACIÓN DE LAS ACCIONES DE GOBIERNO PARA PROMOCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



Fuente: Elaboración propia.

¹⁰ CEPAL/OLADE, Situación Actual y Perspectivas de la Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe, Documento de Trabajo, Santiago de Chile, 2009.

De una manera general, las acciones para promover el incremento de la eficiencia energética, en el ámbito de los sistemas energéticos, o sea, sin considerar la amplia gama de acciones que podrían tener algún impacto energético indirecto, pueden ser clasificadas de acuerdo a los mecanismos de carácter tecnológico o conductual ya presentados, conforme se ejemplifica a continuación:

- a) Acciones de carácter tecnológico (actuando en los equipos y sistemas energéticos, promoviendo cambios, ajustes y mantenimiento).
 - Promoción, inclusive mediante financiamiento, para la realización y eventual implantación de las recomendaciones de auditorías y proyectos de incremento de eficiencia energética.
 - Definición de normas con niveles mínimos de desempeño energético en equipos.
 - Definición de códigos de construcción con niveles mínimos de desempeño energético en edificios públicos y/o residenciales.
 - Promoción de diseño e implementación de procesos industriales energéticamente eficientes.
 - Establecimiento de un sistema de etiquetado con niveles de eficiencia de los equipos energéticos.
 - Financiamiento y/o distribución de equipos eficientes.
 - Promoción de actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico en temas relacionados con el uso final de energía.
- b) Acciones de difusión (actuando sobre los usuarios y operadores de equipos y sistemas energéticos).
 - Programas de capacitación profesional (expertos en auditorías energéticas, profesionales, técnicos y operarios en los sectores industrial, comercial y público, y en el diseño, construcción y mantenimiento de viviendas y edificios).
 - Programas de información y formación de estudiantes de los niveles básico, medio y universitario.
 - Concursos y premios a proyectos de eficiencia en industrias, edificios y empresas comerciales.
 - Campañas de marketing, difundiendo información al público consumidor sobre procedimientos para ahorrar energía.

Naturalmente que la situación más recomendable es el establecimiento de un programa de fomento de la eficiencia energética contemplando un conjunto articulado de actividades, cubriendo los diferentes sectores y balanceando adecuadamente acciones como las indicadas arriba. En este sentido, la experiencia de diversos países y contextos permite establecer algunas orientaciones para la composición y gestión de un programa, integrando acciones de incentivo, legislación, cambios tecnológicos y de hábitos de consumo, por ejemplo:

- Un programa de eficiencia energética debe equilibrar incentivos (subsídios, financiamientos, donación de equipos, campañas de marketing), que actúan más en el corto y medio plazo, con mecanismos de carácter legal y normativo, que generalmente presentan resultados más duraderos, pero de mediano a largo plazo, que consolidan los resultados iniciales.
- El programa debe incrementar la eficiencia energética actuando siempre en dos frentes complementarios: *mejora de la eficiencia de los sistemas* de conversión energética y *reducción de la intensidad de su utilización*.

- El programa debe contemplar una planificación cuidadosa, fundamentada en datos e informaciones concretas de la realidad socio-económica, con metas realistas, asimismo *incorporando sistemas de gestión y evaluación*, si es posible incluyendo terceros agentes, especialmente cuando son las propias empresas energéticas las gestoras de acciones de eficiencia energética.
- *La permanente atención a los consumidores*, mediante planes de comunicación informando avances reales, beneficios y expectativas factibles son altamente deseables y condiciones necesarias para la manutención del imprescindible soporte de los usuarios de energía.
- *La continuidad de las acciones y del apoyo gubernamental* son igualmente condiciones imprescindibles y deben considerar la estabilidad y valorización de los equipos técnicos, la permanencia de los programas en la agenda de gobierno y la mantención de las señales económicas para el uso eficiente de energía (precios y tarifas adecuados).

Además, es posible y comprensible que, complementariamente a los programas y acciones específicamente enfocados en la reducción de pérdidas de energía, generalmente implementados en el ámbito de las instituciones energéticas, existan otros programas gubernamentales con impacto en la eficiencia energética y que frecuentemente no son reconocidos como tales. Así podrían mencionarse los programas de vivienda, transporte público y de carga, desarrollo industrial, entre otros, en que el componente energético es siempre importante.

En el diseño e implementación de programas de fomento de la eficiencia energética es de gran importancia la integración y coordinación de las acciones, en el marco de las políticas públicas de energía, con las políticas públicas para los demás sectores involucrados con la temática energética, como vivienda, transporte, salud, desarrollo urbano, desarrollo industrial, obras públicas, medio ambiente, etc.¹¹ La mera exposición de los objetivos de un programa de eficiencia energética, presentada a los responsables por otros campos de gobierno, puede inducir a la oportuna revisión y la eventual reconsideración de acciones y medidas gubernamentales. Naturalmente que eso no se trata de una tarea sencilla, muchas veces las políticas públicas no están suficientemente explicitadas y efectuar tal coordinación impone establecer prioridades y elegir alternativas, pero los resultados que se pueden alcanzar son indiscutiblemente más sólidos y duraderos.

En todos esos sentidos, el empleo de indicadores es importante, y permite cumplir objetivos relevantes, como acompañar y comparar programas y actividades en eficiencia energética, insertar el fomento a la eficiencia energética y establecer metas de ahorro de energía y de reducción de emisiones en las estrategias energéticas y ambientales, entre otros fines. Los objetivos de los próximos capítulos apuntan a definir y evaluar adecuadamente indicadores de eficiencia energética, especialmente considerando programas gubernamentales de racionalización del uso de la energía.

¹¹ Como ejemplo de acciones integradas en el marco de la eficiencia energética, se puede mencionar el establecimiento de un sistema tributario coherente con el desempeño energético de vehículos y equipos y el estímulo a sistemas de transporte público de calidad, tomando en cuenta sus eventuales ventajas energéticas y ambientales, entre otras. De acuerdo a los conceptos presentados en el Gráfico II.5, esas acciones podrían ser consideradas “exógenas”, cuya evaluación de resultados es naturalmente bastante más compleja.

III. Revisión metodológica sobre indicadores de eficiencia energética y estado del arte a nivel internacional

En este capítulo se presenta inicialmente las definiciones de eficiencia y eficacia, relevantes en la evaluación de los programas de fomento de la eficiencia energética y en la definición de la problemática de esa evaluación, pasando a comentar el alcance de tal evaluación y estableciendo categorías de indicadores que podrán ser empleados y analizando más en detalle el empleo de los indicadores agregados o intensidades energéticas, proporcionando los elementos necesarios para el próximo capítulo, en que se presentarán los indicadores propuestos para los países latinoamericanos y caribeños. Asimismo se presentan el estado actual de desarrollo de los indicadores agregados y intensidades energéticas en la Unión Europea y la propuesta en elaboración en el ámbito de la OECD.

A. Dos definiciones básicas

Los programas de eficiencia energética, como se ha visto, pueden ser bastante variados en términos de las acciones implementadas, cubriendo desde sustitución de equipos ineficientes hasta actividades de difusión de conceptos de uso racional de energía. En ese sentido, es interesante establecer definiciones para los términos de uso más frecuente, ya que no parece existir una visión convergente de sus significados (ver Recuadro 2). Las definiciones a continuación fueran tomadas de la ingeniería de producción, en particular de los estudios de Gestión de Procesos y Control de Calidad, campo en que esos conceptos son bastante utilizados¹²:

Eficiencia: concepto bastante utilizado en la ingeniería de energía y recíproco del consumo específico, y expresa una productividad o una relación beneficio/costo. Así, una alta eficiencia energética representa la capacidad de obtener una producción de bienes o servicios con bajo consumo energético.

Eficacia o efectividad: ambas palabras representan el mismo concepto, más genérico y menos consolidado, asociado a la realización de metas y objetivos, que en el caso de contextos energéticos no siempre son mensurables como lo son las magnitudes físicas (energía, potencia, cantidades de

¹² Una frase frecuentemente citada de Peter Drucker, uno de los más conocidos pensadores de la gestión de las organizaciones, es “Efficiency is doing things right; effectiveness is doing the right things”.

combustibles, etc.), como por ejemplo en programas de difusión de informaciones y entrenamiento de personal para el uso racional de energía.

A partir de esas dos definiciones es posible plantear la cuestión central de la evaluación de los programas de estímulo a la eficiencia energética. Además de su relación directa y natural con los incrementos de la eficiencia de los sistemas energéticos, mensurable en principio mediante el impacto en la energía y la capacidad demandadas, la eficacia de esos programas, o sea el adecuado cumplimiento de sus objetivos, debe considerar la consistencia de las acciones de planeamiento e implementación de esos programas, la adecuación en el uso de los recursos físicos, humanos, financieros, entre otros, para alcanzar los objetivos de reducir las pérdidas de energía y la permanencia de esos resultados a lo largo del tiempo.

Dicho de otra manera, la evaluación de los programas de eficiencia energética, considerando su diversidad y amplitud, presupone determinar también su eficacia, conjuntamente con mejorar la eficiencia en uso de la energía o reducir las pérdidas energéticas.

RECUADRO 2 **TERMINOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS PARA USO** **RACIONAL DE ENERGÍA**

En la evaluación de los programas y acciones para reducir pérdidas en el uso final de energía son aplicados métodos y conceptos relativamente nuevos, para los cuales las definiciones están todavía poco consolidadas. En este contexto podría ser recomendado buscar definiciones exactas e inequívocas, sin embargo, como enseña el filósofo contemporáneo Paul Feyerabend, muchas veces la rigidez formal de las definiciones científicas puede reducir la riqueza de sus significados y no colabora el proceso de comprensión de los fenómenos.

Bajo esta advertencia, es interesante consultar algunos diccionarios, en búsqueda de los significados más aceptados para los términos utilizados como parámetros básicos en la evaluación de programas de eficiencia energética. De acuerdo con la Real Academia Española, *eficiencia*, *eficacia* y *efectividad* presentan el mismo significado: “capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera”. En el idioma inglés, se observan diferencias sutiles, pero importantes: conforme las referencias Oxford English Dictionary y Merriam-Webster Dictionary, *eficiencia* (*efficiency*) podría ser definida como capacidad de producir efectos deseados, especialmente con bajos consumos o esfuerzos, mientras *eficacia* (*efficacy*), un vocablo más genérico, sería la capacidad de producir efectos en la dirección pretendida (*power to effect the object intended*) y tendría *efectividad* (*effectiveness*) como sinónimo. Esas definiciones de la lengua inglesa fueran las acepciones adoptada en el presente documento, para evaluación de las actividades de eficiencia energética.

Consultando la United Nations Multilingual Terminology Database, base de términos no compulsoria de las Naciones Unidas, se observa que *eficiencia*, *eficacia* y *efectividad*, en sus formas inglesas, son mencionadas y eventualmente definidas en respectivamente en 244, 123 y 173 documentos de esa base, para empleo en diversos contextos.

Recorriendo finalmente a la etimología, *eficiencia* y *eficacia* son palabras derivada de la misma raíz latina, el verbo *efficere*, que significa cumplir, alcanzar un objetivo, que dio origen a dos términos latinos: *efficientia*, que corresponde a virtud o fuerza para producir un resultado y *efficacia*, sería la calidad de algo que produce el resultado esperado. Valdría aún observar que en estadística y economía, estas palabras, particularmente *eficiencia*, pueden presentar definiciones diferentes y bastante específicas. Como se constata, efectivamente estas palabras no están definidas unívocamente.

Fuente: Elaboración propia.

B. Categorías de indicadores en la evaluación de las actividades y programas de eficiencia energética

En el amplio contexto de los sistemas socio-económicos, la evaluación de las actividades dedicadas al incremento de la eficiencia energética puede ser efectuada en distintos niveles de agregación y detalle. Desde una visión más general, o sea desde el sistema energético nacional en conjunto, hacia lo más específico, como pueden ser actividades de uso final de energía, yendo desde la estimación de la eficiencia energética agregada para una evaluación cuantitativa de las acciones orientadas a mejorar la eficiencia hasta contextos específicos correspondientes a equipos o procesos dados, son posibles las siguientes categorías de indicadores:

Indicadores agregados o intensidades energéticas y su evolución, como consumo energético per capita y por unidad de producto económico, o en caso de haber disponibles datos con menor nivel de agregación, indicadores asociados a funciones de producción, especificando el consumo energético unitario por actividad con indicadores físicos, por ejemplo, consumo específico de energía por pasajero-km y ton-km en el transporte, o aun consumo específico por familia para los diferentes usos domésticos. Por supuesto que la determinación de este tipo de indicadores presupone deseablemente la disponibilidad de balances energéticos detallados en el consumo final de la energía. Vale observar que este tipo de indicadores no dependen de la existencia de actividades de fomento a eficiencia energética y su comportamiento, adecuadamente analizado, se constituyen en efectivos señalamientos del nivel de racionalidad en el uso de energía en una sociedad. De hecho, estos indicadores son bastante utilizados y más adelante en este capítulo serán comentados sus fundamentos y limitaciones.

Indicadores de la eficacia de las políticas, actividades y eventualmente de los programas de fomento a eficiencia energética, detallados y analizados adelante en el Capítulo VI y que a su vez pueden ser: indicadores asociados al nivel de desarrollo y calidad de las actividades de fomento de la eficiencia energética, incorporando parámetros asociados a las actividades de planificación, calidad de gestión, base legal y regulatoria, etc., o aún indicadores de resultados de las actividades y programas de fomento de la eficiencia energética, que buscan evaluar los cambios promovidos en el mercado energético, en términos de parque de equipos energéticos y hábitos de uso, asimismo buscando estimar con suficiente consistencia los resultados cuantitativos de energía (y eventualmente de capacidad o potencia) ahorrada, asociando indicadores de consumo suficientemente desagregados a acciones orientadas hacia su reducción, buscando individualizar el resultado de cada acción.

A continuación se presentan algunos puntos relevantes para la selección y utilización de indicadores agregados o intensidades energéticas.

C. Informaciones de base

Un aspecto muy importante es la disponibilidad de datos e informaciones, algunas veces imprescindibles para determinar los resultados de acciones. Aquí hay un cuadro heterogéneo, con países y sectores con una base de informaciones suficientemente consistente y detallada (balances energéticos, datos socio-económicos, informaciones actualizadas de las actividades en promoción de eficiencia energética), mientras en otros casos hay una gran carencia de datos. Si bien es cierto que siempre es posible proponer y ejecutar acciones para inducir al uso más racional de energía, la existencia de informaciones es factor decisivo no sólo para su seguimiento y monitoreo sino también para su correcto diseño e implementación.

Ciertamente hay un requerimiento mínimo de informaciones, prácticamente sin las cuales no es posible hacer alguna evaluación de las acciones en eficiencia energética. En este sentido, considerando los contextos de reducida disponibilidad de datos e informaciones, es posible proponer un *conjunto mínimo de indicadores*, como los presentados en el próximo capítulo, suficiente para dar una idea agregada del estado y resultados de las medidas de eficiencia energética, al cual se pueden

progresivamente agregar otros parámetros, como los desarrollados en el Capítulo VI, que constituirían un conjunto completo de indicadores, que permitirían naturalmente una visión más detallada.

E. Determinantes del consumo de energía

El consumo de energía de una sociedad es el objeto de atención de los programas de eficiencia energética. Este consumo, sea del conjunto de su sistema socioeconómico o de un sector en particular, depende de múltiples factores o variables, lo cual hace difícil establecer las relaciones o ecuaciones que vinculan dicho consumo con las variables explicativas; amén de las simplificaciones implícitas en los métodos econométricos.

En el uso directo de la energía, esto es para atender las necesidades del ser humano para su subsistencia y confort (cocción, iluminación, calefacción, calentamiento de agua, refrigeración, etc.), el consumo de energía depende principalmente de las características:

- ambientales: clima, temperatura, humedad, etc.,
- socio-económicas: tamaño de la población, condiciones de la vivienda y uso del espacio, si es medio rural o urbano, promedio y distribución del ingreso de las familias,
- energéticas: acceso y abastecimiento o no de determinadas fuentes energéticas, estructura por fuentes del consumo energético, precios de la energía y de los artefactos y equipos de utilización de la energía y eficiencia energética (tecnología de los equipos y hábitos de consumo),
- de las pautas culturales.

De manera similar, en el uso indirecto de la energía, esto es para la producción de los bienes y servicios, se requiere diferentes formas de energía útil: calor de proceso, fuerza motriz, iluminación, frío de proceso, etc. El consumo de energía para estos usos depende, en líneas generales, de las características:

- Ambientales: clima, temperatura, humedad, etc.
- Socio-económicas y del perfil del sistema productivo: tipo de bienes y servicios producidos, o sea la estructura productiva del país, del nivel de actividad económica, escala de producción y el nivel de utilización de la capacidad instalada, de la tecnología del proceso productivo, incluyendo las características de la materia prima, de las condiciones logísticas y de los modos y tipos de vehículos para el transporte de personas y cargas, del ordenamiento territorial.
- Energéticas: acceso y abastecimiento o no de determinadas fuentes energéticas, estructura por fuentes del consumo energético, precios de la energía y de los artefactos y equipos de utilización de la energía y eficiencia energética (tecnología de los equipos y hábitos de consumo).

Como se puede observar en las listas anteriores, la eficiencia energética, siempre considerada como una función de la tecnología de los equipos y hábitos de consumo, es uno entre diversos factores que afectan el consumo energético. La totalidad de estos factores, tanto para los usos directos como indirectos de la energía, son variables tanto en el corto como en el mediano y largo plazo. La concurrencia de una multiplicidad de variables en la determinación del consumo de energía indica la dificultad de separar, con mediana precisión, los efectos de cada una de ellas sobre la variable dependiente; por ejemplo, los efectos de las mejoras de eficiencia energética sobre los consumos de energía.

Los métodos analíticos de estudio de los consumos de energía desagregan los consumidores en grupos homogéneos sobre la base de similares condiciones sociales, económicas, ambientales, tecnológicas y culturales; abastecidos con o sin determinadas fuentes energéticas; y de los cuales se espera un similar comportamiento ante variaciones en los determinantes del consumo de energía. De

esta manera se diferencian, en cierta medida, los efectos de aquellos factores estructurales de los coyunturales o de corto plazo. Un aspecto central de los métodos analíticos es obtener los consumos por usos de la energía en términos de energía neta y útil¹³. Si bien esta metodología representa un avance importante en el tema que nos ocupa, evaluar las mejoras en la eficiencia energética, se enfrenta con dos limitaciones: a) el nivel de detalle al que se llega en la separación de los consumidores homogéneos está determinado por la operatividad de los instrumentos de análisis y prospectiva, debiendo corresponder a un solución de compromiso entre los beneficios que se obtienen (mayor precisión en las proyecciones e identificación de segmentos para las medidas de política) y el costo y tiempo que implica la mayor desagregación, por lo tanto el grado de homogeneidad obtenido es relativo; y, b) la información sobre los consumos de energía de cada módulo homogéneo no se registra en forma sistemática, debiendo recurrirse a la realización de encuestas, lo que es una seria dificultad para obtener series históricas.

De una manera general, la intensidad energética es el cociente entre el consumo de energía y la variable explicativa considerada más importante en la determinación de dicho consumo. Se calcula para un país, una región, un sector, una rama industrial, para la producción de un determinado bien, para la prestación de cierto servicio, para el transporte de personas o de cargas, etc. A partir del ámbito definido para el cálculo de la intensidad energética, se elige la correspondiente variable explicativa: cantidad de personas u hogares; producto interno bruto; valor agregado por la actividad; producción física del bien; pasajeros-kilómetro transportados; toneladas-kilómetro transportadas; cantidad de usuarios atendidos; etc., por mencionar las variables usualmente utilizadas.

Si tenemos en cuenta que la eficiencia energética es sólo uno de los factores explicativos de los consumos de energía, queda de manifiesto sus limitaciones como indicador para la evaluación de las acciones de promoción de la eficiencia energética.

A medida que se aumenta el grado de desagregación en el cálculo de la intensidad energética, llegando a un nivel de consumidores o productos lo más homogéneos posibles, se logran separar en mayor medida los efectos de los cambios estructurales sobre el consumo de energía, reflejándose mejor las disminuciones de las intensidades energéticas como consecuencia de las acciones de eficiencia energética. Por ejemplo, si el consumo de energía per cápita se calcula para los habitantes de una determinada región del país con el mismo clima, que viven en el medio urbano, tienen acceso o no al gas natural y corresponden a un determinado estrato socioeconómico, entonces la evolución de dicha intensidad energética reflejará más fielmente los efectos de acciones de eficiencia energética. O si se calcula la intensidad energética de una rama de actividad industrial (desagregada a 4 dígitos del CIIU) o de un determinado producto o servicio bajo una cierta tecnología, también es altamente probable que la evolución del indicador muestre los resultados de la eficiencia energética.

Una constatación clásica de los analistas es que la intensidad energética depende del grado de desarrollo del país, en una acepción amplia. Así, en países en vías de desarrollo es esperable un crecimiento de la intensidad energética como consecuencia de una mayor industrialización y mecanización de las actividades, conjuntamente con el aumento de la calidad de vida de la población. Una vez consolidado el proceso de desarrollo, es donde los efectos de las mejoras tecnológicas y las medidas de ahorro energético tienen mayor peso tendiendo a disminuir la intensidad energética. Naturalmente que, como se ha señalado, muchos otros factores pueden afectar la intensidad energética, entre los cuales puede influir bastante el perfil de las industrias: la reducción de la participación de sectores energo-intensivos en la base industrial permite reducir directamente la intensidad energética, independientemente de la eficiencia energética.

Los aspectos sucintamente reseñados sobre los determinantes del consumo energético, deben ser tenidos en cuenta en la utilización de la intensidad energética como indicador para evaluar las acciones de eficiencia energética, objeto del presente estudio.

¹³ Energía útil es la energía neta (final) a la cual se le han deducido las pérdidas ocurridas en los artefactos y equipos de utilización final de la energía.

F. Análisis transversal y de series de tiempo

Las comparaciones del consumo de energía entre distintos países o regiones para un periodo determinado y referidas a la unidad de variable socioeconómica explicativa principal de dichos consumos, como son las intensidades energéticas, deben ser tomadas de una manera descriptiva e indicativa. En particular si dichas comparaciones se refieren a los niveles de eficiencia en la utilización de la energía y las mismas se realizan con cierto grado de agrupamiento de los consumidores. Los diferentes contextos económicos, sociales, ambientales, tecnológicos y culturales de los países o regiones, que son los determinantes principales del consumo de energía, y la multiplicidad de variables explicativas, como las indicadas en el punto 3.4, hacen muy difícil poder aislar condiciones homogéneas del consumo energético de modo que las comparaciones entre diferentes países o regiones tengan una validez mayor.

Así por ejemplo, si se comparan los consumos residenciales urbanos de dos países de similares condiciones climáticas y similares niveles de ingreso por habitante, dichos consumos calculados por hogar o por persona pueden dar valores muy distintos atendiendo a las diferentes distribuciones del ingreso y a las diferentes pautas culturales o modos de vida. Los consumos de energía del sector transporte son más difíciles aún de homogeneizar, debido a las diferentes configuraciones espaciales de las actividades, ordenamiento del tránsito, modos de transporte, estructura del parque de vehículos, etc. Inclusive en el sector industrial, comparando ramas de actividad con un buen nivel de desagregación, por ejemplo a cuatro dígitos del CIU, y similares grados de desarrollo tecnológico entre países, pueden tener diferentes consumos de energía por unidad de producción física atendiendo a que los procesos productivos no son totalmente similares, hay diferentes dotaciones de equipamiento de producción y las materias primas y productos no son completamente homogéneos.

A esta situación de diferentes contextos del consumo energético, debe adicionarse la incidencia en el consumo final de energía de las fuentes energéticas con que son abastecidos los distintos usos. Al tener las fuentes energéticas, y las tecnologías de utilización, diferentes rendimientos hacen que un mismo requerimiento de energía útil sea atendido con diferentes cantidades de energía final o neta. Y la elección de tal o cual fuente energética para el consumo no depende primordialmente de su rendimiento de utilización, sino más bien de la dotación de recursos energéticos con que cuenta el país, de las particularidades de su desarrollo tecnológico e infraestructura, y de consideraciones sobre la sustentabilidad de su desarrollo, elementos que se incluyen dentro de la *eficiencia asignativa*¹⁴ en el consumo de energía.

En este sentido, el mayor consumo de leña y otras biomásas principalmente en los sectores residencial y comercial y servicios, fuentes de relativamente muy bajos rendimientos de utilización, dan como resultado intensidades energéticas más altas que, si bien reflejan mayores pérdidas de energía en el consumo, no indican necesariamente que haya una utilización ineficiente de estas fuentes. O, con efecto contrario, un mayor consumo de electricidad en los usos calóricos hará que disminuyan las intensidades energéticas, ya que en la gran mayoría de los usos los rendimientos de la electricidad son superiores a los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Esta menor intensidad energética no indica necesariamente un uso eficiente de la electricidad, ni tecnológico ni conductual. Además, es necesario tener en cuenta a partir de qué fuentes primarias se genera la electricidad ya que si, por ejemplo, la misma se genera en centrales termoeléctricas, el rendimiento de toda la cadena energética analizada puede resultar bastante bajo, como se ha comentado en el capítulo anterior.

En los casos de la utilización de sistemas de energías renovables en el consumo final, como las energías solar y eólica, debe tenerse en cuenta, por una parte, la forma en que se calculan las pérdidas de energía en el artefacto o equipo usuario; y por la otra, que estas pérdidas ocurrirían de todos modos si no existiese el aprovechamiento de estas fuentes. Con efecto, la eficiencia en este caso

¹⁴ El concepto de eficiencia asignativa se refiere a la utilización de los recursos en función de su escasez relativa y su valor de mercado. Se emplea asociado a la conservación de la energía..

representa el nivel de perfeccionamiento del equipo y la racionalidad en su proyecto, construcción y implantación, que naturalmente presupone un nivel aceptable de aprovechamiento (y de pérdidas) del recurso natural.

Los factores estructurales mencionados precedentemente (contexto nacional y regional del consumo de energía y fuentes energéticas utilizadas) fundamentan el carácter descriptivo e indicativo que deben tener las comparaciones entre los valores de las intensidades energéticas de diferentes países o regiones.

En cuanto a la evolución en el tiempo de las intensidades energéticas para un mismo país o región, tanto a nivel global como más detalladas por sectores, sub-sectores o usos, es necesario tener en cuenta que hay factores estructurales que inciden en los valores de las intensidades energéticas y son, por definición, aquellos que se modifican apreciablemente en el largo plazo. Entre éstos podemos mencionar el grado de urbanización, el tamaño de los hogares, la composición de las actividades productivas y de servicios, la tecnología de producción, los modos del transporte de personas y cargas, la distribución espacial de las actividades, la estructura por fuentes del consumo energético.

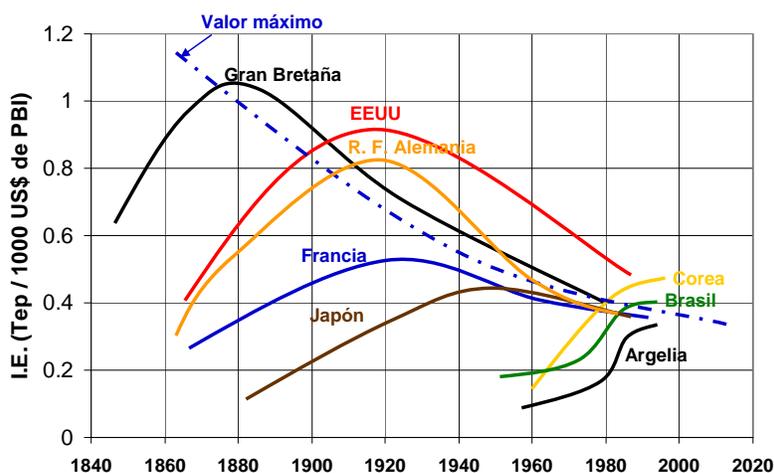
Por su parte, podemos considerar a la eficiencia energética como un factor de corto plazo y, más aún, cuando los gobiernos implementan programas de promoción de la eficiencia energética. Otros factores de corto plazo que inciden en los valores de las intensidades energéticas son las variaciones normales de la temperatura y condiciones climáticas, las fluctuaciones coyunturales de la actividad económica, los precios de la energía.

Un ejemplo que merece destacarse, ya comentado en la Introducción y que comprueba que la eficiencia energética es un factor de corto plazo, lo constituye las medidas impulsadas por el gobierno de Brasil frente a la crisis eléctrica del año 2001 motivada principalmente por los bajos caudales de sus principales cuencas. Estas medidas consistieron principalmente en introducir equipos eficientes y promover hábitos más adecuados de uso de energía. La fuerte adhesión de la población en general a dichas medidas hizo que a los pocos meses se empezara a notar la reducción de los consumos, contribuyendo en buena medida a atenuar la crisis sin prácticamente reducción de confort ni de niveles productivos. Se desea destacar que, en este caso, las pautas de consumo eficiente adoptadas se siguieron manteniendo una vez superada la crisis.

La evolución de largo plazo de las intensidades energéticas totales está influenciada por el grado de desarrollo del país o región. Así, en las primeras etapas del desarrollo, la intensidad energética total tiene una tendencia general creciente debido al aumento de la importancia relativa de las actividades industriales y energo-intensivas en relación a las actividades primarias y al mejoramiento de las condiciones de confort del promedio de la población. Una vez alcanzada la industrialización plena y un cierto estándar de vida, la intensidad energética total tiende a disminuir como consecuencia del avance tecnológico, de un crecimiento mayor de las actividades terciarias y, en una medida significativa, debido a las medidas de eficiencia energética.

En el siguiente gráfico se muestra la evolución de las intensidades energéticas totales para un grupo de países con alto grado de desarrollo para un periodo muy largo de tiempo. Puede observarse que a medida que el desarrollo es más tardío, los valores máximos alcanzados por las intensidades energéticas son menores. Ello lleva a pensar que los países actualmente en vías de desarrollo podrían alcanzar su industrialización y una alta calidad de vida distribuida equitativamente con menores requerimientos de energía por habitante o valor agregado que en el pasado, realizando, en consecuencia, una menor presión sobre los recursos naturales y el medio ambiente.

GRÁFICO III.1
INTENSIDAD ENERGÉTICA Y DESARROLLO



Fuente: CNRS – B. Dessus tomado de Futuribles, 1994.

Lo mencionado precedentemente debe ser tenido en cuenta al interpretar la evolución de las intensidades energéticas según el país. Si el mismo transita por una etapa de crecimiento sostenido hacia un estado de mayor desarrollo estructural, el crecimiento de las intensidades energéticas puede estar indicando las consecuencias energéticas del desarrollo y no un uso menos eficiente de la energía.

Por otra parte, si bien hay cálculos que intentan separar el efecto de los cambios estructurales del sistema socioeconómico sobre las intensidades energéticas, como se verá más adelante, es conveniente que el año base de cálculo no sea excesivamente alejado del presente porque reflejaría la estructura del país muy diferente de la actual. Por ello es que se considera que la utilización de las intensidades energéticas como indicador de eficiencia energética debiera hacerse en el pasado reciente, digamos en un periodo del orden de 10-15 años. Siendo la eficiencia energética un factor de corto plazo, es en el corto y mediano plazo donde, en principio, la intensidad energética reflejará mejor los cambios en la eficiencia energética frente a los cambios estructurales.

Dentro del corto plazo, influyen las temperaturas ocurridas durante el año en análisis. Su incidencia es significativa en los consumos de energía en los usos calefacción y refrigeración de ambientes. Y estos usos tienen relevancia en los sectores residencial y comercial y servicios. Existen métodos de ajuste de los consumos de energía en estos usos debido a las variaciones de temperatura, de modo que permiten calcular las intensidades energéticas de los distintos años a una misma temperatura de referencia, reflejando mejor estas intensidades ajustadas por temperatura los efectos de la eficiencia energética. Al no disponer los países de América Latina y el Caribe de estadísticas que permitan estimar, con mediana precisión, los consumos de energía en estos usos, no se propondrá inicialmente la realización de esta corrección sobre las intensidades energéticas. Pero es un factor a tener en cuenta en el análisis de las mismas.

G. Experiencia internacional con indicadores de uso y eficiencia energética

Particularmente en el contexto europeo, el debate sobre el efecto invernadero ha puesto de manera clara la necesidad de mejorar la eficiencia energética y basar las negociaciones de metas nacionales considerando indicadores coherentes y comparables entre los distintos países. Junto a otros beneficios de la eficiencia energética muy conocidos, como ser la reducción de inversiones en infraestructura

energética, la disminución de la dependencia de combustibles fósiles, el aumento de la competitividad y un mejor bienestar de los consumidores, han llevado a considerar el mejoramiento de la eficiencia energética como una de las estrategias principales de las políticas energéticas de la mayoría de los gobiernos. A partir de allí surge entonces la preocupación por evaluar los niveles de eficiencia energética y los resultados de las políticas orientadas hacia la reducción de las pérdidas de energía.

En este sentido, la agencia francesa encargada de promover el uso racional de la energía, *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie*, ADEME, con el apoyo de la Comunidad Europea, viene desarrollando desde 1993 la base de datos ODYSSEE¹⁵ con el objetivo de caracterizar la eficiencia energética en forma amplia y utilizar indicadores comunes, esencialmente basados en coeficientes de intensidad energética y coeficientes técnicos de consumo energético en sectores específicos. Inicialmente se analizaron unos 600 indicadores de eficiencia energética, que luego permitieron definir una base de alrededor de 30 indicadores básicos y comparables, actualmente determinados para 27 países de la región europea. Las instituciones nacionales de dichos países encargadas de la promoción de la eficiencia energética y la recopilación de la información correspondiente integran la red ODYSSEE.

Complementariamente y en forma colaborativa con la red ODYSSEE, la *International Energy Agency* (IEA) viene desarrollando una serie de indicadores energéticos para los países miembros de la *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) y para países grandes consumidores de energía que no integran dicha organización, como Rusia, China, India, Brasil, México y Sudáfrica.

En ambos casos, ODYSSEE e IEA, realizan ajustes sobre los cálculos de las intensidades energéticas corrientes atendiendo a las diferentes características de los países a fin de que las comparaciones sean más realistas. Tres tipos de ajuste son aplicados:

- ajuste del Producto Interno Bruto según la paridad de compra (*purchasing power parity*, ppp), para homogeneizar las diferencias en el nivel general de precios;
- ajuste en los requerimientos de energía para calefacción, para tener en cuenta las diferencias climáticas;
- ajuste por “estructura económica”, que considera las diferentes composiciones de las actividades productivas y de servicios entre países.

En el Cuadro III.1 se muestran las intensidades energéticas utilizadas por la IEA como indicadores aproximados de eficiencia energética. En el sector residencial se desagregan los consumos de energía en 5 usos finales; en el transporte de personas y de cargas en 7 modos y tipos de vehículo; en Industria 7 sub-sectores; servicios no tiene desagregación; y, finalmente, se consideran por separado los consumos en agricultura y pesca y en construcción. Esta desagregación de los consumos de energía por usos finales, sub-sectores o modos de transporte, permite realizar el ajuste por estructura en las intensidades energéticas del conjunto de cada sector, de modo que los cambios de las intensidades reflejen más fielmente las mejoras de eficiencia energética.

Adicionalmente, la IEA ha desarrollado indicadores basados en la producción física para las principales ramas industriales¹⁶. Estos indicadores, llamados también consumos específicos, tienen como ventajas: no ser influenciados por las fluctuaciones de precios; pueden relacionarse directamente con los procesos y las principales tecnologías de producción existentes, permitiendo una mejor medida de la eficiencia energética desde un punto de vista técnico; y, permiten también estimar un potencial de mejora de la eficiencia energética. Estos indicadores se han desarrollado para las principales ramas energo-intensivas y donde la relativa homogeneidad de los productos al interior de cada rama permite sumar las producciones: hierro y acero, cemento, pulpa y papel, química y petroquímica, y aluminio.

¹⁵ (www.odyssee-indicators.org).

¹⁶ Presentados en el documento “Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions”. IEA/OECD, 2007.

CUADRO III.1
VARIABLES UTILIZADAS E INTENSIDADES ENERGÉTICAS IEA

Sub-sector	Actividad (A)	Estructure (S)	Intensidad (I)
Residencial			
Calefacción	Población	Superficie cubierta / Población	Consumo en calefacción1 / Superficie cubierta
Calentamiento de agua	“	Población / Vivienda ocupada	Consumo en calentamiento de agua2 / Vivienda ocupada
Cocción	“	Población / Vivienda ocupada	Consumo en cocción2 / Vivienda ocupada
Iluminación	“	Superficie cubierta / Población	Consumo en iluminación / Superficie cubierta
Otros artefactos electrodomésticos	“	Cantidad de artefactos / Población	Consumo en otros artefactos / Cantidad de artefactos
Transporte de pasajeros			
Automóvil	Pasajero-kilómetro	% de Pas-km	Consumo / Pas-km
Ómnibus	“	“	“
Ferrocarril	“	“	“
Aviación doméstica	“	“	“
Transporte de carga			
Camión	Tonelada-kilómetro	% de Ton-km	Consumo / Ton-km
Ferrocarril	“	“	“
Navegación doméstica	“	“	“
Industria manufacturera			
Alimentos, Bebidas y Tabaco	Valor agregado	% de Valor agregado	Consumo / Valor agregado
Papel, Pulpa e Impresión	“	“	“
Química	“	“	“
Minerales no-metálicos	“	“	“
Metales primarios	“	“	“
Productos metálicos y Equipos	“	“	“
Otras Manufacturas	“	“	“
Servicios			
Servicios	Valor agregado	% de Valor agregado	Consumo / Valor agregado
Otras industrias3			
Agricultura y pesca	Valor agregado	% de Valor agregado	Consumo / Valor agregado
Construcción	“	“	“

Fuente: Energy Use in the New Millennium: Trends in IEA Countries. IEA/OECD, 2007.

1 Ajustado por variaciones de temperatura considerando la diferencia de grados-día.

2 Ajustado por número de ocupantes de la vivienda.

3 Los siguientes grupos no están incluidos en el análisis: Minas y canteras; Refinación; y Electricidad, Gas y Agua.

Por su parte, ODYSSEE elabora un conjunto de 17 indicadores agregados de eficiencia energética para los países de la región europea basados principalmente en las intensidades energéticas, calculadas éstas por unidad de valor agregado, por unidad de producción física u otra variable explicativa, como por ejemplo vivienda para los consumos residenciales o empleado para los consumos en el sector servicios. En el Cuadro III.2 se presenta un resumen de estos indicadores.

CUADRO III.2
ODYSSEE - INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EUROPA

Sector	Indicadores
Industria	Consumo por unidad de valor agregado
	Consumo por unidad de valor agregado a estructura constante
	Consumo por unidad de valor agregado ajustado por ppp
	Consumo de la industria del cemento por tonelada
Transporte	Consumo en transporte aéreo
	Consumo en transporte de carga carretero por ton-km
	Consumo en transporte de carretero por automóvil equivalente
	Consumo específico en automóviles
Residencial	Consumo por vivienda
	Consumo en iluminación y artefactos eléctricos por vivienda
	Consumo en calefacción por vivienda
	Consumo por vivienda ajustado al clima promedio de la EU
Servicios	Consumo por empleado
	Consumo por unidad de valor agregado
	Consumo de electricidad por empleado
Macro-económicos	Consumo final de energía por unidad de PIB
	Consumo total de energía por unidad de PIB

Fuente: www.odyssee-indicators.org.

No obstante, la intensidad energética final ajustada por la influencia de los cambios en la estructura económica e industrial no es suficiente para valorar los resultados de las medidas de política dedicadas a la eficiencia energética. Otros factores influyen en las intensidades energéticas como ser las sustituciones entre fuentes de diferentes rendimientos de utilización y los cambios económicos y sociales que no son reflejados en la estructura del PIB. Entre estos últimos podemos mencionar el mix de transporte de pasajeros y cargas; la composición de productos y procesos al interior de las ramas industriales; y, el estándar de vida y la distribución del ingreso.

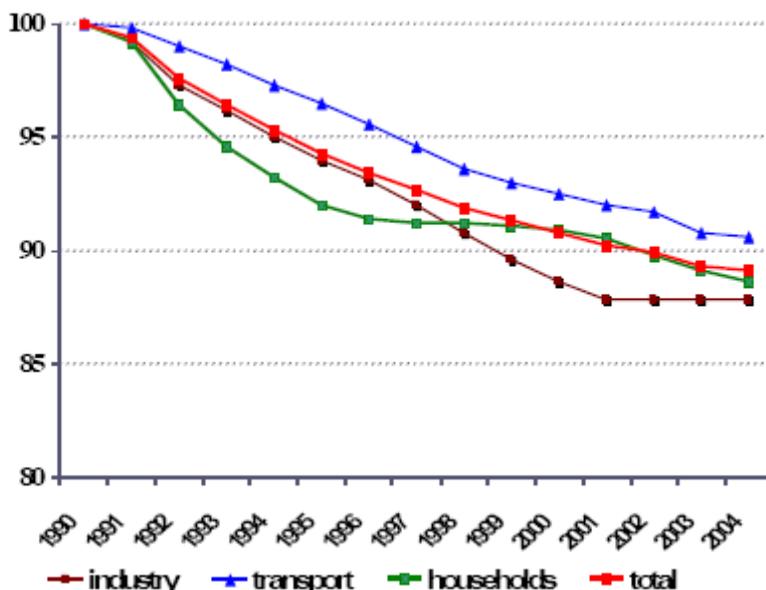
*La intensidad energética valora la productividad global de la energía y no el desempeño de la eficiencia energética desde un punto de vista técnico*¹⁷.

A fin de una mejor evaluación de los resultados de las medidas de eficiencia energética, ODYSSEE ha desarrollado indicadores específicos de eficiencia energética, expresados como índices, para medir los resultados a nivel de los principales usos finales y artefactos. Estos índices son llamados “ODEX”. Los indicadores ODEX incorporan las tendencias sub-sectoriales en un único indicador por sector principal (industria, residencial, transporte y servicios) y para el conjunto del país o región. Son calculados a partir de los consumos unitarios por sub-sector (usos finales o modos de transporte) basados en el peso de cada sub-sector en el consumo total de energía del sector. Como índices, es posible combinar diferentes unidades de consumo unitario, por ejemplo tep/vivienda, kep/m², o kWh/artefacto. Una disminución en el índice significa una mejora en la eficiencia energética. Actualmente, alrededor de 30 indicadores son utilizados en ODYSSEE (“ODEX 30”)¹⁸.

¹⁷ “Evaluation of Energy Efficiency in the EU-15: Indicators and Measures”, ADEME, 2007. Página 27.

¹⁸ Hasta 7 modos en transporte, 9 usos finales en residencial, 11 ramas en industria y 1 uso final en servicios. Estos cubren alrededor del 80% del consumo final de energía.

GRÁFICO III.2
EVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA UNIÓN EUROPEA



Fuente: Evaluation of Energy Efficiency in the EU-15: Indicators and Measures, ADEME, 2007.

H. Los sistemas de información energética en América Latina y el Caribe

Como se ha visto en las secciones precedentes, el desarrollo de indicadores de eficiencia energética exige disponer de información sobre los consumos finales de energía desagregados por sub-sector, usos finales o modos de transporte, de modo de poder separar de manera aceptable los efectos de los múltiples factores que determinan los niveles de consumo energético, y poder aislar así la incidencia de las mejoras de eficiencia energética sobre dichos consumos.

Esta necesidad de desagregación de los consumos energéticos adquiere mayor relevancia en los países de menor grado de desarrollo, donde sus economías son más fluctuantes ante cambios en el contexto internacional y ante las propias tensiones internas. También es de esperar que estos países sufran mayores cambios estructurales en la medida que avancen en su proceso de desarrollo.

Los sistemas de información energética de los países de América Latina y el Caribe presentan importantes limitaciones en cuanto al nivel de desagregación de los consumos energéticos. El marco deseable de las estadísticas energéticas lo deben constituir los balances energéticos nacionales. El criterio de consistencia básico de la información energética, implícito en la elaboración de los balances, garantiza un nivel mínimo de calidad de la información, sin el cual cualquier indicador energético elaborado carecería de validez. Se indican a continuación algunas limitaciones observadas, en líneas generales, en la información energética de esta región:

- La mayoría de los países no discriminan los consumos residenciales en urbanos y rurales. Esta separación es necesaria en los países de la región dado el relativamente bajo grado de urbanización en varios de ellos y con procesos migratorios aún dinámicos. Las diferentes pautas de consumo energético entre el medio urbano y el rural, incluyendo el alto peso del consumo de biomásas en estos últimos, requiere tratar por separado los indicadores energéticos de cada uno. Caso contrario, los efectos de los cambios de estructura harán muy difícil apreciar las mejoras en la eficiencia energética.

- Muy pocos países realizan la desagregación sub-sectorial de los consumos energéticos industriales y de servicios por rama principal de actividad y del transporte por modo y tipo de vehículo. En algunos casos dicha desagregación se ha realizado para un año en particular, pero no se elaboran series históricas sistemáticamente. En otros casos, se intenta una actualización anual, pero manteniendo fija la estructura del consumo por sub-sectores y/o fuentes en el año en que se realizó la desagregación.
- Son excepciones los países de la región que disponen de información a nivel nacional sobre el consumo por usos de la energía y los rendimientos medios de utilización. Y en estos casos, en general, dicha información no se actualiza anualmente.

Otro aspecto al que es necesario hacer referencia es la calidad de la información energética de los países de la región. Entre las principales falencias observadas se mencionan:

- Se descuida el criterio de consistencia básico de la información energética cual es el ajuste estadístico de las ecuaciones de balance. Muchos países asignan automáticamente las diferencias estadísticas de las ecuaciones del balance por fuente a algún concepto, porque no se dispone de información sobre dicho concepto o porque la magnitud de las diferencias no está dentro de valores aceptables.
- No se aplican criterios de consistencia complementarios al de balance, como ser análisis de series de tiempo o de coeficientes técnicos.
- En muchos casos no se explicita la metodología de elaboración de los balances energéticos, no pudiéndose confirmar si los criterios seguidos por los países son homogéneos, más allá de adoptar una matriz común. Por ejemplo, hay diferencias en los cálculos sectoriales de los consumos de energía o algunos países convierten los flujos energéticos a la unidad común sobre la base de los poderes caloríficos superiores de los combustibles, distorsionando la estructura por fuentes de los balances y las comparaciones de indicadores entre países.
- Los consumos de leña y biomásas son muy importantes en varios países de la región, y las cantidades consumidas son estimadas con métodos imprecisos y no sistemáticos lo que resta validez a los indicadores obtenidos.
- Finalmente, es frecuente que no se mantenga en el tiempo al personal técnico encargado de la recopilación y procesamiento de las estadísticas energéticas y no se realice la necesaria transferencia de conocimientos y metodologías de cálculo, lo que hace que las series históricas presenten discontinuidades de criterios.

IV. Propuesta de indicadores nacionales de uso de energía

A partir de los fundamentos anteriormente presentados para los indicadores de eficiencia energética y las condiciones observadas en América Latina y el Caribe, particularmente con referencia a limitaciones de informaciones, en el presente capítulo se presenta una lista de indicadores agregados, considerando su progresiva adopción en una base común de informaciones sobre eficiencia energética para la región.

Esos indicadores buscan reflejar esencialmente cómo se utiliza energía en las sociedades y las economías nacionales, no siendo propiamente indicadores de cómo están los programas nacionales de fomento a la eficiencia energética, tema abordado más adelante. Sin embargo, como se ha señalado, los indicadores agregados o intensidades energéticas son bastante utilizados como base de comparación, principalmente cuando están más desagregados, con su evolución ofreciendo elementos importantes y permitiendo cotejar diferentes contextos.

Inicialmente se presenta por qué fueron adoptados esos indicadores, luego se introducen las respectivas definiciones y se comentan los aspectos referentes a las informaciones necesarias para su sistemática determinación. En el próximo capítulo son presentados valores de esos indicadores para los países de América Latina y el Caribe.

A. Presentación general de los indicadores

Con el objetivo de caracterizar los usos finales de energía en los países fueron seleccionados indicadores agregados y sectoriales, cubriendo los sectores más importantes en términos del consumo de energía y de su relevancia social o económica. Este conjunto de indicadores tomó como referencia inicial la exitosa experiencia desarrollada en la Unión Europea por el Proyecto Odyssee, presentado en el capítulo anterior, procurando tener en cuenta los condicionantes regionales de disponibilidad de información, estructura productiva y perfil socio-económico de la región.

Los indicadores seleccionados fueron agrupados como: indicadores macroeconómicos e indicadores de consumo energético en cuatro grandes sectores: industrial; residencial; transporte; y comercial, servicios y público. El primer grupo de indicadores se refiere a la oferta total y el consumo total de energía de los países, siendo naturalmente bastante agregados, pero permitiendo determinar

indicadores basados en el consumo total, que incluye las pérdidas en el sector energético, o en el consumo neto, efectivamente realizado dentro de las fronteras de los consumidores.

Considerando su importancia y diversidad, para el sector industrial se proponen diez indicadores, que naturalmente deberán ser utilizados en función de la disponibilidad de información, desde la intensidad energética industrial, con valores globales para el sector, hasta indicadores específicos para los subsectores industriales energo-intensivos, típicamente responsables por una parte significativa de la energía consumida en los países, aunque no existentes en muchos países, y los subsectores industriales relevantes y más comunes en la región. Mientras los subsectores energo-intensivos son evidentemente relevantes desde el punto de vista energético, los otros subsectores seleccionados son importantes para las economías de la región y, en este caso, el nivel de eficiencia energética señala, además de los aspectos netamente energéticos, el nivel de competitividad y asimilación de innovación en esas ramas industriales, puntos importantes para su sustentabilidad.

Los indicadores asociados al sector residencial fueron establecidos considerando el consumo de energía total y de energía eléctrica en los hogares, a ser presentado en valores específicos por habitante. Para el sector comercial, servicios y público, que presenta eventualmente cierta relevancia económica pero que no suele presentar una demanda energética significativa, se sugiere un abordaje agregado, mediante un indicador tipo intensidad (consumo energético/PIB sectorial). Finalmente, para el sector de transporte el indicador propuesto es el consumo energético por vehículo automotor, parámetro que puede ser razonablemente utilizado en comparaciones y seguimiento.

Este conjunto de indicadores debe ser considerado como mínimo y un punto de partida para la creación de una base regional de informaciones sobre uso de energía, a la cual, progresivamente se deberá incorporar indicadores más detallados, más directamente relacionados con la eficiencia energética, en la medida en que se cuente con mejores informaciones de los sectores consumidores.

En este sentido y preliminarmente, pueden ser listados algunos indicadores que oportuna y deseablemente deberían ser incorporados:

- Sector industrial: consumo energético para los subsectores energo-intensivos y relevantes, desagregados para los usos finales más importantes: fuerza motriz, iluminación, calor directo, generación de vapor y otros. Eventualmente podrían ser desagregados los consumos referentes a los metales no ferrosos en los dos componentes más importantes de ese subsector, cobre y aluminio, bien como podrían ser incluidos consumos específicos o intensidades energéticas de otros subsectores ampliamente difundidos en la región, como las cerámicas.
- Sector residencial: consumo energético desagregado para las regiones climáticas más relevantes, por medio urbano y rural, por grupo de ingreso y presentando separadamente los consumos por usos finales más importantes: iluminación, cocción, conservación de alimentos y climatización, caracterizando las eficiencias energéticas para cada caso.
- Sector comercial, servicios y público: consumos específicos (Tep/área ocupada o Tep/empleado) y/o consumo específico de electricidad (kWh/área ocupada o kWh/empleado), a ser mejor definidos en función de los datos existentes y posiblemente considerando separadamente los subsectores involucrados. La marcada heterogeneidad de este sector casi impone indicadores más específicos, pero reconociendo su menor relevancia en términos energéticos, podría ser empleado por lo menos uno de los indicadores arriba como “proxy” de la intensidad física de uso de energía, seguramente menos evidente a través de un indicador definido en base del producto económico sectorial.
- Sector transporte: consumos específicos en Tep/pas-km o Tep/ton-km, considerando los modos (carretero, ferroviario, fluvial, etc.) y tipos de vehículos más importantes; o mejor aún medidos en Tep/vehículo-km. A pesar de su gran importancia en el consumo energético, en particular del modo carretero, en este sector la carencia de datos detallados

sobre condiciones de consumo energético es más grave y constituye una limitación todavía a ser enfrentada.

B. Descripción de los indicadores

A continuación se detallan los indicadores sugeridos, explicitando las relaciones adoptadas en su definición y el sentido que presentan como parámetros indicativos del consumo energético y eventualmente de la eficiencia energética.

1. Indicadores macroeconómicos

Son los indicadores más agregados, bastante conocidos y adoptados en los estudios energéticos.

a) **Intensidad Energética Bruta Total (IE1):**

Es el cociente entre la oferta interna total de energía y el producto interno bruto del país.

La oferta interna total de energía es el total de energía disponible en un país en el año, tanto primaria como secundaria¹⁹, cuyo destino es la transformación y el consumo final, y proviene tanto de producción nacional como de importaciones; tiene deducidas las exportaciones y la energía no aprovechada; y se suman o restan las variaciones de existencias según éstas hayan disminuido o aumentado. La oferta interna total de energía incluye las pérdidas de transformación, transporte, distribución y utilización de la energía. Esta intensidad energética representa el consumo total bruto de energía por unidad de producto económico.

b) **Eficiencia del Abastecimiento Energético (IE2):**

Es el cociente entre el consumo neto total²⁰ de energía del país y la oferta interna bruta total de energía.

Este indicador representa una eficiencia promedio del sistema de abastecimiento energético, debido a que la diferencia entre la OIT y el CNT es igual a la suma de las pérdidas de transformación, transporte y distribución. Al no incluir esta diferencia las pérdidas de utilización en los equipos de los usuarios, como indicador de eficiencia se refiere, entonces, únicamente al sistema de abastecimiento y tiene la ventaja de que su evolución no depende de los cambios en la estructura productiva ni social. Este indicador debe reflejar las mejoras de eficiencia en la generación eléctrica y demás centros de transformación, como también las mejoras de eficiencia en transmisión y distribución de electricidad, pero al computar la mayoría de los balances energéticos de la región dentro de estas pérdidas a las pérdidas no técnicas, se dificulta la distinción de las mejoras de eficiencia reales en este segmento. Si bien este trabajo no ahonda en la eficiencia del abastecimiento energético, se incluye este indicador por su facilidad de cálculo a partir de los balances energéticos, por no ser influidos por los cambios de estructura productiva y por ser un indicador global sobre la eficiencia del abastecimiento.

c) **Intensidad Energética Neta Total (IE3):**

Es el cociente entre el consumo final total de energía del país y el producto interno bruto del país²¹.

¹⁹ La oferta interna total se calcula sumando la oferta interna de energía primaria más la oferta interna de energía secundaria y restando la producción de energía secundaria a fin de evitar duplicaciones.

²⁰ El consumo neto total es la suma del consumo final más el consumo propio.

²¹ Para hacer un cálculo más exacto, habría que restar del PIB el valor agregado de las actividades energéticas que están incluidas en el Consumo Propio de los balances energéticos. En este trabajo no se realiza la deducción por no disponer de dichos valores agregados, y además se estima que en la mayoría de los países no modificará apreciablemente los resultados.

Como el consumo final de energía representa la suma de la energía efectivamente consumida por sectores socioeconómicos, excluyendo las transformaciones en las plantas del sector energético, como refinerías, centrales eléctricas, y todos los procesos de transporte y distribución de vectores energéticos, la Intensidad Energética Neta Total es un indicador agregado importante del nivel del consumo energético, al nivel de consumidor, aunque su interpretación requiera cuidados, ya que puede variar por razones netamente económicas, sociales, tecnológicas o climáticas, independientemente de la eficiencia en el uso de los vectores energéticos.

2. Indicadores del sector Industrial

Como primer indicador se presenta la intensidad energética para el total del sector industrial en relación a su valor agregado total. En segundo lugar, se proponen ocho indicadores para ramas industriales específicas, considerando su importancia energética (subsectores industriales energo-intensivos): 1) fabricación de cemento, 2) producción de metales ferrosos (siderurgia), 3) producción de metales no ferrosos, 4) producción de pulpa y celulosa, 5) industria química/petroquímica/refinerías y 6) minería); o su importancia económica: 1) industria de alimentos y bebidas, 2) industria textil. En la medida que se reduce el nivel de agregación y se establecen indicadores energéticos para cada rama del sector industrial, se atenúa el efecto de los cambios de estructura productiva del sector sobre el consumo de energía; pasando estos indicadores a reflejar, en consecuencia, los efectos de la eficiencia energética con mayor preponderancia.

Para los subsectores energo-intensivos en que existe un razonable grado de homogeneidad de productos, el indicador adoptado es la relación entre el consumo energético y la producción física, que corresponde al consumo energético específico de esa industria, típicamente en (tep/ton). Naturalmente que al calcular las intensidades energéticas en términos de producción física se elimina el efecto de las variaciones de los precios relativos que afectan el cálculo del valor agregado.

Para las restantes subsectores industriales, para las cuales no es posible sumar su producción física debido a la heterogeneidad de los productos dentro del mismo subsector; se debe calcular las intensidades energéticas por unidad de valor agregado. Estas intensidades se calcularán para cada una de las ramas industriales dependiendo de la disponibilidad de información a este nivel de detalle, tanto de los consumos de energía como de los valores agregados.

- **Intensidad Energética Industrial (IE4):**

Es el cociente entre el consumo final de energía del sector industrial y el correspondiente valor económico agregado.

Este indicador, si bien está un nivel más desagregado, adolece de varias de las limitaciones de la Intensidad Energética Total (IR3) en cuanto a representar las mejoras en eficiencia energética del sector industrial, ya que cambios absolutos y relativos de precios afectan directamente el valor agregado. El consumo de energía del sector industrial depende principalmente, además del nivel de actividad del sector, de la estructura productiva, de la capacidad ociosa, de las tecnologías de producción, de la participación de las fuentes en el consumo energético y de la eficiencia energética.

En nivel más desagregado, para los subsectores industriales energo-intensivos y considerados suficientemente homogéneos, son propuestos como indicadores:

- **Consumo Específico en la Producción de Celulosa y Papel (IE5)**, industria relevante especialmente en el Cono Sur y Brasil;
- **Consumo Específico en la Producción de Cemento (IE6)**, subsector importante en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela,
- **Consumo Específico en la Producción de Hierro y Acero (IE7)**, importante en países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México,

- **Consumo Específico en la Producción de Metales no Ferrosos (IE8)**, significativa en países como Argentina, Brasil, Chile, México, Perú y Venezuela.

Para otros sectores energo-intensivos igualmente relevantes pero con productos poco homogéneos, se propone utilizar las intensidades energéticas como indicadores, relacionando el consumo energético con el valor agregado en el ámbito de cada subsector:

- **Intensidad Energética en las Industrias Química y Petroquímica (IE9)**, significativa en países como Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México, Perú y Venezuela;
- **Intensidad Energética en la Minería (IE10)**, importante en muchos países de la región.

Cabe observar que estos dos subsectores (industria química/petroquímica y minería), en la eventualidad de disponer datos y perfiles de producción bien caracterizados y informaciones consistentes de volúmenes de producción, podrían ser incluidos entre los casos a evaluar con consumo específico. Por otro lado, en algunos casos, las informaciones de la industria petroquímica y la refinación de petróleo pueden estar mezcladas, dificultando la determinación del indicador sugerido. Las refinerías no fueran incluidas en la medida que efectivamente no hacen parte del sector industrial, pero son centros de transformación del sector energético. Naturalmente que esos indicadores para subsectores tienen sentido solamente en los países adonde estas industrias se encuentran en operación.

Aun en el sector industrial, pero contemplando dos subsectores industriales más ampliamente desarrollados en América Latina y el Caribe y existentes en todos los países, se propone adoptar indicadores del tipo intensidad, asociando el consumo energético con el valor agregado para cada subsector:

- **Intensidad Energética en la Industria de Alimentos y Bebidas (IE11)**, un subsector que generalmente procesa productos agropecuarios locales, con espectro bastante diversificado de productos, materias primas, escalas y tecnologías;
- **Intensidad Energética en la Industria Textil (IE12)**, significativa en muchos países de la región, inclusive como exportadora.

3. Indicadores del sector residencial

No es una tarea sencilla definir indicadores de consumo de energía para el sector residencial, que intenten establecer alguna relación entre esos indicadores y el nivel de eficiencia energética, pues diversos otros factores intervienen de manera importante. En particular, los consumos de energía del sector residencial son fuertemente dependientes del ingreso de las familias. Es decir, la evolución de su intensidad energética, o consumo de energía per cápita, puede aumentar debido a mejoras en la calidad de vida de la población y ello no implica que se esté haciendo un uso más ineficiente de la energía.

El acceso a fuentes de energía de mayor calidad, generalmente utilizadas mediante equipos de eficiencia más elevada, también induce a una mejor satisfacción de las necesidades de los hogares y puede incrementar el uso de energía. Particularmente, el acceso a la electricidad y al gas natural lleva a aumentos significativos de consumos de energía por hogar o por persona, que tampoco implican un uso ineficiente de la energía.

Otro factor que afecta sensiblemente los consumos de energía es la estructura por fuentes y su evolución. Particularmente, en países donde los hogares se abastecen principalmente de leña, carbón vegetal y otras biomásas, utilizadas generalmente con baja eficiencia, la penetración de fuentes de mejor calidad como el GLP, el gas natural o la electricidad para atender los usos calóricos llevan a disminuciones significativas del consumo de energía por hogar o persona. Si bien los artefactos que utilizan estas fuentes tienen rendimientos de utilización muy superiores en relación a la leña y otras biomásas, del orden de 5 a 7 veces, y ello implicará una reducción de la intensidad energética, puede ocurrir que al mismo tiempo no se esté haciendo un uso eficiente de las nuevas fuentes consumidas por modalidades de consumo o hábitos no ahorradores de energía.

En pocas palabras, la inferencia de niveles de eficiencia energética basada en intensidad de consumo de energía en el sector residencial impone muchos cuidados, y la evaluación consistente de la eficiencia en este contexto impone estudios detallados de las condiciones reales de uso de energía, tipo de vector energético, parque de equipos, deseablemente en el marco de un balance de energía útil, todavía poco disponibles en la región. No obstante, reconocidas sus limitaciones como indicador de eficiencia energética, se propone al consumo por habitante como indicador del nivel de uso de energía en el sector residencial, en valores totales y desagregando la energía eléctrica, objeto de la mayor parte de los programas de eficiencia energética en la región.

- **Consumo de Energía Final Residencial por habitante (IE13):** es el cociente entre el consumo de energía final del sector residencial y la población, para un país o una región, estrato social, etc.
- **Consumo de Electricidad Residencial por habitante (IE14):** es el cociente entre el consumo de energía eléctrica del sector residencial y la población, para un país o una región, estrato social, etc.

En este caso, Energía Final (o neta) es la cantidad de energía que ingresa a los hogares antes de su utilización. Si bien un indicador más apropiado para el sector residencial podría ser el consumo de energía por hogar, las estadísticas sobre la cantidad de hogares no son de larga tradición en los censos de población de algunos países de la región. Además, la cantidad de personas por hogar varía levemente en el corto y mediano plazo, por lo que la evolución del consumo por habitante no mostrará grandes diferencias respecto al consumo por hogar.

4. Indicador del sector comercial, servicios y público

El sector comercial, servicios y público presenta una gran variedad de actividades, involucrando: comercio, enseñanza, salud, hoteles y restaurantes, establecimientos financieros y seguros, administración pública y defensa, suministro de agua, alumbrado público, y otros servicios. Aunque económicamente y socialmente importante, con una expresiva generación de ingresos y empleos, esas actividades no son muy relevantes en cuanto a su demanda energética y en general no se elaboran en los países de la región series de balances energéticos donde se presenten los consumos de energía para cada uno de los subsectores. Así, se propone utilizar como indicador de uso de energía la intensidad energética agregada, con las limitaciones ya expuestas para evaluar las mejoras de eficiencia energética.

- **Intensidad Energética del Sector Comercial, Servicios y Público (IE15):** es el cociente entre el consumo final de energía del sector Comercial, Servicios y Público y el correspondiente valor económico agregado.

Podrían también ser adoptados consumos específicos por unidad de área ocupada o por empleado. Sin embargo, no se dispone de datos relativos a la superficie cubierta por los establecimientos del sector para la gran mayoría de los países de América Latina y el Caribe. Por otro lado, el consumo de energía del sector por persona ocupada es bastante sensible a las variaciones de productividad de la mano de obra. Por otra parte, la utilización de variables físicas para la totalidad del sector, no soluciona el efecto de los cambios en la estructura del sector, siendo necesario en análisis más detallados la separación de los consumos en los subsectores.

5. Indicadores del sector transporte

Hay una contradicción entre la gran importancia en términos de consumo energético y la disponibilidad de informaciones del sector transporte. En América Latina y el Caribe, adonde el transporte de cargas y pasajeros representa un alto porcentaje de la demanda energética²², son poco disponibles datos estadísticos sobre la demanda de transporte (en toneladas-km y pasajeros-km) por modo de transporte y tipo de vehículo, composición y edad de la flota vehicular, descarte de vehículos, etc. Un indicador que se considera más apropiado es el consumo de energía por vehículo-kilómetro. Adicionalmente, pocos países de la región desagregan en sus balances energéticos el consumo de transporte por modo y tipo de vehículo. Ante esta situación, de no poder obtener una

²² OLADE, Energía en Cifras 2006, Quito, 2008.

intensidad energética desagregada por unidad de transporte (tn-km o pas-km), se propone, en una primera instancia, utilizar como indicador el consumo de energía total de sector por unidad de PIB, ya que la demanda de transporte correlaciona en alta medida con el PIB.

- **Consumo de Energía en Transporte por unidad de PIB (IE16):** es el cociente entre el consumo de energía del sector transporte dividido por el PIB.

No obstante, este indicador tiene limitaciones para reflejar el uso eficiente de la energía debido a los cambios estructurales que ocurren dentro del sector, ya que las sustituciones en la demanda de transporte entre modos y tipos de vehículo de muy diferente consumo específico. Un indicador alternativo que puede ser el consumo de energía dividido el parque de vehículos, con el mayor grado de desagregación que se pueda obtener, tiene el inconveniente de no considerar el recorrido medio anual de los vehículos, que puede ser muy variable y afecta directamente el consumo energético.

En el cuadro a continuación se presenta un resumen de los indicadores sugeridos para caracterizar las condiciones de uso de energía en la América Latina y el Caribe.

CUADRO IV.1
RESUMEN DE INDICADORES DE INTENSIDAD ENERGÉTICA EN AL&C

Indicador	Relación	Unidad	
IE1	Intensidad Energética Bruta Total	Oferta Interna Bruta Total / PIB	Tep/US\$
IE2	Eficiencia del Abastecimiento Energético	Consumo Neto Total / Oferta Interna Bruta Total	%
IE3	Intensidad Energética Neta Total	Consumo Final Total / PIB	Tep/US\$
IE4	Intensidad Energética Industrial	Consumo Energético Industrial / Valor Agregado Industrial	Tep/US\$
IE5	Consumo Específico en la Industria de Celulosa y Papel	Consumo Energético en la Industria de Celulosa y Papel / Producción de Celulosa y Papel	Tep/ton
IE6	Consumo Específico en la Producción de Cemento	Consumo Energético en la Producción de Cemento / Producción de Cemento	Tep/ton
IE7	Consumo Específico en la Producción de Hierro y Acero	Consumo Energético en la Producción de Hierro y Acero / Producción de Hierro y Acero	Tep/ton
IE8	Consumo Específico en la Producción de Metales no Ferrosos	Consumo Energético en la Producción de Producción de Metales no Ferrosos / Producción de Metales no Ferrosos	Tep/ton
IE9	Intensidad Energética en la Industria Química y Petroquímica	Consumo Energético en la Industria Química y Petroquímica / Valor Agregado en la Industria Química y Petroquímica	Tep/US\$
IE10	Intensidad Energética en la Minería	Consumo Energético en la Minería / Valor Agregado en la Minería	Tep/US\$
IE11	Intensidad Energética en la Industria de Alimentos y Bebidas	Consumo Energético en Alimentos y Bebidas / Valor Agregado en Alimentos y Bebidas	Tep/US\$
IE12	Intensidad Energética en la Industria Textil	Consumo Energético en la Industria Textil / Valor Agregado en la Industria Textil	Tep/US\$
IE13	Consumo de Residencial de Energía por Habitante	Consumo Residencial de Energía (Final) / Población	Tep/habitante
IE14	Consumo de Residencial de Electricidad por Habitante	Consumo Residencial de Electricidad / Población	Tep/habitante
IE15	Intensidad Energética Comercial, Servicios y Público	Consumo Energético en Comercial, Servicios y Público / Valor Agregado Industrial Comercial, Servicios y Público	Tep/US\$
IE16	Consumo de Energía en Transporte por unidad de PIB	Consumo de Energía en Transporte / PIB	Tep/US\$

Fuente: Elaboración propia.

C. Requerimientos para la evaluación

Estos indicadores deben ser presentados, comentando su significado y ejemplos en el contexto regional, como series históricas y comparaciones. Es importante notar que se trata de una lista preliminar, para ser discutida y ajustada. Por ejemplo, los indicadores para el sector industrial posiblemente deberán ser reducidos en muchos países adonde no existen algunas industrias consideradas, mientras para el sector transporte podrán surgir otras relaciones.

Un punto que se debe reiterar es que, para determinar de forma consistente los indicadores de uso de energía, para fundamentar acciones de promoción de eficiencia energética, son muy importantes los estudios al nivel de energía útil, o sea de la energía efectivamente disponible para el usuario, excluyendo las pérdidas y por lo tanto caracterizando las eficiencia medias en cada uso, contexto y sector. Por lo tanto, son imprescindibles balances de energía útil que incluyan los consumos de energía neta y útil por usos de la energía y por subsectores y módulos homogéneos dentro de cada sector. Además, es importante resaltar la influencia de los diferentes factores (tecnológicos, características de los productos y de las materias primas, etc.) que dificultan una comparación sencilla entre diferentes contextos. En algunos balances energéticos (como Brasil, Chile, Colombia y México) son presentados consumos de los subsectores industriales bastante desagregados, pero no siempre de forma similar.

La disponibilidad del consumo de energía por usos, permitirá hacer los ajustes por temperatura en los usos calefacción y refrigeración de ambientes que tienen un peso significativo en los sectores residencial y servicios.

Con relación a los valores económicos, como producto interno bruto y valores agregados, siempre que sea posible, conviene utilizar valores de paridad (“*purchasing power parity*”).

La obtención de los consumos de energía por subsectores en cada uno de los países de ALC, a partir de información secundaria, junto con los correspondientes valores agregados, permitirán realizar el “ajuste por estructura” de las intensidades energéticas sectoriales. De esta manera la evolución de las intensidades ajustadas reflejarán en mayor medida las mejoras en la eficiencia energética.

Finalmente se destaca la fundamental importancia del mejoramiento de las estadísticas energéticas en los países de ALC. Por un lado presentando una mayor desagregación de los consumos energéticos, que no sólo es necesaria para los indicadores de eficiencia energética, sino también es fundamental para los estudios prospectivos y de planificación energética y para evaluar las opciones de mitigación de gases de efecto invernadero; y por otro, mejorar la calidad de la información energética, aplicando criterios de consistencia como los mencionados en el punto 3.7 y corrigiendo los errores de procesamiento que se detecten a partir de dicho análisis de consistencia.

V. Intensidades energéticas en América Latina y el Caribe: datos y evolución

Se analizan en este capítulo las evoluciones de los indicadores de intensidades energéticas presentados en el Cuadro IV.1 para el total de la región de América Latina y el Caribe y para un grupo de países seleccionados, en función de la disponibilidad de datos. Los países se han agrupado según el rango de PIB per cápita en 2007 en: menores de 2,000 US\$/hab.; entre 2,000 y 4,000; entre 4,000 y 6,000; y mayores de 6,000. Los países analizados en cada caso son a título de ejemplo, y en el Apéndice 1 figuran los datos y evolución de los indicadores para todos los países de la región.

La fuente principal de información sobre los consumos de energía ha sido el Sistema de Información Económica Energética de la Organización Latinoamericana de la Energía (SIEE-OLADE). En los casos en que se presentan intensidades energéticas más desagregadas, por ejemplo en el sector Industrial, se recurrió a los balances energéticos de los propios países. Los datos de población y PIB fueron obtenidos del sistema estadístico de la CEPAL. En los casos en que se utilizaron otras fuentes de información se indican las mismas.

Para el cálculo de las intensidades, el abastecimiento y los consumos energéticos utilizados son promedios móviles de tres años para disminuir el efecto de las fluctuaciones de corto plazo y los cambios bruscos de consumo que podrían deberse a inconsistencias de la información.

A. Indicadores macroeconómicos

El consumo final de energía de AL&C creció en todo el periodo 1990-2007 el 59% (a una tasa promedio anual de 2.8%), alcanzando en 2007 el valor de 543 MTep²³. Se destaca que en los últimos cuatro años el consumo final ha crecido a mayor ritmo: 4.7% de promedio anual entre 2003 y 2007.

Por su parte, el PIB de la región creció en todo el periodo a un promedio anual de 3.3% y la población al 1.5%. En 2007, cuatro países concentraron el 74% de la energía consumida en la región: Brasil (36%), México (21%), Argentina (10%) y Venezuela (7.5%). El principal sector consumidor de energía en la región es la Industria con el 35% del total; luego el Transporte consume el 33%; el Residencial el 16%; los sectores Comercial, Servicios y Público por una parte, y Agropecuario, Pesca

²³ Millones de toneladas equivalentes de petróleo.

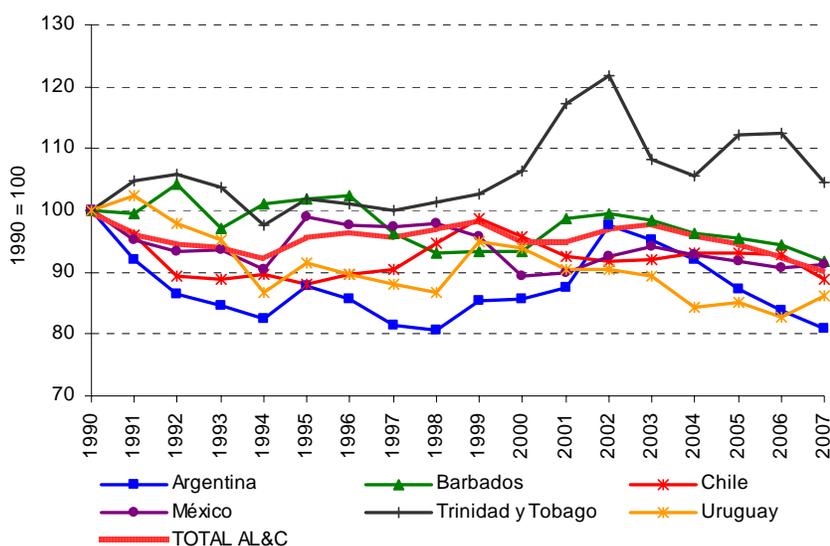
y Minería²⁴ por otra, consumen cada uno el 4,6% del total; y Construcción y Otros²⁵ el 0,4%. El 6,7 restante corresponde al consumo No Energético.

En cuanto al dinamismo de cada sector en el consumo energético entre 1990 y 2007, Comercial, Servicios y Público fue el de mayor crecimiento con 98% (tasa promedio anual de 4,1%). Industria aumentó el 71% sus consumos (tasa anual de 3,2%), Transporte el 67% (tasa anual de 3,1%) y Residencial creció sólo el 25% en todo el periodo (tasa anual de 1,3%). Este bajo crecimiento del consumo Residencial se debe principalmente a la sustitución de la leña por combustibles de mucho más alto rendimiento (GLP y gas natural), ya que si consideramos los consumo en términos energía útil²⁶ el aumento sería de 55% (tasa anual de 2,6%).

1. Intensidad energética bruta total (IE1)

En el Gráfico V.1 se presenta la evolución de la Intensidad Energética Bruta Total para el grupo de países de América Latina y el Caribe con PIB per cápita mayor a 6,000 US\$/habitante, con base 1990=100. Puede apreciarse la alta variabilidad de este indicador para los países seleccionados, inducida, en parte, por variaciones de corto plazo en la oferta energética. Puede verse que para el total de la región este indicador disminuyó entre 1990 y 2007 un 10%, y muestra una nítida tendencia decreciente a partir de 2004.

GRÁFICO V.1
INTENSIDAD ENERGÉTICA BRUTA TOTAL EN AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE Y PAÍSES CON PIB
(Per cápita mayor a 6.000 US\$2000 / habitante)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

En todos los países seleccionados hay una tendencia decreciente de la Intensidad Energética Bruta Total en los últimos años, con diferente año de inicio de esta tendencia según el país. Una situación particular, diferenciada del resto de los países y el promedio regional, ocurre en Trinidad y

²⁴ Algunos países no desagregan, o lo hacen parcialmente, los consumos de estos tres subsectores. Cuando ello ocurre, sus consumos quedan incluidos generalmente con los consumos de Industria y Transporte.

²⁵ Varios países no discriminan los consumos de energía de estos subsectores, quedando incluidos con los consumos de Industria y Transporte.

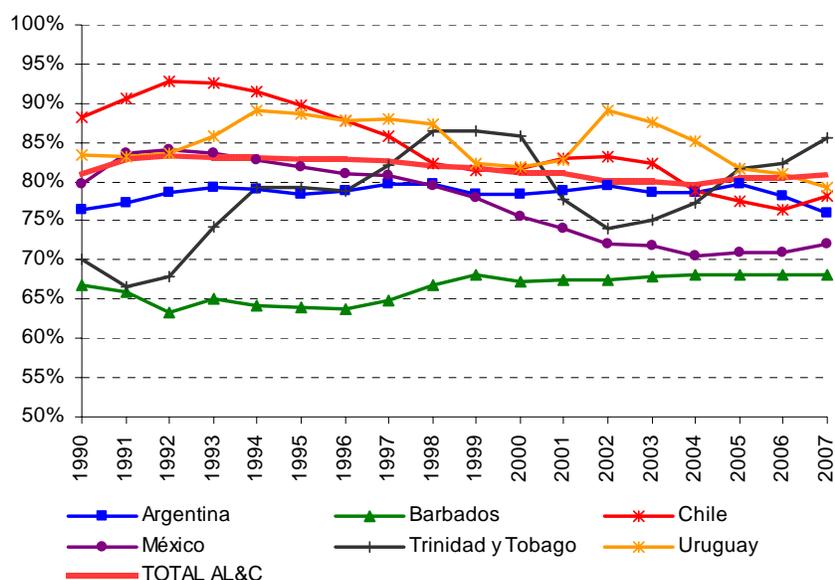
²⁶ Estimado utilizando rendimientos estándar por fuente.

Tobago, con una tendencia general creciente y acelerada entre 1997 y 2002, que debe analizarse a la luz de los cambios en la estructura productiva del país y los consumos energéticos de las industrias eno-ergo-intensivas.

2. Eficiencia del abastecimiento energético (IE2)

La Eficiencia del Abastecimiento Energético evaluada para los países de ingresos por habitante más altos muestra una tendencia decreciente, al igual que el total de AL&C. Esta pérdida de eficiencia del abastecimiento debe analizarse a partir de los balances energéticos de cada país, donde, en líneas generales, el aumento de participación de la generación eléctrica de origen térmico ha significado un aumento de las pérdidas de transformación.

GRÁFICO V.2
EFICIENCIA DEL ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO TOTAL DE
AMÉRICA LATINA Y PAÍSES CON PIB
(Per cápita mayor a 6.000 US\$2000 / habitante)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

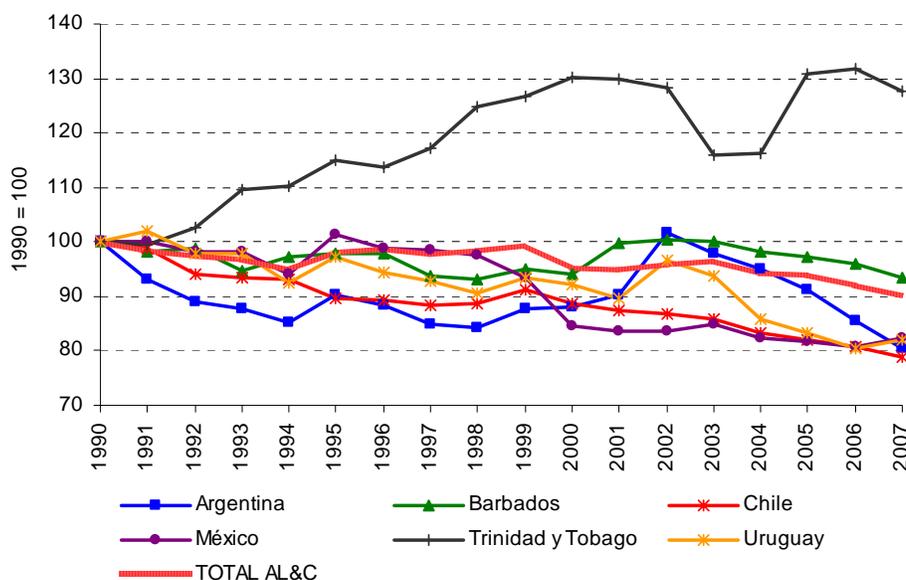
3. Intensidad energética neta total (IE3)

La Intensidad Energética Neta Total ha tenido una tendencia general decreciente en todo el periodo 1990-2007 para el conjunto de AL&C, lo que muestra el aumento de la productividad de la energía en la región, disminuyendo un 10% en todo el periodo. Esta tendencia es más sostenida a partir de 1999, ya que ese año registró prácticamente el mismo valor que en 1990.

Chile y Uruguay son los países donde este aumento de la productividad de la energía ha sido más sostenido en todo el periodo; y en México dicha tendencia se manifiesta a partir de 1998. En cambio en Argentina y Barbados la Intensidad Energética Neta Total tiene una tendencia general neutra en todo el periodo, aunque con disminuciones apreciables y sostenidas en el último quinquenio.

Por el contrario, Trinidad y Tobago ha tenido una intensidad creciente inducida por el desarrollo de las industrias eno-ergo-intensivas de base minera, y donde llama la atención la significativa caída de la intensidad los años 2003 y 2004. Entre 2001 y 2004 ha habido un crecimiento sostenido del PIB (33%) con un crecimiento moderado del consumo final (13%).

GRÁFICO V.3
INTENSIDAD ENERGÉTICA NETA TOTAL EN AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE Y PAÍSES CON PIB
(Per cápita mayor a 6,000 US\$2000 / habitante)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

4. Sendero energético

Es la relación entre el consumo final de energía/PIB y el PIB/habitante.

Si bien esta relación no es considerada usualmente como un indicador de eficiencia energética, su evolución indica de alguna manera si un país evoluciona por un sendero de eficiencia energética al combinar tres indicadores básicos: Intensidad Energética Neta Total, Consumo Final por habitante y PIB por habitante.

La relación considerada es la siguiente:

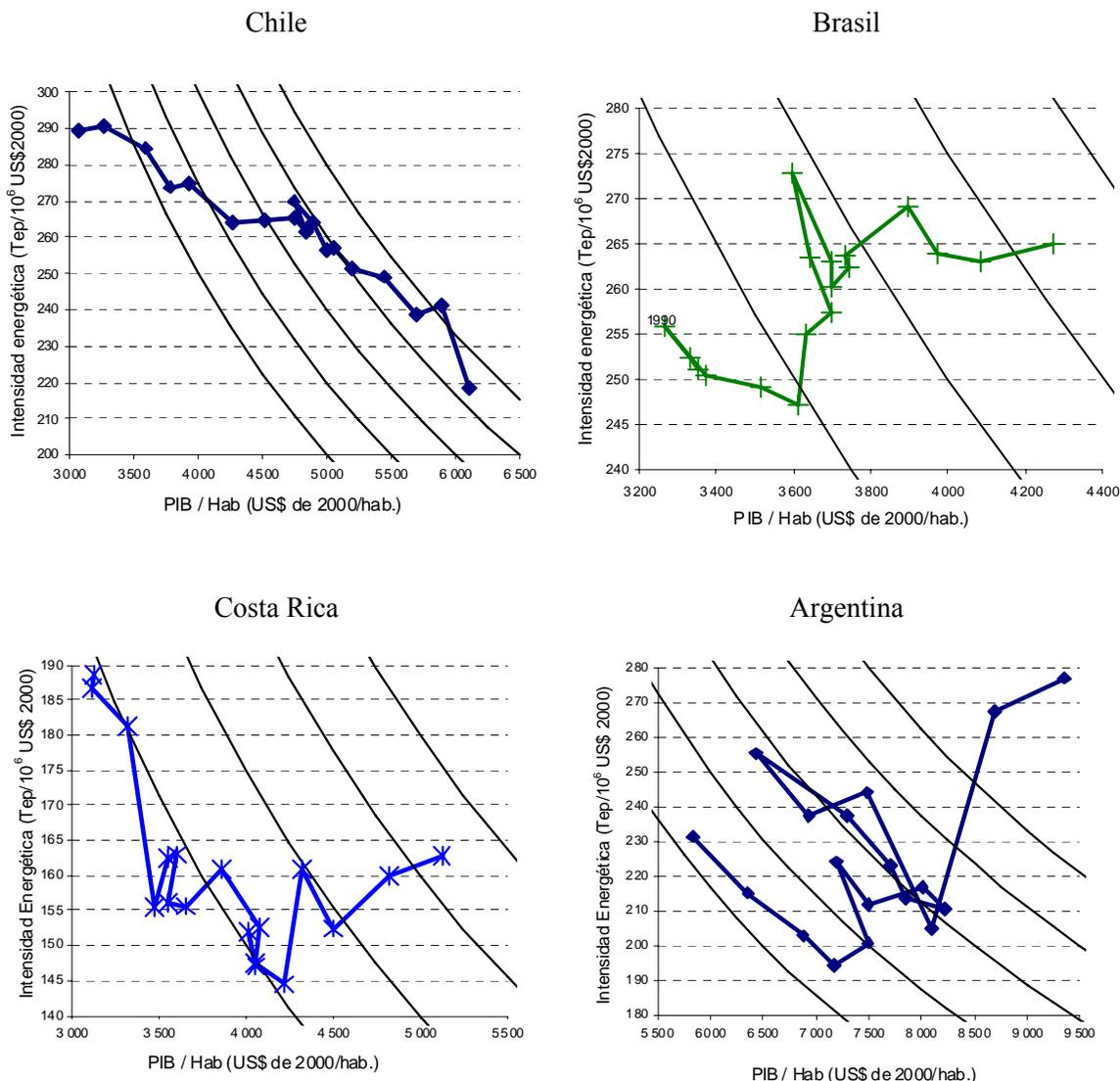
$$\text{Intensidad Energética Neta Tota [Tep/US\$]} = \frac{\text{Consumo Final por Habitante [Tep/hab.]} \quad (5.1)}{\text{PIB por Habitante [US$/hab.]}}$$

Debido a que uno de los principales determinantes de la evolución de consumo de energía es el PIB per cápita, que indica tanto el nivel de actividad económica como el nivel de calidad de vida promedio de la población²⁷, esta relación entre Intensidad Energética Neta Total y PIB per cápita permite ver si los incrementos de la intensidad energética no se deben en parte a la mejora de la calidad de vida de la población y viceversa.

En el Gráfico V.4 se presentan los senderos energéticos de Chile, Brasil, Costa Rica y Argentina.

²⁷ Este análisis no considera los cambios en la distribución del ingreso.

**GRÁFICO V.4
SENDERO ENERGÉTICO 1990-2007 PARA ALGUNOS PAÍSES**



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

La evolución del sendero considerada como favorable al incremento de la eficiencia energética debería ser con una pendiente negativa moderada. Ello significa aumentos del PIB per cápita con disminuciones de la Intensidad Energética Neta Total y aumentos del Consumo Final por Habitante.

Puede verse claramente que Chile ha seguido un sendero de eficiencia, con la excepción de 1999. Brasil, ha tenido un sendero considerado eficiente entre 1992 y 1994 y entre 2005 y 2007; entre 1994 y 2005, si bien ha aumentado el PIB per cápita y el Consumo Final por Habitante, ha aumentado su Intensidad Energética Neta Total. Costa Rica ha seguido, en líneas generales, un sendero eficiente hasta 2002, aunque prácticamente sin aumentos del Consumo de Energía por Habitante; a partir de allí son mayores los aumentos del PIB per cápita y del Consumo por Habitante pero con aumentos en la Intensidad Energética Neta Total. Por su parte, Argentina ha seguido un sendero muy errático, reflejándose claramente el periodo de recesión y posterior crisis económica interna entre 1998 y 2002 donde todos los indicadores fueron negativos, reducción del PIB per cápita y el Consumo Final por

Habitante con aumentos de la Intensidad Energética Neta Total; a partir de 2002 retoma un sendero de crecimiento con eficiencia.

B. Indicadores del sector industrial

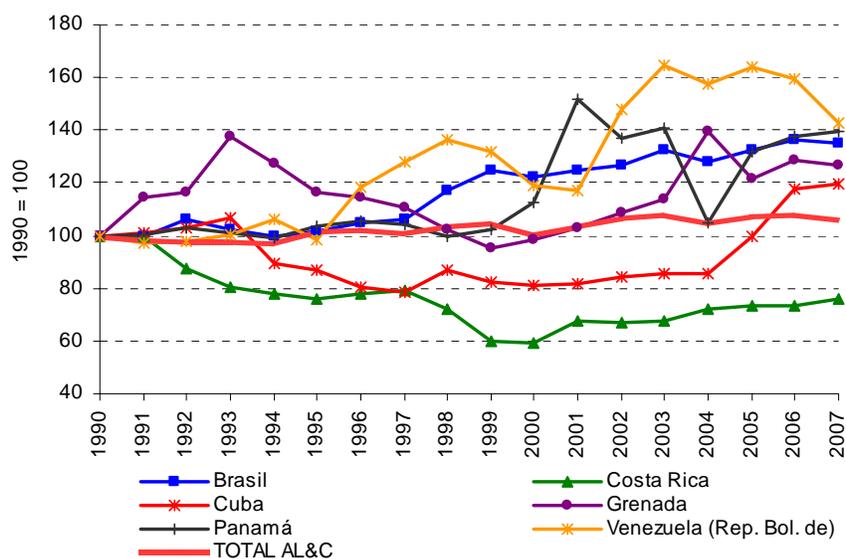
1. Intensidad energética industrial (IE4)

La Intensidad Energética Industrial muestra una tendencia general levemente creciente para el conjunto de la región, aumentando entre 1990 y 2007 el 6,4% (que significa una tasa promedio anual de 0,4%). En el Gráfico V.5 se muestra su evolución para el total de AL&C y para el grupo de países con PIB per cápita entre 4.000 y 6.000 US\$ de 2000/habitante para el año 2007.

Si bien para el total de AL&C la Intensidad Energética Industrial tiene variaciones moderadas, para cada uno de los países tiene una alta variabilidad. Brasil tiene un sostenido crecimiento de la Intensidad Energética Industrial en todo el periodo 1990-2007 (disminución de la productividad de la energía en el sector Industrial) aumentando un 35% entre extremos de dicho periodo. Venezuela ha tenido un incremento mayor, de 43%, con una fuerte fluctuación entre 1998 y 2002.

Costa Rica y Cuba han tenido una disminución sostenida de las Intensidades Industriales durante la década pasada y luego se revierte la tendencia; por su parte, en Grenada tuvo su periodo de aumento de productividad de la energía en la industria entre 1993 y 1999, para luego disminuir con un incremento de la Intensidad Energética Industrial resultando en 2007 un 27% superior al valor de 1990. En el caso de Panamá, deberían revisarse las estadísticas de consumos de energía en la Industria para los años 2002 a 2004. Las variaciones del consumo de energía fueron en 2002 de +68%, en 2003 de -69%, y en 2004 de +91%; mientras que las variaciones del correspondiente valor agregado fueron de -3%, -3%, y +2% respectivamente. Ante la gran variabilidad de la Intensidad Energética Industrial, debiera poder ajustarse la misma debido a los cambios de estructura productiva dentro del sector industrial. Conviene reiterar que la Intensidad Energética es un indicador agregado y que en el contexto industrial la estructura productiva afecta directamente y de modo significativo la demanda energética por unidad de producto.

GRÁFICO V.5
INTENSIDAD ENERGÉTICA INDUSTRIAL TOTAL EN AMÉRICA LATINA
Y EL CARIBE Y PAÍSES CON PIB
(per cápita entre 4.000 y 6.000 US\$2000 / habitante)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

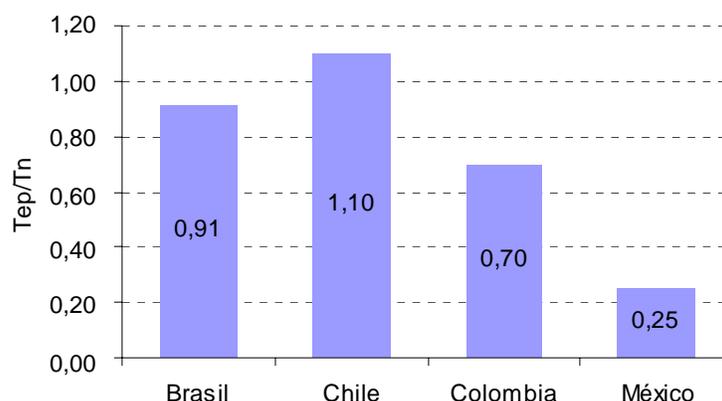
2. Consumo específico en la industria de celulosa y papel (IE5)

El análisis se realiza para cuatro países con que se cuenta, en sus balances energéticos, el consumo de energía industrial desagregado por subsector, a nivel de división (2 dígitos) de la clasificación CIIU: Brasil, Chile, Colombia y México. Es de mencionar que este agrupamiento de subsectores no es homogéneo en todos los países, por ejemplo, en este caso, Colombia incluye los consumos de energía de las actividades de imprenta. La producción física considerada corresponde al producto final, es decir el total de papel más cartón.

En el Gráfico V.6 se presenta el consumo específico de los cuatro países para el año 2005. El valor más alto corresponde a Chile con 1,10 Tep/Tn; y el más bajo a México con 0,25 Tep/Tn. Más allá de la necesidad de revisar los datos de origen, para descartar diferentes criterios de contabilidad o eventuales falencias en la compilación de los datos, hay varios factores que pueden explicar las diferencias: la tecnología de producción en los diferentes eslabones de la cadena productiva; la antigüedad y mantenimiento de las maquinarias y equipos, en particular los consumidores de energía; el grado de capacidad ociosa de los establecimientos; el reciclado del papel²⁸; y, finalmente, la eficiencia en el consumo de energía. A la luz de explicar las diferencias del consumo específico entre los cuatro países, es de mencionar que tanto Brasil como Chile son exportadores de pulpa y México es importador.

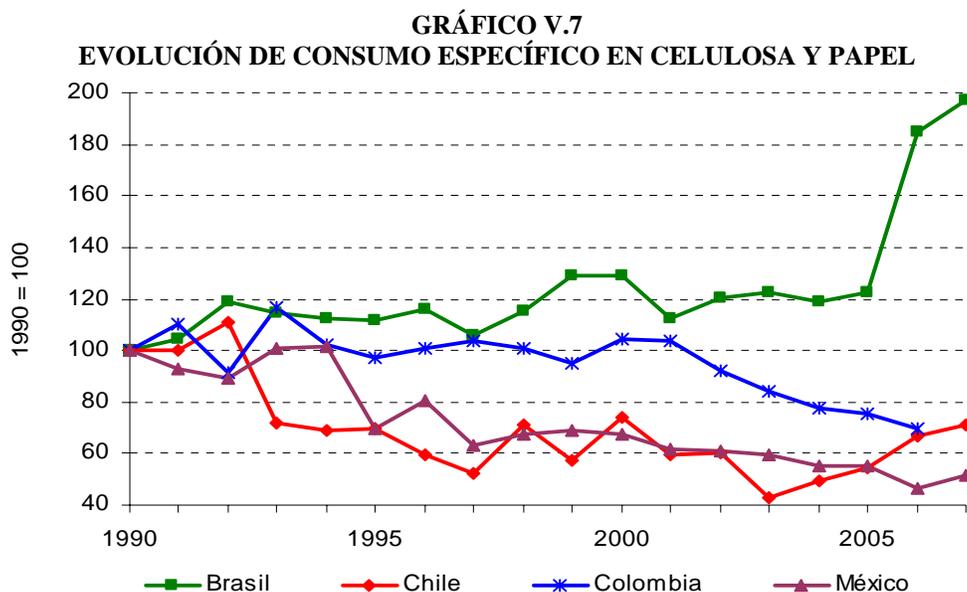
Estos factores deben tenerse en cuenta también al analizar la evolución de los consumos específicos, que se presentan en el Gráfico V.7. En México y Colombia el indicador ha tenido una tendencia decreciente. En México, el consumo de energía por tonelada de papel y cartón de 2007 es un 48% inferior al de 1990, un resultado interesante que no fue posible explicar a partir de los datos utilizados. En Colombia, el consumo específico empieza a disminuir en forma sostenida a partir de 2001, de modo que en 2006 es un 30% inferior al año base 1990.

GRÁFICO V.6
CONSUMO ESPECÍFICO EN CELULOSA Y PAPEL - AÑO 2005
(En Tep / Tonelada de papel y cartón)



Fuente: Elaborado con información de los Balances Energéticos Nacionales y de la FAO.

²⁸ De acuerdo con la IEA, el consumo de energía se reduce en un 40% cuando se utiliza papel reciclado en vez de pulpa no reciclada (Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions". IEA/OECD, 2007).



Fuente: Elaborado con información de los Balances Energéticos Nacionales y de la FAO.

Chile tuvo una disminución sostenida del consumo específico en celulosa y papel hasta el año 2003, cuyo valor es un 57% inferior al de 1990. Luego, este indicador comienza a aumentar continuamente hasta 2007, resultando ese año un 29% inferior a 1990. Debería investigarse si un cambio en los procesos productivos o un posible aumento de la capacidad ociosa no explican en alguna medida este aumento. El consumo específico de Brasil ha crecido con una tendencia relativamente moderada hasta 2005, siendo este año un 23% superior al valor de 1990. En 2006, en particular, experimenta un crecimiento desmedido: un 50% en relación a 2005. Llama la atención que mientras la producción de papel y cartón disminuyó en 2006 respecto a 2005 en un 31%, el consumo aparente de pulpa se redujo sólo un 8%, lo que podría ser un de los factores explicativos, debido al menor nivel de utilización de la capacidad instalada y el cambio del mix de productos y materias primas.

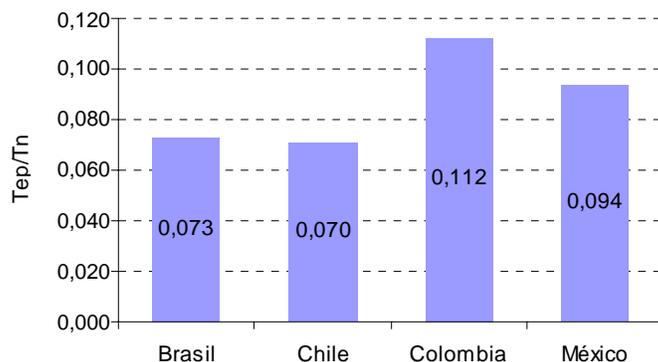
3. Consumo específico en la industria de cemento (IE6)

En el Gráfico V.8 se muestra el consumo específico de la industria del cemento para Brasil, Chile, Colombia y México para el año 2006, medido por tonelada de producto terminado. Al igual que en el caso anterior, al comparar los consumos específicos entre diferentes países hay que tener en cuenta la participación de las diferentes tecnologías de producción, la antigüedad de las instalaciones y la capacidad ociosa. En particular, si la producción de clinker es por vía húmeda (con consumos del orden de 6.000 kJ/kg de clinker), semi-húmeda, semi-seca o seca (con consumos entre 2.900 a 3.200 kJ/kg de clinker)²⁹. También la proporción clinker-aditivos en la producción de cemento afecta los consumos energéticos, aunque el clinker es el principal responsable del consumo de energía; en la medida que el porcentaje de aditivos sea mayor, el consumo de energía será menor. En efecto, para un cemento con un porcentaje de aditivos del 5% el clinker representa cerca de 95% del requerimiento energético en la producción de cemento³⁰.

²⁹ Informaciones de Maldonado, P. (2009).

³⁰ Michael Ruth, Ernest Wormell y Lynn Price, Lawrence Berkeley Lab.; A process step benchmarking approach to energy use at industrial facilities: Examples from the Iron and Steel and Cement industries, preparado para el ACEEE Summer Study 2001.

GRÁFICO V.8
CONSUMO ESPECÍFICO EN CEMENTO - AÑO 2006
(En Tep / Tonelada de cemento)



Fuente: Elaborado con información de los Balances Energéticos Nacionales; Cembureau; Instituto del Cemento y Hormigón de Chile; DANE e Instituto Colombiano de Productores de Cemento; e INEGI de México.

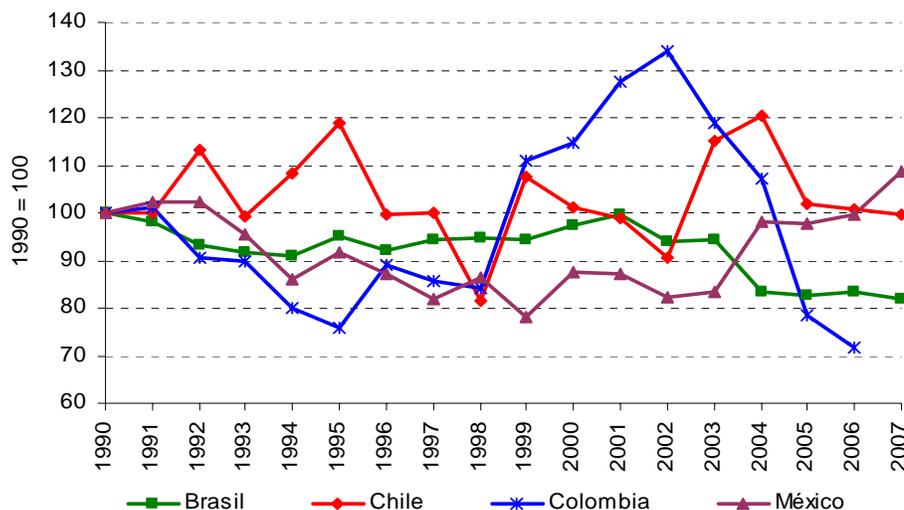
En la evolución del consumo específico de la industria del cemento, presentado en el Gráfico V.9, se puede observar que Brasil ha seguido una tendencia general decreciente, y el valor de 2007 resulta 18% inferior a 1990, básicamente debido a introducción de procesos por vía seca. Chile ha tenido una tendencia neutra, aunque con fuertes fluctuaciones oscilantes en el periodo, el consumo específico de 2007 tiene prácticamente el mismo valor de 1990. Se destacan los máximos de 1995 y 2004 con valores 20% superiores a los años extremos; y 1998 con 18% por debajo.

En Colombia, el consumo específico del cemento en 2006 resultó un 28% inferior al año inicial 1990. Se destaca el importante aumento del consumo específico en el sub-periodo 1999-2004, donde se registro una significativa caída de la producción de cemento, lo que implica un alto grado de capacidad ociosa que explica en parte los altos valores de los consumos específicos. Llama la atención que en ese sub-periodo hubo crecimientos significativos de los consumos de energía del sub-sector, lo que llevaría a analizar, en primera instancia, los consumos de energía consignados en el balance energético, para luego considerar otros factores. De toda manera, sería importante verificar como evolucionó las tecnologías de producción en el período.

México tuvo un decrecimiento en su consumo específico en cemento entre 1990 y 2002. El valor de este último año fue 18% inferior al de 1990. Luego comienza a crecer para quedar en el año 2007 un 9% superior a 1990. Llama la atención que en este periodo de crecimiento del consumo (2003-2007) haya aumentado la producción de cemento y disminuido la capacidad ociosa³¹.

³¹ En efecto, llama la atención esta situación ya que las caídas importantes de producción explican, en parte importante, el aumento del consumo energético y viceversa.

GRÁFICO V.9
EVOLUCIÓN DE CONSUMO ESPECÍFICO EN CEMENTO

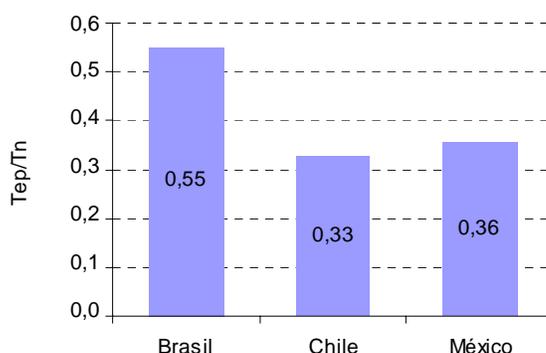


Fuente: Elaborado con información de los Balances Energéticos Nacionales; Cemboreau; Instituto del Cemento y Hormigón de Chile; DANE e Instituto Colombiano de Productores de Cemento; e INEGI de México.

4. Consumo específico en la industria de hierro y acero (IE7)

En el Gráfico V.10 se presenta el consumo de energía por tonelada de acero producida para Brasil, Chile y México para el año 2006. Brasil tuvo el consumo específico más con 0,55 Tep/Tn, un 69% y 55% más alto que Chile y México respectivamente. Es necesario, al analizar las diferencias de consumos específicos, tener en cuenta los tipos de hornos empleados y la composición de la materia prima ya que tienen muy diferentes consumos energéticos por unidad de acero producida.

GRÁFICO V.10
CONSUMO ESPECÍFICO EN HIERRO Y ACERO - AÑO 2006
(En Tep / Tonelada de acero)

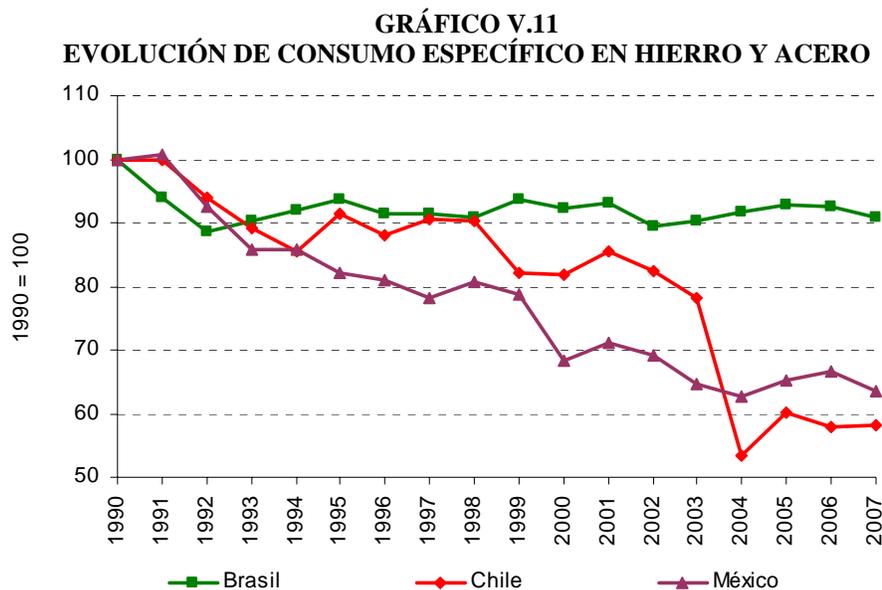


Fuente: Elaborado con información de los Balances Energéticos Nacionales y World Steel Association.

Puede apreciarse en el siguiente gráfico que en los tres países, el consumo específico en la producción de hierro y acero ha disminuido, reflejando un aumento de eficiencia energética si es que la estructura productiva y grado de ocupación de las instalaciones no han sufrido grandes modificaciones. Una observación relevante cuanto a esos consumos: en Brasil predominan las usinas

siderúrgicas integradas, utilizando mena nacional y presentando elevado consumo, comparativamente a las usinas que utilizan chatarra, como mencionado en el Capítulo III.

Brasil disminuyó su consumo específico los dos primeros años de la serie (1991 y 1992), para luego mantenerse prácticamente en los mismos niveles hasta 2007, donde el consumo específico resultó 9% inferior a 1990. México ha tenido reducciones mayores y más sostenidas. En 2007, el consumo específico fue un 36% inferior a 1990. Una tendencia similar ha seguido Chile, donde la reducción del consumo específico en todo el periodo fue de 42%. La fuerte caída del consumo en 2004 debe analizarse más en profundidad, ya que ese año la producción de acero aumentó un 15% y el consumo de energía se redujo 21%, lo cual sería factible ante una modernización significativa del sector que, en definitiva, implica un aumento importante de la eficiencia energética³².



Fuente: Elaborado con información de los Balances Energéticos Nacionales y World Steel Association.

C. Indicadores del sector residencial

En el sector Residencial es importante destacar las diferencias entre el consumo de energía final o neta y el consumo de energía útil. La importancia en AL&C de los consumos de leña, carbón vegetal y otras biomásas, fuentes que generalmente se utilizan con tecnologías de muy bajo rendimiento de utilización (entre 10 y 20%), y que sufren significativos procesos de sustitución por fuentes de mayor rendimiento (GLP, gas natural, electricidad), hacen necesaria esta distinción ya que se reducen notablemente los consumos de energía final o neta. Y esta reducción, si bien significa la utilización de fuentes y tecnologías más eficientes, no significa necesariamente una mayor eficiencia en los hábitos de consumo. Por otra parte, el incremento de los ingresos medios de las familias, objetivo deseable de toda política de desarrollo, es uno de los principales *drivers* que aumentan el consumo residencial y que actúa en sentido contrario a la eficiencia energética.

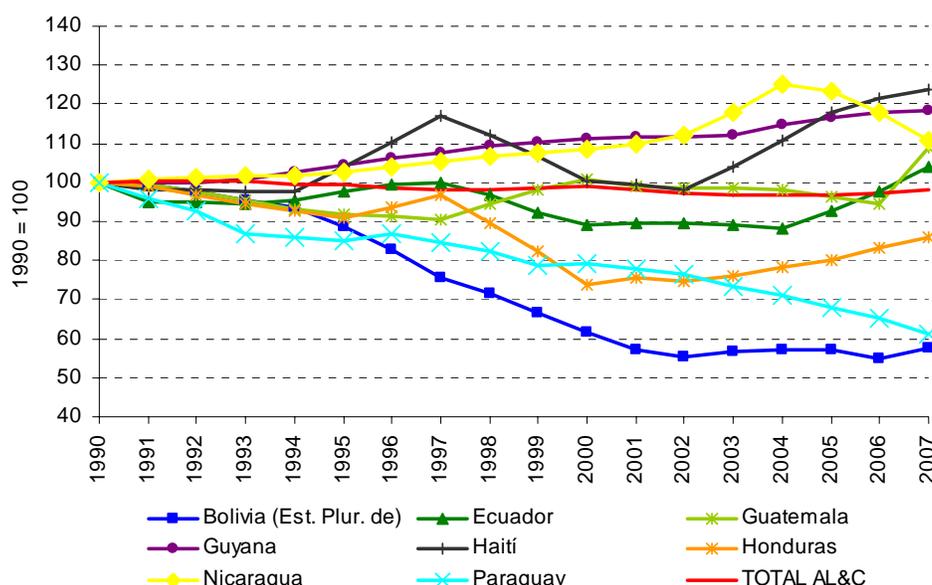
³² En Chile la importancia del acero reciclado ha ido creciendo en forma sistemática.

1. Consumo de energía neta residencial por habitante (IE13)

El Consumo de Energía Neta Residencial por Habitante para el conjunto de la región muestra una tendencia prácticamente neutra en todo el periodo 1990-2007, disminuyendo en todo el periodo sólo el 2%.

Puede observarse en el Gráfico V.12, para los países con PIB per cápita menor a 2.000 US\$/habitante, tendencias dispares: mientras Bolivia y Paraguay el consumo por habitante es francamente decreciente; en Guyana, Haití y Nicaragua la tendencia es creciente.

GRÁFICO V.12
CONSUMO DE ENERGÍA NETA RESIDENCIAL POR HABITANTE TOTAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE Y PAÍSES CON PIB
(Per cápita menor a 2.000 US\$2000 / habitante)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

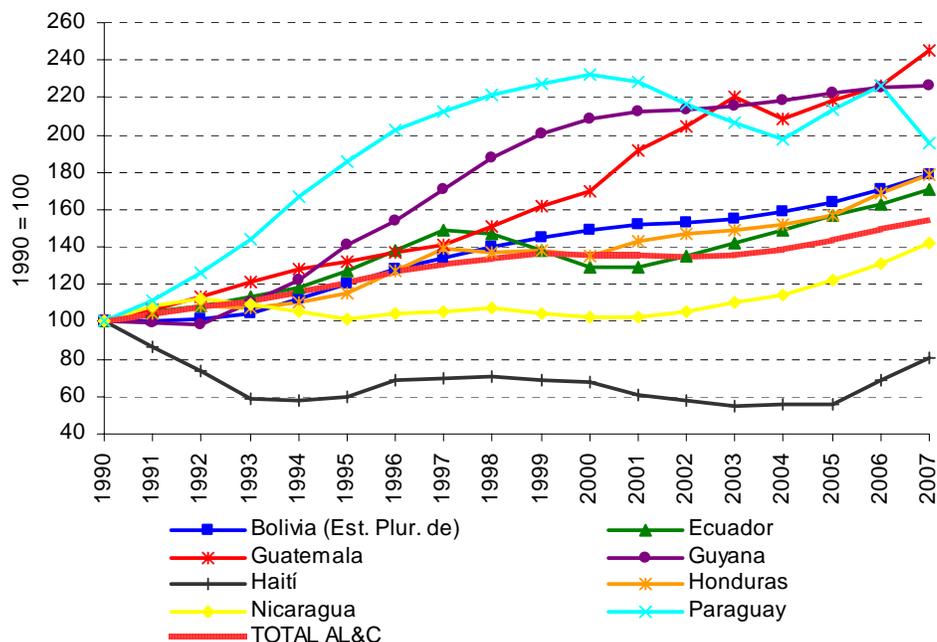
Un posterior análisis del consumo de energía por fuentes en cada país y el cálculo o estimación del consumo de energía útil, permitirá inferir si dichas variaciones se deben a modificaciones en la composición por fuentes del consumo residencial, en particular si las biomásas están disminuyendo o aumentando su participación.

2. Consumo de energía residencial de electricidad por habitante (IE14)

El nivel de consumo de electricidad en los hogares es más sensible a las variaciones del ingreso de las familias que el consumo total de energía neta de los mismos. Otro factor importante a tener en cuenta, en particular en los países de la región, es el aumento del grado de electrificación.

Puede verse, de comparar el Gráfico V.13 con la V.12, para el mismo grupo de países, el diferente comportamiento del consumo de electricidad y del consumo neto total de energía del sector Residencial. Para el conjunto de AL&C, el consumo de electricidad por habitante creció entre 1990 y 2007 un 55%, a una tasa promedio anual de 2,6%; mientras que en el mismo periodo el consumo neto total de energía decreció un 2%, o sea un promedio anual de -0,1%.

GRÁFICO V.13
CONSUMO DE ELECTRICIDAD RESIDENCIAL POR HABITANTE TOTAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE Y PAÍSES CON PIB
(Per cápita menor a 2.000 US\$2.000 / habitante)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

Pueden apreciarse comportamientos totalmente opuestos del consumo de electricidad y del consumo total de energía neta en los países, por ejemplo en Bolivia y en Paraguay.

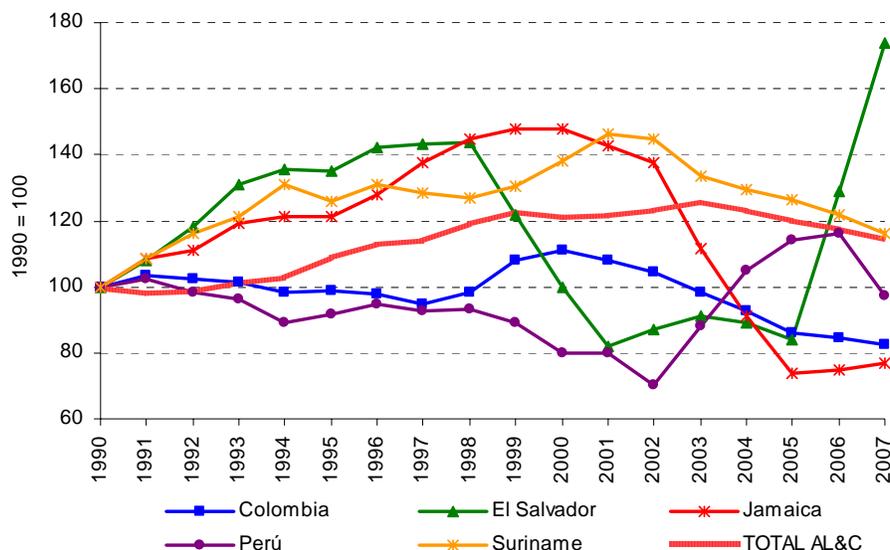
D. Indicadores del sector comercial, servicios y público

1. Intensidad energética comercial, servicios y público (IE15)

La Intensidad Energética Comercial, Servicios y Público presenta, como se puede observar en el Gráfico V.14, una alta variabilidad en los países de la región no obstante trabajar con promedios móviles de tres años a fin de suavizar las fluctuaciones de corto plazo. En El Salvador, en el año 2000 el consumo del sector cayó un 44% y en 2007 aumentó 191%, ante crecimientos en el valor agregado de 3 y 4% respectivamente. En Jamaica, en 2004 el consumo cayó 44% y el mismo año el valor agregado aumentó el 2%. En el caso de Perú, a partir del año 2002 se observan fluctuaciones muy grandes del consumo energético del sector ante un crecimiento sostenido del valor agregado.

La situación descrita indica, como primera conclusión, la necesidad de revisar los valores del consumo energético del sector Comercial, Servicios y Público antes de calcular las intensidades energéticas y analizar su evolución. Los países de la región, por lo que se conoce, no elaboran series de consumos de energía desagregados por rama de actividad de comercio y servicios, lo que podría llevar a identificar los eventuales problemas de información o realizar el ajuste de los consumos del sector por cambio de estructura. El ajuste por temperatura de los usos de calefacción y refrigeración de ambientes también sería necesario de efectuar. Y finalmente, obtener intensidades o consumos específicos en relación a la superficie cubierta, cantidad de empleados u otra variable física según la actividad (usuarios atendidos, cantidad de camas, cantidad de habitaciones, etc.) podrían ayudar a identificar las inconsistencias de información.

GRÁFICO V.14
INTENSIDAD ENERGÉTICA COMERCIAL, SERVICIOS Y PÚBLICO TOTAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE Y PAÍSES CON PIB
(Per cápita entre 2.000 y 4.000 US\$2000 / habitante)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

Teniendo en cuenta las posibles dificultades de la información, podemos decir que la Intensidad Energética Comercial, Servicios y Público ha mostrado un tendencia creciente entre 1990 y 2003, aumentando en ese lapso un 26%; a partir de allí la Intensidad muestra un tendencia decreciente para quedar en 2007 en un valor 14,5% superior al de 1990.

E. Indicadores del sector transporte

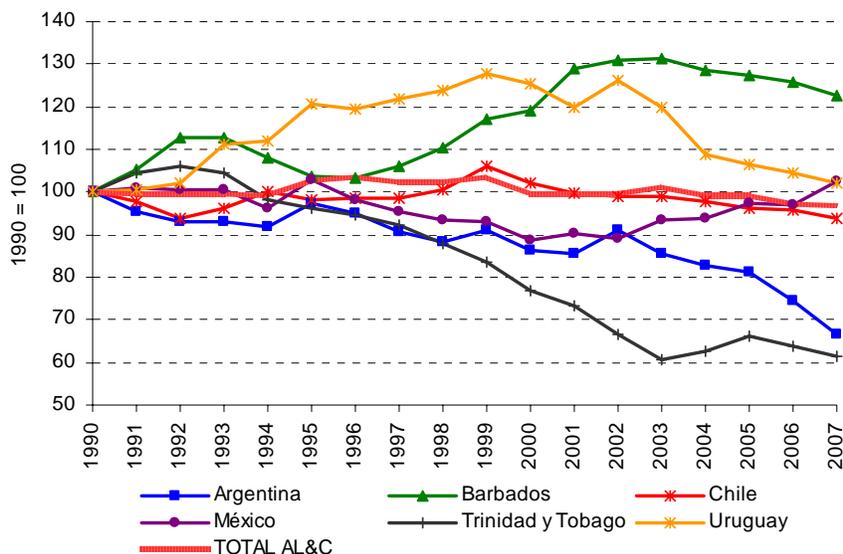
1. Consumo en transporte por unidad de PIB

El Consumo en Transporte por unidad de PIB para el conjunto de la región de AL&C se ha mantenido estable en todo el periodo, para quedar finalmente en 2007 un 3% por debajo del nivel de 1990 (Gráfico V.15). En los países seleccionados, este indicador ha tenido evoluciones dispares y cambios de tendencias dentro del periodo analizado.

Argentina y Trinidad-Tobago han tenido una intensidad en transporte con tendencia general decreciente en todo el periodo: en el primero disminuyó 33% en todo el periodo, y en segundo un 38%. En Barbados, la tendencia es opuesta, aumentando un 22% en todo el periodo. Uruguay y México han tenido un cambio de tendencia significativa dentro del periodo analizado, para quedar en 2007 un 2-3% por encima del valor inicial. Por su parte, Chile ha tenido un comportamiento similar al promedio de la región, disminuyendo su intensidad en transporte un 6% en todo el periodo.

En el siguiente gráfico se muestra, para Brasil y México, la evolución 1993-2007 del Consumo en Transporte por unidad de PIB y el consumo en el modo carretero dividido por el parque total de vehículos. Si bien en la comparación no se puede analizar el cambio en la estructura de modos y tipos de transporte, se puede ver que ambos indicadores muestran tendencias opuestas en ciertos periodos para un mismo país. En Brasil los Tep/veh. han tenido un crecimiento relativo menor a los Tep/PIB entre los años 1993-1998; mientras que en México, a partir de 2000 los Tep/veh. han continuado con la tendencia decreciente y los Tep/PIB han ido en sostenido aumento. O sea, según el indicador pueden inferirse distintas tendencias de eficiencia energética, o de productividad de la energía para ser más precisos.

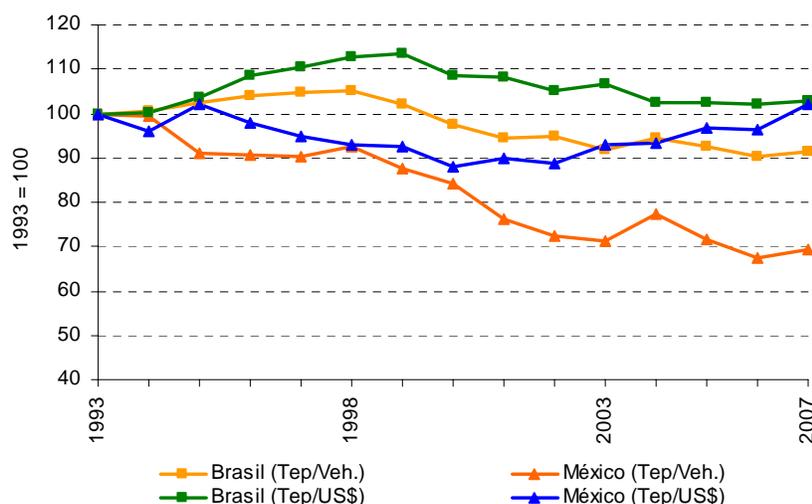
GRÁFICO V.15
CONSUMO EN TRANSPORTE POR UNIDAD DE PIB
(Total AL&C y países con PIB per cápita con más de 6,000 US\$2000 / habitante)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

Una posible explicación para el aparente incremento de eficiencia que estaría asociado a un aumento de la capacidad de carga de los vehículos utilizados en el transporte por carretera, modo que predomina en la región. La dificultad que se presenta en el indicador de Tep/veh. es que no considera el efecto de las variaciones en los recorridos medios de los vehículos que son muy influidos por los ciclos económicos, particularmente para el transporte en vehículos livianos; efecto que de alguna manera se atenúa en el Consumo en Transporte por unidad de PIB, por ello puede ser preferible utilizar este indicador a los efectos de evaluar la eficiencia energética del sector.

GRÁFICO 5.16
CONSUMO EN TRANSPORTE CARRETERO POR VEHÍCULO EN BRASIL Y MÉXICO



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y ANFAVEA, Brasil.

De toda manera, cumple observar que el análisis de la evolución de la eficiencia energética en el sector de transporte basado en valores agregados permite sacar limitadas conclusiones, ya que los comportamientos de los diferentes modos de transporte, usos, vehículos típicos es bastante distinto en términos energéticos.

F. Comentarios

En este punto se mencionan, y a modo de síntesis, los aspectos que se desean destacar de los indicadores de intensidad energética propuestos para la región y del análisis de su evolución.

- Las intensidades energéticas y los consumos específicos muestran una alta variabilidad en los países de AL&C, muchas veces en sentido contrario, lo que lleva a tomar con más precaución a la evolución de estos indicadores como medida de los cambios en la eficiencia energética. Los cambios estructurales en países con menor grado de desarrollo económico y la mayor vulnerabilidad de sus economías a los cambios de contexto explican en gran parte dicha variabilidad.
- Una mayor desagregación de los indicadores se torna indispensable y prioritaria. Ello implica un desarrollo de los sistemas de información nacionales, tanto socioeconómicos como energéticos. Conjuntamente con ello, es indispensable actuar en el mejoramiento de la calidad de las estadísticas energéticas.
- Distintos ajustes deben efectuarse en las variables que intervienen en el cálculo de las intensidades: por variación de los precios de los principales bienes de la economía; por cambios de estructura productiva; por temperatura; y, por capacidad ociosa en los consumos industriales.
- No obstante las limitaciones señaladas a lo largo de este capítulo y los dos precedentes en cuanto a la utilización de las intensidades energéticas para evaluar mejoras en la eficiencia energética, las intensidades energéticas muestran, por definición, los cambios en la productividad de la energía.

VI. Evaluación de las políticas y programas de eficiencia energética

Mientras en los capítulos anteriores se enfatizaron los indicadores agregados y de carácter general, en el presente capítulo interesa enfocar las acciones gubernamentales dedicadas a la promoción de la eficiencia energética, que pueden ser de carácter bastante variado en cuanto al sector o sectores considerados, forma de diseño, estrategia de implementación y por supuesto, en el procedimiento de evaluación a ser adoptado. Así, a continuación se presenta una breve síntesis conceptual y metodológica sobre la evaluación de programas de eficiencia energética, introduciendo los tres tipos de indicadores propuestos: del nivel de desarrollo de las actividades de promoción de la eficiencia energética, de calidad de programas y de resultados de los mismos, tema de los tópicos sucesivos. Al final se presentan ejemplos de indicadores de resultados para algunos programas de eficiencia energética desarrollados en países de América Latina y el Caribe.

En todos esos sentidos, el empleo de indicadores es importante, permitiendo cumplir dos objetivos de carácter general:

- Acompañar y comparar programas y actividades en eficiencia energética, en el ámbito de un mismo país o entre países, sea como un proceso de estimación “ex-ante” de los resultados e impactos, en que son componentes de la planificación de esos programas, sea en su evaluación “ex-post”, como fuente esencial de informaciones para el adecuado monitoreo y seguimiento de los mismos programas.
- Insertar el fomento a la eficiencia energética y el establecimiento de metas explícitas y cuantitativas de ahorro de energía (y eventualmente de capacidad) y de reducción de emisiones en las estrategias energéticas y ambientales, procedimiento cada vez más relevante.

Un punto que necesariamente debe ser considerado en la proposición de metodologías para evaluar acciones de fomento a la eficiencia energética es la gran variedad de contextos y abordajes posibles. Naturalmente que no es lo mismo evaluar el impacto de cambios de motores eléctricos en estaciones de bombeo en sistemas públicos de distribución de agua que estimar los beneficios energéticos resultantes de programas educativos con estudiantes de primer grado. De la misma

manera, los efectos de normas con requisitos mínimos de desempeño en refrigeradores no aportan resultados similares al empleo de etiquetas con información de los niveles comparativos de eficiencia entre los equipos comercializados. Así, en principio deberán ser consideradas diferentes metodologías según la diversidad de casos a evaluar, pero reconociendo que en algunos casos será bastante difícil cuantificar los impactos energéticos con buena precisión.

La evaluación de las actividades en eficiencia energética es definitivamente importante para su adecuada planificación y gestión. Aunque para actividades aisladas y puntuales sea relativamente sencillo y directo definir métodos y procedimientos para determinar los efectos de determinadas acciones y acompañar su evolución en el tiempo, en el caso de programas compuestos de múltiples acciones, involucrando varios sectores, la estimación de los impactos puede ser una tarea bastante compleja. En todos los casos, contar con indicadores claros y objetivos es muy útil, inclusive para que los responsables de esas actividades sepan con anticipación cómo será monitoreado su trabajo.

Cabe constatar que ya existen en la Región experiencias de programas nacionales de fomento a la eficiencia energética que desarrollan evaluaciones o que valdrá la pena evaluar, si fuera posible valorando cuantitativamente los impactos energéticos y ambientales alcanzados y eventualmente considerando el diseño de programas similares en otros países. Definir y evaluar adecuadamente indicadores de eficiencia energética, especialmente considerando programas gubernamentales de racionalización del uso de energía, constituyen los objetivos de los próximos capítulos.

A. Elementos conceptuales para definición de indicadores

La adecuada gestión de un programa de eficiencia energética, especialmente los programas gubernamentales, requiere información mínima que permita establecer el cumplimiento de sus objetivos, especialmente en términos de su contribución al uso eficiente de la energía. Con este propósito se puede emplear indicadores específicos para seguimiento y evaluación de programas y proyectos de eficiencia energética, que, a diferencia de las intensidades energéticas, no buscan indicar la eficiencia en el uso de los vectores energéticos, sino que el propósito es evaluar las acciones orientadas al fomento de esa eficiencia. De esa manera, más allá de los conceptos de eficiencia energética presentados en el Capítulo II, se trata de evaluar la eficacia en el proceso de promoción de incrementos en la eficiencia y en la reducción de pérdidas.

Un indicador se define como una medición cuantitativa de variables o condiciones determinadas, a través de la cual es posible entender o explicar una realidad o un fenómeno en particular y su evolución en el tiempo. Esta definición parte de reconocer que los procesos y sus relaciones son cambiantes en el tiempo y que es posible observarlos y determinar su evolución. Los indicadores son herramientas útiles para la gestión en general y tienen como principales objetivos, específicamente en el ámbito de la gestión de las actividades de promoción de la eficiencia energética:

- Generar información útil que permita mejorar un proceso de toma de decisiones relacionado con la asignación y ejecución de los recursos para desarrollar actividades e inversiones en eficiencia energética.
- Efectuar el seguimiento de los diferentes procesos de la gestión de actividades y proyectos en el interior de la administración pública de recursos energéticos de un país para tomar los correctivos que permitan mejorar la eficiencia y la eficacia de un programa nacional de eficiencia energética.
- Evaluar el impacto de las inversiones sobre su contribución al desarrollo de los proyectos de eficiencia energética, en términos de mejora del uso de los recursos energéticos.

Construir y operar una base de indicadores para apoyar la toma de decisiones en el marco de un programa de eficiencia energética son tareas que deben realizar los responsables de la política energética, necesariamente basada en el conocimiento de la situación del consumo de energía de los distintos sectores de la actividad socio-económica de un país. Los indicadores pueden ser sencillos o complejos de acuerdo con la situación a que se refieran, pero principalmente de acuerdo a la facilidad

con que se puedan obtener los datos que componen dichos indicadores. Igualmente pueden clasificarse según sirvan como insumo a un proceso/proyecto o sean resultado de algún proyecto en particular.

En los próximos párrafos se busca profundizar los conceptos básicos sobre indicadores para los programas gubernamentales, sus tipos y posibilidades, de manera de orientar su definición, especialmente para los programas nacionales de eficiencia energética. Considerando el proceso de desarrollo de esos programas, siguiendo el ciclo típico de su desarrollo e implementación, los indicadores podrían ser: a) indicadores que apoyan el diagnóstico y la formulación de proyectos que componen el programa o de diagnóstico; b) indicadores que apoyan el seguimiento de los mismos o de ejecución; y c) indicadores de resultado o impacto de cada proyecto y, por ende, del programa.

a) Indicadores de diagnóstico

Los indicadores de diagnóstico son la base para la planificación del desarrollo del programa de eficiencia energética, pues permiten establecer la situación de los consumos energéticos sectoriales en un momento determinado y su importancia relativa. Por lo tanto, su diseño se basa en el concepto de cómo se usa la energía y su definición deberá permitir identificar la situación de consumo energético del país en cuestión, deseablemente estimándose el potencial de ahorro existente. El análisis de estos indicadores permite definir y precisar las necesidades y prioridades en los proyectos de eficiencia energética para los diferentes sectores, lo cual, a su vez orienta la asignación de los recursos de inversión. Los indicadores más utilizados para la orientación de la inversión son aquellos que se relacionan con: cobertura de servicios, calidad del consumo energético, intensidad del mismo, etc.

En base a estos indicadores se identifican los programas de inversión que forman parte de los programas nacionales de eficiencia energética y orientan la definición de los objetivos en la preparación de los proyectos de dichos programas. Teniendo en cuenta la importancia de los indicadores de diagnóstico como base del proceso de inversión, se recomienda la utilización de los sistemas de indicadores existentes en la preparación de programas nacionales y los proyectos que lo integran, y establecer un mecanismo que garantice la continua actualización de éstos, en base a los resultados y al impacto real de las inversiones asociadas al ahorro de energía. En este sentido se deberá tener en cuenta la intervención del sector público y del sector privado, en todos los niveles, por cuanto, toda inversión a realizarse para el logro de una disminución en el consumo energético, debe generar cambios en los indicadores de diagnóstico. O sea, un programa adecuado debe ser ajustado con el tiempo, de acuerdo con sus resultados y con los cambios de la realidad, que depende principalmente del mercado, de las tecnologías disponibles y de los precios de los vectores energéticos.

Una de las herramientas más importantes para la planificación de las actividades de fomento a la eficiencia energética son los balances nacionales de energía útil, en los cuales se identifican los usos más significativos de los vectores energéticos, caracterizando las tecnologías y los vectores energéticos empleadas. A partir del conocimiento suficientemente detallado sobre “para qué” y “cómo” la energía es utilizada en la sociedad y los sectores productivos, se puede definir de manera fundamentada adónde actuar y los respectivos potenciales de ahorro existentes.

b) Indicadores de seguimiento

La ejecución de los programas nacionales de eficiencia energética y los proyectos que lo componen, requiere contar con indicadores que aporten información relacionada con el comportamiento de las variables que intervienen en dicha ejecución. Estos indicadores deberán medir la eficiencia (asociada al nivel de pérdidas de energía) y la eficacia (relacionada con el desempeño de la gestión del programa), de tal manera que sea posible introducir cambios durante el proceso de ejecución.

Estos indicadores pueden ser útiles para asegurar y conducir la ejecución pero también como insumos para preparar y ejecutar nuevos proyectos o programas, porque informan sobre problemas críticos que pueden llegar a presentarse durante su implementación y sobre los cuales es posible tomar medidas de prevención.

Para la elaboración de estos indicadores se recomienda:

- Definir un objetivo: es decir tener suficientemente definido lo que se pretende medir, y los casos en que es valioso como insumo para el análisis de una situación y para la toma

de decisiones. Se trata de tener claro qué se persigue con la obtención del indicador y por lo tanto su contribución y utilidad práctica.

- Definir el indicador: es decir, especificar la forma como se obtendrá el indicador, las fuentes de información, las variables que intervienen y sus relaciones entre sí y los resultados de dicha medición.
- Interpretación de los resultados: definir la forma de interpretar el resultado del indicador, para efectos de su utilización práctica.
- Establecer el procedimiento para asegurar su obtención, actualización, aplicación y difusión.

De manera genérica, los principales indicadores de seguimiento a la ejecución física de los proyectos, con claras funciones de gestión operacional y específicos para cada contexto y acción que componen el programa nacional de eficiencia energética, podrían ser:

- a) **Indicadores de ejecución:** relacionan la cantidad de la actividad específica con el tiempo de su desarrollo. El indicador se mide en porcentaje de ejecución en los diferentes períodos. Este indicador deberá compararse con lo programado en el cronograma de actividades y con base en esta comparación se determina la necesidad de ajuste o la continuación en iguales condiciones. El documento de seguimiento presenta el formato que facilita la obtención del indicador, en el cual se tiene en cuenta la unidad de medida y la cantidad total de la actividad a realizar. Este indicador se puede obtener para el total del programa, para cada proyecto, para cada componente de éstos y para cada actividad.
- b) **Indicadores de verificación: miden el cumplimiento de las especificaciones técnicas de cada una de las actividades del programa de EE.** Se obtiene mediante los informes de avance que presenta la supervisión general del programa nacional. El informe deberá contener el desarrollo, la calidad y cantidad de los insumos utilizados o aplicados en el proyecto, según sea el caso.

c) **Indicadores de resultados**

Estos indicadores toman en cuenta las principales variables que determinan la operación del programa y sus efectos, pudiendo abarcar la evaluación de los resultados energéticos, objetivo central de cualquier programa de fomento a la eficiencia energética, así como los costos, en su amplia acepción, asociados a esos resultados, que deben expresar de diferentes maneras el grado de obtención de los beneficios previstos en el programa nacional. Su importancia radica en que suministran información para la obtención de parámetros de operación, necesarios para la preparación de nuevos programas y proyectos.

Con base a las recomendaciones para el seguimiento de proyectos genéricos de inversión, se podría agrupar los indicadores de resultados para programas de eficiencia en:

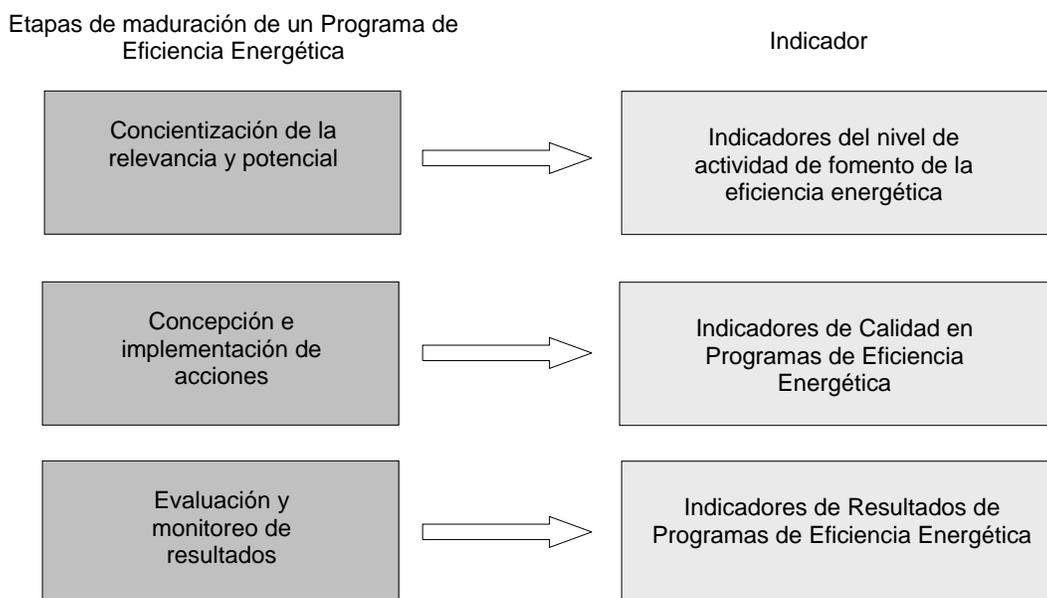
- a) **Indicadores de impacto:** miden la contribución del programa nacional de eficiencia energética y sus proyectos al cambio en los indicadores de diagnóstico, como resultado de su desarrollo y operación. Todos los proyectos se relacionan con la mejora de las condiciones de uno o varios sectores consumidores de energía, y por lo tanto, los proyectos afectan de alguna manera los indicadores de diagnóstico sectoriales, especialmente los asociados a eficiencia. En algunos casos este indicador puede ser numérico, como el caso de ahorro energético en m³ de gas o en kWh de energía eléctrica por un período determinado; en otros casos la comparación será cualitativa.
- b) **Indicadores de eficacia:** deben asociar los resultados de los programas, como los incrementos de eficiencia y reducción de pérdidas de energía, a los costos del programa y sus proyectos con el tiempo invertido en su desarrollo. Una de sus aplicaciones importantes podría ser la comparación entre lo realizado y las proyecciones y, en general con los supuestos que se tuvieron en cuenta en la evaluación ex-ante del programa y sus proyectos, en la cual deseablemente se definieron unos resultados esperados de mínima, a un costo determinado, por el período de duración estimado. Estos supuestos determinaron los beneficios económicos potenciales del programa y sus proyectos. Teniendo en cuenta las

evaluaciones cuantitativas y cualitativas, esos indicadores podrían ser expresados como alta, media o baja eficiencia, teniendo en cuenta la relación de lo previsto con lo logrado.

- c) **Indicadores de cobertura:** relacionan el número de usuarios o beneficiarios del programa nacional y sus proyectos en un período determinado, con la población (usuarios) objetivo del proyecto y las proyecciones de incorporación en el tiempo. Estos supuestos se debieron tener en cuenta en la evaluación ex-ante del programa y sus proyectos y contribuyeron a determinar su viabilidad técnico-económica y social. Estos indicadores pueden ser expresados como alta, media o baja cobertura, siempre teniendo en cuenta la relación de lo previsto con lo observado.
- d) **Indicadores de calidad:** relacionan las características de los servicios producidos por el programa nacional, en términos de calidad, de acuerdo con la aceptación por parte de los usuarios. Este indicador se obtiene a través de encuestas o de sistemas de recepción de sugerencias, quejas o reclamos, por parte de los usuarios. Podrían ser expresados como “buena, regular o mala calidad”, de acuerdo con el contenido de dichos sistemas y las ponderaciones definidas para cada variable que mida la calidad.

Considerando este marco conceptual sobre indicadores de programas de eficiencia energética y las condiciones particulares de América Latina y el Caribe, adonde se observa una diferenciada situación de avance en estos programas, se presenta a continuación tres categorías de indicadores, en orden creciente de complejidad y requerimiento de información para su determinación: un primer grupo, relacionado al nivel de actividad asociado a la promoción de la eficiencia energética, un segundo grupo, asociado a la concepción, implementación, gestión y seguimiento de esas actividades y un tercero, relacionado específicamente con los resultados energéticos de las actividades. Conforme a lo sintetizado en el Gráfico VI.1, esos indicadores pretenden, de acuerdo con la maduración de los programas de eficiencia energética, ofrecer una información progresivamente detallada de la evolución de la racionalidad en el uso de la energía y los efectivos resultados de las acciones diseñadas e implementadas para elevar la eficiencia energética.

GRÁFICO VI.1 ETAPAS DE MADURACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA E INDICADORES ASOCIADOS



Fuente: Elaboración propia.

B. Indicadores de desarrollo de las actividades de promoción de la eficiencia energética

Considerando la amplia gama de actividades que pueden aportar incrementos en la eficiencia energética, pero enfocando particularmente las medidas definidas e implementadas en el ámbito de las instituciones energéticas, es interesante evaluar el nivel de compromiso y organicidad subyacente a esas actividades, así como su continuidad y los recursos disponibles. Con tal propósito puede ser utilizada un abordaje preponderantemente “*booleano*” (respuestas tipo “sin/con”, “si/no”, etc.) frente a cuestiones objetivas y una lista de atributos (“*check list*”), como la existencia de actividades, de programas, sectores enfocados, continuidad, actividad de ESCO’s (*Energy Service Companies*), campañas de divulgación, programas informativos, etc.

Naturalmente que no se debe efectuar inferencias de impactos energéticos basándose solamente en indicadores de actividad, sin utilizar datos detallados de los consumos energéticos, pero es necesario, interesante y conveniente crear una base de informaciones sobre este tema. En gran medida este tipo de evaluación de actividades fue recientemente realizada en la División de Recursos Naturales e Infraestructura de CEPAL, a través del diagnóstico del cuadro institucional para el fomento del uso racional de energía en la región, en especial dedicado a revisar la situación y perspectivas de las actividades orientadas hacia la eficiencia energética en un conjunto representativo de 26 países latinoamericanos y del Caribe³³. Partiendo de esa experiencia, se propone utilizar indicadores objetivos y de determinación relativamente inmediata, como se presenta en el Cuadro VI.1, inspirada en documentos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía³⁴, IDAE, de España.

CUADRO VI.1
INDICADORES DE DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DE FOMENTO
DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Indicador	Alternativas
Aspectos generales	
IA1 Alcance sectorial del Programa (Industria, Transporte, Residencial, Comercio y Servicios Públicos, Alumbrado Público, Agricultura)	mencionar
IA2 Vectores energéticos considerados en el Programa (Electricidad, Combustibles fósiles y Biomasa)	mencionar
Aspectos regulatorios	
IA3 Normativa legal (leyes o decretos) directamente relacionados a la promoción de la eficiencia energética	existentes o no existentes
IA4 Normativa específica dedicada a la promoción de la cogeneración de energía	existente o no existente
IA5 Normas de desempeño y etiquetas referidas a equipos consumidores de energía	existente o no existente
Aspectos institucionales	
IA6 Sector en Ministerio o Secretarías de Energía o similar dedicado prioritariamente a la promoción de las actividades y proyectos de eficiencia energética	existente o no existente
IA7 Agencia o entidad descentralizada que se ocupe de la eficiencia energética a nivel nacional o regional	existente o no existentes

(continúa)

³³ CEPAL, Situación y Perspectivas de la eficiencia energética en América Latina y el Caribe, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Santiago, 2009.

³⁴ IDAE, Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía, España.

Cuadro VI.1 (conclusión)

Aspectos económicos		
IA8	Incentivos fiscales, tributarios y arancelarios bien definidos a favor de la eficiencia energética	existentes o no existentes
IA9	Mecanismos de financiamiento aplicados al diseño y ejecución de programas de eficiencia energética	existentes o no existentes
IA10	Mecanismos de financiamiento aplicados a la inversión en equipos eficientes en proyectos que integran los programas de eficiencia energética	existentes o no existentes
Aspectos educacionales y comunicacionales		
IA11	Programas de capacitación, entrenamiento y educación sobre uso eficiente de la energía	existentes o no existentes
IA12	Programas de difusión (campañas de divulgación, eventos, etc.)	existentes o no existentes
IA13	Página Web del programa de eficiencia energética	existente o no existente
IA14	Premios asociados a medidas de ahorro de energía	existentes o no existentes
Aspectos de gestión del programa		
IA15	Equipo de profesionales específicamente dedicados a la promoción de la eficiencia energética	existente o no existente
IA16	Cooperación internacional para el desarrollo del programa nacional de eficiencia energética	existente o no existente
IA17	Metodología para la evaluación de objetivos, metas y resultados	existente o no existente

Fuente: Elaboración propia.

En este cuadro, los indicadores asociados a los aspectos generales permiten establecer el foco del programa, en términos de sectores consumidores de energía y vectores energéticos considerados. Muchas veces los programas se desarrollan priorizando la electricidad y sectores residenciales y/o industriales, lo que puede ser justificable en el caso en que ellos representen efectivamente los potenciales más accesibles y relevantes, pero otras veces representan también las posibilidades de actuación más inmediata y sencilla, punto de partida para una acción más amplia de promoción de la eficiencia energética, incorporando oportunamente sectores de abordaje más complejo pero no menos importantes como el sector de transportes.

Los indicadores relacionados con el marco legal permiten inferir cómo el gobierno ha logrado avanzar en la formalización de propuestas y políticas para promover la eficiencia energética, destacándose en dos indicadores temas particularmente dependientes de la legislación para su adecuada promoción: la cogeneración (o producción combinada de energía eléctrica y calor útil junto a los consumidores) y el etiquetado indicativo de la eficiencia energética de equipos consumidores. En América Latina se observa un interesante avance del uso de etiquetas en heladeras, colocando nuevos desafíos en la organización, estandarización y racionalización del proceso de etiquetado, así como debe estimular la expansión de este proceso para otros equipos energéticos. Los aspectos institucionales son objeto de dos indicadores, que buscan identificar cómo el Estado ha implementado la gestión de las actividades relacionadas con la eficiencia energética, en un primer nivel adentro del contexto institucional existente para el sector energético y luego considerando la existencia de una entidad específicamente dedicada al tema. Igualmente de carácter institucional se podría mencionar los organismos dedicados a normalización de equipos, procedimientos de testes y de evaluación de desempeño energético, sin embargo cabe reconocer que no todos los países podrían mantener instituciones con este propósito, por su elevada especialización y alto costo, que imponen la cooperación y articulación de esas acciones, generalmente esenciales para programas de etiquetado, en nivel regional.

Aunque la promoción de la eficiencia energética tenga sentido solamente en contextos con suficiente factibilidad económica, en muchos casos la competitividad de medidas dedicadas a la reducción de las pérdidas de energía no se percibe adecuadamente, así, la evaluación de los aspectos económicos pretende detectar cómo se disponen de los mecanismos de incentivo y financiamiento específicos para acciones de eficiencia energética. En los indicadores relacionados a los aspectos educacionales y comunicacionales se busca enfocar cómo los programas consideran los cambios de

conducta y comportamiento de los consumidores para mejorar la racionalidad en el uso de la energía, tan relevante como los cambios tecnológicos. Y mediante los indicadores de gestión se procura exactamente evaluar cómo está conducido el programa, en términos de sus recursos humanos, la existencia de cooperación internacional y de un sistema de monitoreo y seguimiento de las actividades. Con referencia a la cooperación internacional, cumple señalar que su existencia es interesante, pero un programa basado fundamentalmente en la cooperación internacional no es sostenible en el tiempo, ya que no resulta de un claro compromiso político de avanzar en el tema.

A partir de una encuesta realizada en diciembre de 2009, con la cooperación de ejecutivos de Argentina, Brasil, Chile, El Salvador, Panamá y Uruguay, fue posible tener una muestra de los Indicadores de desarrollo de actividades de promoción de la eficiencia energética en estos países, de acuerdo con el formato indicado en el presente trabajo, conforme lo presentado en el Apéndice 2. Es un cuadro parcial, indicativo de la situación actual de algunos contextos representativos y su regular actualización podrá brindar una indicación de cómo evoluciona la atención a la eficiencia energética en la región.

C. Indicadores de calidad de las actividades de fomento a la eficiencia energética

Reconocida la importancia de la promoción de la eficiencia energética y decidida la implementación de acciones y eventualmente el desarrollo de programas en este sentido, se pueden proponer indicadores más específicos, relacionados con la calidad de estas acciones, considerando su adecuada planificación y gestión. A continuación se presentan los elementos conceptuales utilizados para la definición de esos indicadores y el conjunto sugerido de indicadores.

De manera más genérica y buscando atender a los balizamientos anteriores, en el Cuadro VI.2 se presenta una propuesta de posibles indicadores para acompañar la calidad, en una acepción amplia, del desarrollo de los programas de eficiencia energética y que de alguna forma, corresponden a una visión más detallada del cuadro que se procuró evaluar con los indicadores de desarrollo de las actividades de fomento a la eficiencia energética.

Los quince indicadores de este cuadro se agruparon en cinco categorías, que cubren los diferentes conceptos de calidad que cabe buscar en los programas de eficiencia energética. En algunos casos, el cuadro apuntado por un indicador podrá ser evaluado sin dificultad, en otros se requiere la comparación intertemporal o con otros contextos, siempre con las cautelas ya comentadas.

Los indicadores de diagnóstico general y planificación procuran tomar en cuenta si las actividades de fomento a la eficiencia energética se definirán a partir de la estructura de usos y tecnologías empleadas en el mercado energético, si se consideraron los diversos agentes y si la diversidad de formas de actuación (ajustes normativos, programas de incentivos, cambio de equipos, entrenamiento, difusión de prácticas de uso racional de la energía, etc.) están consideradas. Naturalmente que se espera que los programas sean diseñados a partir de la realidad energética caracterizada mediante balances de energía útil, reconozcan los diferentes actores e intereses del contexto energético y utilicen la amplia gama de posibilidades de actuación para promover la eficiencia energética. En el grupo de indicadores de infraestructura y recursos humanos, el objetivo es evaluar si la base de recursos físicos y humanos, así como el presupuesto comprometido, son adecuados o suficientes para cumplir las tareas de promoción de la eficiencia energética. Para este grupo, el valor de los indicadores se evalúa mejor en una serie histórica o cotejando diferentes programas.

El grupo de indicadores de seguimiento busca determinar cómo son conducidas las actividades y principalmente qué importancia presentan los resultados concretos para la gestión de los programas, con la definición de responsables, parámetros de gestión y una sistemática propia de la evaluación periódica de los resultados. El indicador relacionado con la cooperación internacional busca evidenciar el nivel de dependencia de los aportes de agencias u organismos multilaterales o de

otros países en los programas de eficiencia energética, que si bien son importantes y hasta esenciales en muchos casos, no pueden ni deben ser en el mediano y largo plazo la fuente preponderante de recursos para esos programas.

CUADRO VI.2
INDICADORES DE CALIDAD DE PROGRAMAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Indicador	Unidades o Alternativas	
Indicadores de diagnóstico general y planificación		
IC1	Uso de estudios/balances de energía útil para definir las prioridades y objetivos de las actividades de fomento a la eficiencia energética	si o no
IC2	Inclusión de los actores sociales y del mercado energético en la planificación de los programas de eficiencia energética	si o no
IC3	Promoción de actividades diversificadas, cubriendo las distintas posibilidades de cambio tecnológico y conductual, e introducción de ajustes del marco legal, mecanismos financieros y programas de incentivos	si o no
IC4	Definición clara de metas y plazos de las actividades	si o no
Aspectos de infraestructura y recursos humanos		
IC5	Oficinas del Programa: grado de comodidad y actualización de los equipamientos y estructuras	suficiente no suficiente
IC6	Recursos presupuestarios para eficiencia energética	% del presupuesto de la institución energética
IC7	Recursos humanos disponibles en el Programa (cantidad)	No. empleados/(GWh o Tep total)
IC8	Recursos humanos disponibles en el Programa (capacitación)	% con formación o experiencia para actuar en EE
Indicadores de seguimiento		
IC9	Para las diversas actividades, están definidos responsables, cronogramas e indicadores físicos de avance.	si o no
IC10	Existen indicadores comparativos de la eficacia de las actividades (como \$/kWh ahorrado, relación (beneficio/costo) ex-ante)	si o no
IC11	Existen procedimientos de evaluación de resultados e impactos	si o no
Aspectos relacionados a la cooperación internacional		
IC12	Proporción de cooperación internacional respecto a aportes propios del país	% del presupuesto para EE
Aspectos relacionados al desarrollo del mercado de eficiencia energética		
IC13	Empresas de servicios energéticos (ESCO's) en el mercado	Nº. de empresas y (Nº. de empleados)
IC14	Penetración del proceso de normalización y etiquetado de equipos energéticamente eficientes	No. de productos etiquetados
IC15	Penetración de los equipos energéticamente eficientes en el mercado	% productos vendidos

Fuente: Elaboración propia.

Los tres indicadores asociados al desarrollo del mercado de eficiencia buscan determinar, cuantitativamente, cómo ha cambiado el mercado, sea con la introducción de agentes (*ESCO's*, *Energy Service Companies* o empresas de servicios energéticos) que procuran hacer negocios basados en el incremento de la eficiencia energética³⁵ (típicamente, pero no exclusivamente, remunerados en función

³⁵ En lo posible, se deben considerar bajo el concepto de ESCO solamente las empresas efectivamente dedicadas a eficiencia energética, lo que debería excluir las consultoras y empresas actuantes en temas energéticos en general, proyectistas y montadoras, así como las empresas dedicadas a revisión de contratos con concesionarias de distribución de energía eléctrica, en las cuales el foco no es propiamente la reducción de pérdidas de energía sino el ahorro de costos. De una manera general, las ESCO's presentan más actividad en los sectores en que los recursos

de los ahorros), sea mediante la penetración de equipos más eficientes. Es definitivamente importante que las acciones de promoción de eficiencia energética resulten en cambio de mercado, en una nueva realidad del parque consumidor de energía, para que las consecuencias y resultados sean durables.

Estos indicadores son más detallados que los indicadores presentados en el tópico anterior, pero son suficientemente objetivos y pueden ser determinados directamente por los responsables de los programas de eficiencia energética.

D. Indicadores de resultados de las actividades de fomento a la eficiencia energética

Exigiendo naturalmente un nivel de detalle bastante más elevado que en el caso de los indicadores de calidad presentados en el tópico anterior y eventualmente imponiendo relevamientos de campo y encuestas, los indicadores de resultados de los programas nacionales de eficiencia energética y de los proyectos que lo componen, permiten verificar el cumplimiento de los objetivos de los mismos y su contribución al objetivo superior buscado de eficiencia en el uso de la energía.

CUADRO VI.3
INDICADORES DE RESULTADOS DE PROGRAMAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Indicador	Unidades o Alternativas
Evaluación ex-post del programa	
IR1 Evaluación sistemática de resultados	existente o no existente.
IR2 Evaluación del mantenimiento en el tiempo de las medidas de ahorro implementadas	existente o no existente.
IR3 Evaluaciones intermedias de resultados del programa	existente o no existente.
Impacto sobre el mercado energético	
IR4 Modificación del parque de equipos eficientes como resultado del programa	sí o no
Impacto sobre el mercado de transporte	
IR5 Modificación de la flota vehicular como resultado del programa	sí o no
IR6 Modificación del comportamiento de los conductores de vehículos como resultado del programa	sí o no
Impacto energético (energía y potencia)	
IR7 Determinación del impacto “neto” del programa sobre el consumo de energía y la demanda de potencia eléctrica	unidades de energía y potencia
IR8 Determinación del impacto “neto” del programa sobre el consumo de combustibles y biocombustibles	unidades de energía o volumen de combustible
Reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GHG)	
IR9 Emisiones evitadas debido al incremento en la eficiencia energética	ton CO ₂ e/año
Impacto sobre el comportamiento social respecto al consumo energético	
IR10 Modificación del comportamiento social en relación al uso racional y eficiente de la energía como resultado del programa	sí o no
IR11 Intensidad de acciones frente a consumo energético	suficiente o insuficiente

Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, estos indicadores apuntan a evaluar los resultados en términos absolutos y comparativos de los programas, sea a partir de los valores de ahorro de energía y capacidad (o potencia), sea comparando los resultados del programa o proyecto en cuestión con las metas establecidas en la

técnicos y financieros para gestión energética son reducidos, como en el sector de servicios públicos, comercio y pequeñas industrias.

planificación o implementación. Por ejemplo, la cobertura de un proyecto de alumbrado público eficiente para un municipio está dada por el número de habitantes con acceso a la iluminación, dividido por la población total. Un proyecto de ampliación de la cobertura en el servicio de alumbrado público eficiente, puede resultar en la incorporación de un número adicional de conexiones. El resultado de la suma de estas conexiones adicionales con las existentes, dividido por la población total arroja un nuevo indicador de cobertura de alumbrado eficiente. La diferencia de éste con el indicador de diagnóstico original, determina un indicador de impacto, que puede ser perfeccionado con las estimaciones del ahorro de energía resultante, a ser expresado en valores por unidad.

Reunidos en seis grupos, los indicadores presentados en el cuadro anterior eventualmente deberán ser adaptados a los contextos nacionales a los cuales se refieren, desagregados por acciones y medidas implementadas, particularmente los indicadores de carácter más específico y cuantitativo. Algunos de esos indicadores presentan alguna superposición con indicadores de calidad ya presentados, pero fueran replicados para mantener completo el conjunto de indicadores de impacto. De una manera general, para su determinación se requiere una razonable cantidad de datos, métodos más elaborados de análisis de los impactos y preferentemente deberán ser evaluados por expertos independientes de la gestión de los programas.

El primer grupo de tres indicadores procura determinar las condiciones en las cuales se evalúan los resultados de los programas: si hay un monitoreo sistemático, estructurado, si además se considera la permanencia en el tiempo de los impactos y si existen resultados intermedios, que en principio señalan una gestión adecuada.

Los indicadores siguientes están relacionados a cambios de mercado como consecuencia de las medidas de estímulo a la comercialización de equipos (IR4) y vehículos eficientes (IR5), y la adopción de hábitos de uso eficiente (IR6) en los conductores en el marco del programa de fomento a la eficiencia energética. Naturalmente que esos indicadores deben determinarse a partir de encuestas y estudios de campo.

La evaluación de los resultados energéticos está sintetizada en este cuadro como dos indicadores, separando los impactos en el consumo de energía eléctrica y combustibles. En verdad, esa evaluación debe ser necesariamente desagregada, como se discutirá con más detalle en el próximo tópico, en principio con tantos indicadores para cada medida implementada. A partir de esos indicadores y considerando los respectivos factores de emisión, es posible determinar el indicador asociado a las emisiones evitadas. Para el ahorro de energía eléctrica, esa determinación es más compleja, en la medida que depende, principalmente del perfil de fuentes primarias utilizadas para generación eléctrica y de la posición de la carga desplazada por el incremento de eficiencia energética en la curva de oferta del sistema eléctrico. Es importante notar que mientras algunas medidas de fomento a la eficiencia energética pueden tener sus impactos evaluados con razonable consistencia, como se verá adelante, las medidas más relacionadas al comportamiento de los usuarios presentan desafíos considerables para la evaluación cuantitativa de los resultados energéticos. Así, no hay una relación biunívoca sencilla, con un indicador de impacto en el consumo energético para cada medida existente en el programa, ya que efectivamente el impacto de algunas medidas no será posible estimar de forma razonable.

Los dos indicadores del grupo final de este cuadro (IR10 y IR11) son posiblemente los más difíciles de determinar, por la subjetividad inherente a su evaluación. No obstante, son igualmente importantes, debiendo el primero de ellos resultar de encuestas o alguna evaluación del mercado, mientras el último indicador, prácticamente una evaluación global del programa, debe ser objeto de consultas tipo Delphi, junto a expertos y analistas del mercado energético.

Particularmente para el sector industrial y eventualmente para el sector de transporte, es interesante considerar la posibilidad de que los indicadores de avance de los programas de fomento a la eficiencia energética sean utilizados como base para comparaciones intertemporales o entre sectores análogos de diferentes países (“benchmark”), siempre que efectivamente se tengan en cuenta las condiciones locales. De todas maneras, cotejar los resultados permite establecer tendencias y determinar grados de avance relativo de forma muy concreta. Obsérvese que la comparación de los indicadores de resultados energéticos de las actividades del programa se puede realizar de modo

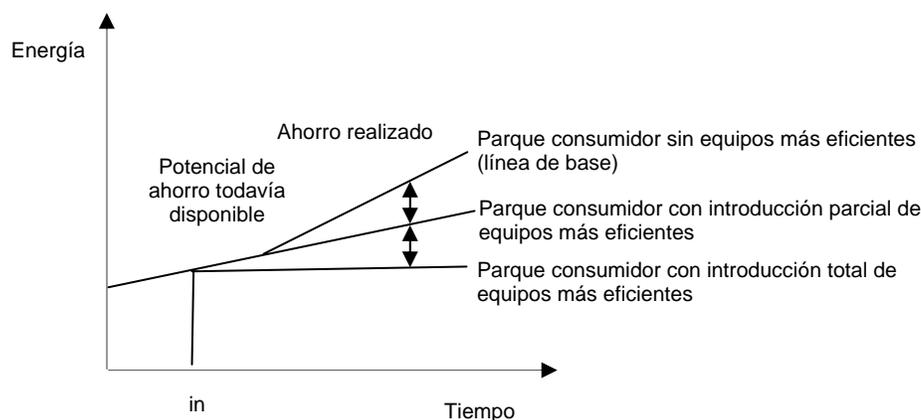
absoluto o relativo, por ejemplo frente al potencial de ahorro o a metas establecidas, asimismo pudiendo ser establecidos en base energética, ambiental o económica.

E. Estimación de los impactos energéticos de las actividades de fomento a la eficiencia energética

Un punto clave para la determinación de algunos indicadores de resultados, particularmente los indicadores IR7 e IR8 (y consecuentemente el IR9), es la evaluación cuantitativa de los impactos energéticos de las actividades. Esa evaluación impone muchas veces la previa definición de métodos y fuentes de datos, así como es de interés que los procedimientos adoptados sean bien conocidos por todos los involucrados en la actividad, aun que no sea recomendable que la evaluación propiamente dicha sea conducida por los responsables de la implementación de las actividades.

Este tipo de evaluación impone estimar el consumo sectorial o de un determinado parque de equipos antes o sin la adopción de la medida de promoción de la eficiencia energética y luego de esa medida, buscando determinar el ahorro de energía alcanzado y el potencial todavía remanente de reducción de consumo de energía, como se indica en el Gráfico VI.2. Elementos adicionales sobre la definición y implicación de las líneas de base son presentados adelante en el próximo capítulo.

GRÁFICO VI.2
EVALUACIÓN DEL IMPACTO REAL Y POTENCIAL REMANECIENTE DE ACCIONES DE FOMENTO A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



Fuente: Elaboración propia.

Una referencia interesante para la evaluación de acciones visualizando el incremento de la eficiencia energética es el Protocolo Internacional para Monitoreo y Verificación del Desempeño (IPMVP, *International Performance Monitoring and Verification Protocol*). Este guión metodológico fue editado por *Efficiency Valuation Organization*, bajo el patrocinio del Departamento de Energía del gobierno norteamericano, resultado de propuestas desarrolladas desde 1996 y está actualmente disponible en varios idiomas, inclusive con ediciones recientes en español y en portugués³⁶. El IPMVP presenta un conjunto de metodologías, básicamente orientadas hacia la evaluación de proyectos específicos de empresas de servicios energéticos (ESCO's, *Energy Service Companies*, (comentadas anteriormente), en los cuales la remuneración es típicamente función de esos resultados, pero que pueden ser adaptados para contextos más amplios. En particular, cabe considerar las opciones C y D

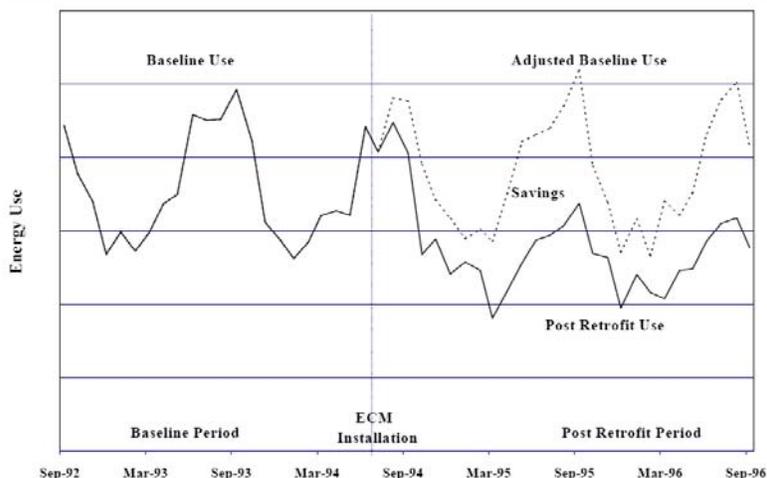
³⁶ EVO, Conceptos y opciones para determinar ahorros de energía y agua, Efficiency Valuation Organization, San Francisco, 2007, (disponible en <http://www.evo-world.org/>).

de este protocolo, relativas a evaluaciones de instalaciones (y no de equipos) y la posibilidad de simulaciones calibradas, siendo útiles las recomendaciones de:

- Utilizar una línea de base para comparar las situaciones “sin” y “con” las acciones, o sea los impactos son dados esencialmente por la siguiente expresión:
- $Impacto\ Energético = Consumo_{sin\ la\ acción} - Consumo_{con\ la\ acción} \pm Ajustes$ (6.1)
- Estimar los impactos energéticos a lo largo de la vida de los equipos y/o su eventual sustitución, o sea, el ahorro de energía no puede ser considerado solamente para un año, sino que debe ser considerado por un periodo de varios años, lo que, para los equipos de vida más larga eventualmente implica tomar en cuenta la degradación de su eficiencia³⁷, y para el caso de acciones de entrenamiento, los efectos de permanencia o pérdida de efectividad de los resultados.
- Evaluar, en lo posible, los niveles de incertidumbre de las metodologías.

Particularmente, pero no exclusivamente, en el ámbito de los sistemas prediales de energía, involucrando cargas eléctricas para iluminación, aire acondicionado, calefacción, etc., la Sociedad Norteamericana de Ingeniería de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE*) editó en 2002 una orientación para medir los ahorros de energía y capacidad, utilizando líneas de base, que encontró extensa aplicación en proyectos de eficiencia energética en los Estados Unidos. El Gráfico VI.3 ejemplifica los impactos de una medida de incremento de eficiencia y cómo podría establecerse la línea de base ajustada.

GRÁFICO VI.3
METODOLOGÍA PARA VERIFICAR EL IMPACTO DE UNA MEDIDA DE FOMENTO A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA (ECM, ENERGY CONSERVATION MEASURE)



Fuente: ASHRAE³⁸.

Otra fuente de lineamientos metodológicos para evaluación de impactos energéticos es el informe del Departamento de Energía del gobierno norteamericano sobre la “métrica” del desempeño energético, con referencias sobre métodos para evaluar el impacto de medidas relacionadas con: a)

³⁷ La que es compleja de evaluar, pero en aquellas situaciones que exista la información se sugiere considerar la reducción de la eficiencia con el uso a lo largo de la vida.

³⁸ ASHRAE Guideline 14, Guideline to Measurement of Energy and Demand Savings, New York, 2002 (revised 2008).

incremento de eficiencia en edificios, b) aplicación de sistemas fotovoltaicos, c) iluminación interna de edificios, entre otros³⁹.

A pesar de los avances en las metodologías para estimar, de modo consistente, los impactos energéticos de las medidas de fomento a la eficiencia energética, los procedimientos disponibles tratan casi exclusivamente de medidas relacionadas a cambios de tecnologías, equipos y procesos, con baja disponibilidad de métodos consolidados para abordar actividades como cursos, programas de entrenamiento, campañas de marketing, etc.. Aún están menos disponibles procedimientos formalizados para evaluar programas más amplios, integrando diversas acciones, contemplando sectores diferentes. En este caso, necesariamente deberá conducirse una evaluación individualizada de los subprogramas, con el resultado total correspondiendo a la suma de las contribuciones de cada uno de ellos. Vale observar que en diversos casos, dos o más acciones son orientadas a reducción de un mismo consumo, imponiendo estimar las contribuciones de cada una. Por ejemplo, en los programas de promoción de ahorro de energía eléctrica en hogares pueden ser promovida la sustitución de lámparas y la adopción de hábitos más racionales de uso, con la reducción del despilfarro de energía, ambos con el mismo tipo de resultado: una reducción de la factura mensual de energía eléctrica, que naturalmente se debe a ambas medidas. Análogamente, en programas de ahorro energético en instalaciones comerciales e industriales pueden surgir situaciones de múltiples medidas con objetivos comunes.

Los próximos cuadros presentan posibles metodologías a ser empleadas en la evaluación de impactos energéticos de programas de fomento a la eficiencia energética. En el Cuadro VI.4 se consideran acciones de carácter tecnológico, generalmente más sencillas de evaluar ya que básicamente el impacto es función del ahorro unitario de energía y del número de equipos sustituidos, mientras en el Cuadro VI.5 se presentan ejemplos para acciones asociadas a cambios de conducta y hábitos de los usuarios, que naturalmente son más complejas y menos consistentes.

CUADRO VI.4
EJEMPLOS DE METODOLOGÍAS ESPECÍFICAS PARA EVALUAR ACCIONES DE
CARÁCTER TECNOLÓGICO DE FOMENTO A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Acción/actividad	Modelo de estimación de los resultados	Datos e informaciones requeridos
Auditorias y proyectos de incremento de eficiencia energética	más o menos directo, en la medida que los efectos son mensurables (IPMVP)	relevamientos de campo, con datos históricos y “ex-post” medidas de consumo de energía, mediciones de consumos específicos
Definición de normas y códigos de construcción orientados a la eficiencia energética	posible, en base a escenarios ex y post acción.	características de los equipos y sistemas de construcción, informaciones de fabricantes
Establecimiento de sistema de etiquetado con datos de eficiencia de los equipos	posible, en base a escenarios “ante” y “post” acción, asumiendo factores de penetración	características de los equipos, informaciones de fabricantes, en especial datos de comercialización
Financiamiento y/o distribución de equipos eficientes	más o menos directo, en la medida que los efectos son en principio previsible	parque de equipos o sistemas energéticos sustituidos, consumo y capacidad unitaria ahorrada
Fomento a Investigación y Desarrollo Tecnológico	difícil, depende de establecer escenarios poco definidos	en función de los escenarios, generalmente con gran incertidumbre

Fuente: Elaboración propia.

³⁹ Deru, M., Torcellini, P., Performance Metrics Research Project – Final Report, NREL, Technical Report, October 2005.

CUADRO VI.5
EJEMPLOS DE METODOLOGÍAS ESPECÍFICAS PARA EVALUAR ACCIONES DE
CARÁCTER TECNOLÓGICO DE FOMENTO A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Acción/actividad	Modelo de estimación de los resultados	Datos e informaciones requeridos
Formación de expertos en auditorías energéticas	difícil, depende de establecer escenarios de actuación de los expertos	en función de los escenarios, generalmente con gran incertidumbre
Información a estudiantes de primer, segundo y tercer grado	muy difícil, eventualmente a partir de métodos estadísticos	número de estudiantes entrenados, hipótesis de impacto energético
Concursos y premios a proyectos de eficiencia	sencillo, siempre que se limite a los casos conocidos, más difícil en el caso que se incluya el efecto demostración	datos de los proyectos, datos generales de los sectores involucrados, niveles esperados de difusión y aceptación de las propuestas
Campañas de marketing	muy difícil, eventualmente a partir de métodos estadísticos	encuestas y evaluaciones de campo, hipótesis de impacto energético

Fuente: Elaboración propia.

F. Ejemplos de estimación de los impactos energéticos de programas de eficiencia energética en América Latina: introducción de lámparas y refrigeradores eficientes

A continuación se presentan métodos y resultados energéticos estimados para los programas de sustitución de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas, más eficientes, conducidos en los últimos años en diversos países latinoamericanos y para sustitución de heladeras, a partir de proyecciones en los programas mexicano y brasileño.

1. Evaluación de los impactos energéticos asociados a sustitución de lámparas incandescentes

La iluminación en hogares y en pequeñas y medianas empresas comerciales representa típicamente entre 25 y 30% de su consumo de energía eléctrica. Para atender esa demanda tradicionalmente se emplean lámparas incandescentes, las que actualmente pueden ser sustituidas por tecnologías bastante más eficientes (lámparas fluorescentes tubulares (LFT) y principalmente lámparas fluorescentes compactas (LFC), que pueden sustituir directamente las lámparas incandescentes), implicando reducciones importantes y rápidas del consumo. Aunque las lámparas eficientes sean relativamente más caras, alcanzan vidas útiles bastante más largas que las lámparas incandescentes⁴⁰.

Una lámpara incandescente de 60 W puede durar teóricamente un promedio de 1.000 horas y produce típicamente 900 lúmenes (unidad de flujo luminoso); el mismo efecto útil tiene una lámpara fluorescente compacta de 15 W, que presenta una duración alrededor de 6.000 horas. Para una utilización de 3 horas diarias, el ahorro anual de energía asociado a esa sustitución es 50 kWh. En una evaluación para Argentina, se estima que apenas reemplazando la mitad de las lámparas ineficientes del sector residencial sería posible reducir en 10% el consumo sectorial y 3,5% del consumo nacional de energía eléctrica⁴¹.

Así, el potencial de economía de energía asociada a la introducción de lámparas eficientes es elevado y muchos países de la región están desarrollando programas de difusión de esa tecnología y en algunos casos, prohibiendo la fabricación y venta de lámparas incandescentes. Considerando 23 países de la región latinoamericana y caribeña, se estima que fueran instaladas en los últimos años o se

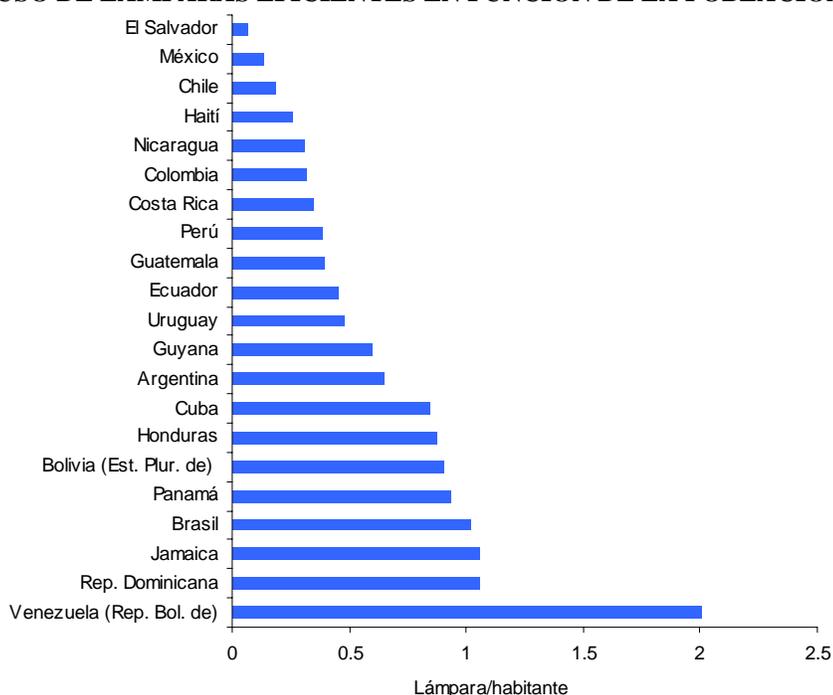
⁴⁰ La duración de las lámparas incandescentes en condiciones reales puede ser bastante inferior a los valores medidos en laboratorio, dependiendo directamente del nivel promedio y de la variación de tensión en la red de distribución.

⁴¹ Guzmán, O.M., Eficiencia energética: un panorama regional, Nueva Sociedad: Documentos, Buenos Aires, Enero de 2009.

planea instalar en el corto plazo un total de 370,1 millones de lámparas eficientes. Los gráficos a continuación presentan las dimensiones relativas de esos programas en países de América Latina y el Caribe, a partir de la cantidad de lámparas eficientes introducidas o a introducir, básicamente conforme a información de Odón de Buen⁴², complementada con los datos de Centeno y Romani para Perú⁴³ y PROCEL para Brasil⁴⁴, relacionando la cantidad de lámparas eficientes con la población⁴⁵ y el consumo de energía eléctrica en 2007⁴⁶. Aun considerando que se trata de un relevamiento inicial, es interesante observar cómo los programas varían entre los países, presentando dimensiones específicas bastante diferenciadas.

Naturalmente que los contextos de cada programa, definidos por los mercados (residencial, edificios públicos, otros), la motivación (limitaciones en la oferta, racionalidad energética, disminución de gasto público y del gasto familiar, etc.) y las estrategias de los programas (distribución gratuita, venta, canje, etc.) son distintos entre los países, pero en promedio, en esos programas se propone promover la instalación de alrededor de 0,63 lámparas por cada habitante, valor que aproximadamente se mantiene cuando se excluyen los programas venezolano y salvadoreño, casos extremos. En promedio, para los programas evaluados, el total de lámparas sustituidas en relación al consumo total de energía eléctrica en cada país, es 443 lámparas por GWh consumido, también con significativa variación entre los países, como indicado en el Gráfico VI.5.

GRÁFICO VI.4
CANTIDAD DE LÁMPARAS SUSTITUIDAS EN LOS PROGRAMAS DE PROMOCIÓN DEL
USO DE LÁMPARAS EFICIENTES EN FUNCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL PAÍS



Fuente: Elaboración propia.

⁴² de Buen, O., versión preliminar para el Estudio de Evaluación de Programas de Sustitución de lámparas incandescentes por LFC's en países de Latinoamérica y el Caribe, actualmente en preparación para el Banco Interamericano de Desarrollo, 2009.

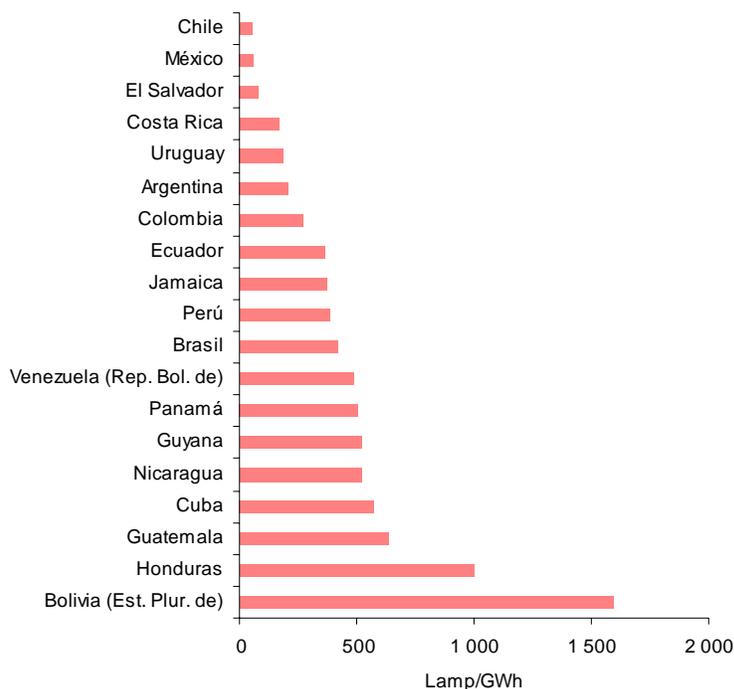
⁴³ Centeno, C, Z., Romani, J.C., Perú: Políticas y acciones de eficiencia energética, Reunión Regional Intergubernamental "Situación y Perspectivas de la eficiencia Energética en América Latina y el Caribe", CEPAL, Santiago de Chile, Septiembre 2009.

⁴⁴ PROCEL, Avaliação de resultados do PROCEL 2008, Programa Nacional de Uso Racional de Energia Elétrica, Rio de Janeiro, Setembro de 2009.

⁴⁵ CEPAL, Informaciones estadísticas de América Latina y el Caribe, 2009.

⁴⁶ OLADE, Sistema de Informaciones Económicas y Energéticas, 2009.

GRÁFICO VI.5
CANTIDAD DE LÁMPARAS SUSTITUIDAS EN LOS PROGRAMAS DE PROMOCIÓN DEL
USO DE LÁMPARAS EFICIENTES EN FUNCIÓN DE LA ENERGÍA CONSUMIDA EN EL PAÍS



Fuente: Elaboración propia.

El impacto energético de los programas de iluminación eficiente, o sea, sus resultados en términos de ahorro de energía en (kWh/año) y capacidad en (kW), puede ser estimado mediante las siguientes expresiones:

$$\text{Ahorro energético} = RUP * \text{tiempo de uso} * \text{parque de equipos} \quad (6.2)$$

$$\text{Reducción de capacidad} = \frac{\text{Ahorro energético}}{8760 * \text{factor de utilización}} \quad (6.3)$$

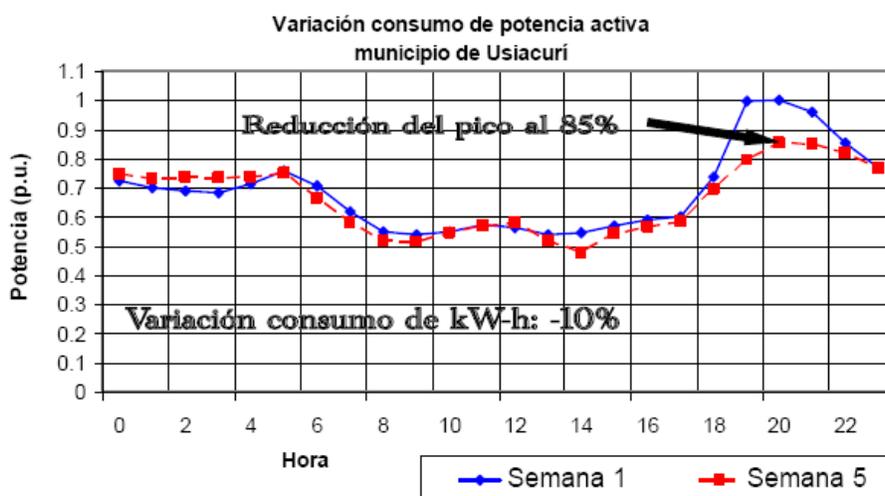
adonde el valor de RUP corresponde a la Reducción Unitaria de Capacidad, en (kW), asociada a adopción de una tecnología energética más eficiente respecto de la tecnología convencional, el tiempo de uso se refiere al número de horas en que este equipo es utilizado durante un año, el parque de equipos es el número de equipos eficientes introducidos y el factor de utilización en esa expresión, un análogo del factor de capacidad de las plantas de generación, correspondería a la fracción del tiempo anual en la cual las lámparas son utilizadas, para efecto de reducción de demanda. Esa segunda expresión es aproximada y para evaluaciones más detalladas se recomiendan estudios en las curvas de carga, que tomen en cuenta de manera más clara la simultaneidad de las cargas y su posición en la curva de demanda del sistema eléctrico, que puede ser considerada de forma más restricta o más amplia, cuando se diluye el impacto en la red⁴⁷. Por supuesto que solamente una carga retirada en el periodo de punta del sistema se traduce en una reducción directa de la demanda de energía eléctrica y eventualmente en la demanda máxima del sistema de distribución de energía eléctrica.

⁴⁷ Brugnoli, M. y Iribarne, R., Estudio de impactos en Redes de Distribución y Medio Ambiente debido al uso intensivo de lámparas fluorescentes compactas, Secretaria de Energía, Programa de Calidad de Artefactos Energéticos/PROCAE, Buenos Aires, 2006.

En el próximo capítulo se presentan elementos adicionales para la evaluación del impacto de medidas de fomento a la eficiencia energética en la demanda.

En el Gráfico VI.6 se presenta un ejemplo tomado de una evaluación del impacto de sistemas de iluminación eficiente, que sintetiza los resultados de un estudio piloto realizado por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia con mediciones sobre la red de alimentación eléctrica en el municipio de Usiacurí, antes (Semana 1 en el gráfico) y después (Semana 5 en el gráfico) de la introducción de lámparas eficientes reemplazando la totalidad de las bombillas incandescentes instaladas⁴⁸.

GRÁFICO VI.6
CURVAS DE CARGA (SEMANA 1) ANTES Y DESPUÉS (SEMANA 2) DE LA
INTRODUCCIÓN DE LÁMPARAS EFICIENTES



Fuente: Brugnani y Iribarne⁵⁰.

Estas expresiones se pueden generalizar para evaluar los resultados de los contextos en que se promueve la adopción de una nueva tecnología energética con potencia o capacidad diferente pero esencialmente con igual tiempo de utilización. Es razonable asumir que en las aplicaciones de iluminación, la introducción de un nuevo tipo de lámpara no altere la duración de su uso, aunque en algunos casos se ha observado una ampliación del período de uso.

En la mayor parte de los programas de promoción de eficiencia energética en iluminación identificados en América Latina y el Caribe la metodología empleada para evaluación de resultados no está disponible. Sin embargo, a partir de las informaciones suministradas en los documentos de esos programas, es posible verificar que dos parámetros básicos asociados a la introducción de lámparas eficientes: el ahorro anual energético por lámpara y el respectivo factor de carga, varían de modo significativo entre los países, como se presenta en el Cuadro VI.6. Para el caso de México, donde la sustitución de lámparas incandescentes alcanzó total de 13,7 millones, la cantidad de lámparas presentada en ese cuadro se refiere a un proyecto específico.

⁴⁸ UNAL, Caracterización técnica de las bombillas para uso de interiores que se comercializan en Colombia, Depto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2008.

CUADRO VI.6
DATOS BÁSICOS Y RESULTADOS DE PROGRAMAS DE INTRODUCCIÓN
DE LÁMPARAS EFICIENTES

País	Cantidad de lámparas (miles)	Energía ahorrada (GWh/año)	Capacidad ahorrada (MW)	Ahorro anual unitario (kWh/lámpara)	Factor de carga (%)	Referencia
Argentina	25 000	2 048	1 246	81,92	0,188	(a)
Bolivia (Est. Plur. de)	8 500	81	96	9,53	0,096	(b)
Brasil	191 500	9 151	3 369	47,8	0,310	(c)
Chile	3 000	225	205	75,0	0,125	(d)
Colombia	14 300	416	55	29,1	0,863	(e)
Costa Rica	1 500	12	30	8,0	0,046	(f)
Ecuador	6 000	365	250	38,7	0,167	(g)
Haití	2 400	334	86	139,2	0,443	(g)
Honduras	6 000	175	119	29,2	0,168	(h)
Jamaica	2 800	340	93	121,4	0,417	(g)
México	144	9,2	3,6	63,9	0,292	(i)
Perú	10 500	508	226	48,4	0,260	(j)
República Dominicana	10 000	354	200	35,4	0,202	(g)
Uruguay	1 600	102	-	63,9	-	(l)
Venezuela (Rep. Bol. de)	53 200	2 486	1 400	46,7	0,203	(m)

Fuente: (a) Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía, in CEPAL⁴⁹, (b) Programa de Sustitución de Bombillos Incandescentes por Ahorradores, in CEPAL⁴⁹, (c) PROCCEL, op.cit., (d) Programa Nacional de Recambio de Ampolletas, in CEPAL⁴⁹, (e) UPME⁵⁰, (f) Programa de Iluminarias Eficientes, in CEPAL⁴⁹, (g) de Buen, op.cit., (h) Proyecto Implementación de Lámparas Fluorescentes Compactas en el Sector Residencial, in CEPAL⁴⁹, (i) Programa de Lámparas Eficientes, in CEPAL⁴⁹, (j) Centeno y Romani, op.cit., (l) Blanco⁵¹, (m) Programa de Sustitución de Lámparas Incandescentes, in CEPAL⁴⁹.

Como ya fuera mencionado, los contextos en que se desarrollan los programas de iluminación eficiente no son idénticos y ciertamente las configuraciones de sustitución y las condiciones de utilización asumidas para las lámparas son las causas principales de los desvíos observados en el cuadro anterior. En este sentido, influye de modo relevante en las expectativas de ahorro la diferencia de potencias entre las lámparas incandescente y eficiente, conforme a lo ejemplificado en el Cuadro VI.7 abajo, y el tiempo de utilización a lo largo del año, que depende del contexto de uso. Para el caso de empleo residencial, el periodo diario de uso es generalmente alrededor de 3 horas, pero en aplicaciones comerciales e industriales, ese valor puede alcanzar casi 12 horas. Naturalmente que los factores de carga dependen directamente de la intensidad de uso y las diferencias presentadas en el cuadro anterior resultan principalmente de las distintas composiciones sectoriales en cada país. Además, en condiciones reales, los resultados de ahorro pueden ser diferentes a los valores estimados debido a que: a) no todos los que reciben las lámparas las utilizan, b) no siempre se reemplazan lámparas que tienen un nivel equivalente de lúmenes producidos y c) el número de hora de uso no es el mismo que el valor estimado en las proyecciones de ahorro.

⁴⁹ CEPAL, Situación y Perspectivas de la Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Documento lew280, Santiago de Chile, 2009.

⁵⁰ UPME, Consultoría para la Formulación Estratégica del Plan de Uso Racional de Energía y de Fuentes No Convencionales de Energía 2007 – 2025, Fundación Bariloche, Unidad de Planeación Minero-Energética, Bogotá, 2007.

⁵¹ Blanco, A., Eficiencia Energética en Uruguay, Reunión Regional Intergubernamental “Situación y Perspectivas de la eficiencia Energética en América Latina y el Caribe”, CEPAL, Santiago de Chile, Septiembre 2009.

CUADRO VI.7
AHORRO ENERGÉTICO ASOCIADO A USO DE LÁMPARAS EFICIENTES,
CONSIDERANDO 3 HORAS DIARIAS DE USO⁵²

Lámpara incandescente		Lámpara fluorescente compacta		Ahorro energético
Potencia (W)	Consumo (kWh/mes)	Potencia (W)	Consumo (kWh/mes)	
100	15,0	22	3,3	78,0%
75	11,3	20	3,0	73,3%
60	9,0	15	2,3	75,0%
50	7,5	13	2,0	74,0%
40	6,0	9	1,4	77,5%

Fuente: Fuente: Instituto Costarricense de Energía⁵⁵.

La adopción de lámparas, balastos y luminarias eficientes en iluminación pública, aplicación en la cual el tiempo de utilización es más largo y definido generalmente de forma más precisa, generalmente entre 12 y 13 horas diarias, permite obtener expresivos ahorros energéticos, muchas veces asociados a incrementos de calidad en el servicio público. En condiciones típicas, los sistemas convencionales con lámparas de vapor de mercurio de 250 W producen 5.850 lúmenes útiles (iluminación efectiva), pero con lámparas de vapor de sodio de 150 W en las mismas luminarias pueden producirse 6.525 lúmenes útiles y cambiando las luminarias, con lámparas de vapor de sodio de 100 W se obtienen 7.125 lúmenes útiles, o sea, una economía de 60% del consumo energético inicial con mejor servicio de iluminación. En un proyecto específico de recambio de lámparas de mercurio por nuevas de sodio en el municipio argentino de Olavarría se midió una operación anual de 4730 horas y se evaluó un ahorro en el consumo de energía eléctrica promedio de 710 kWh por lámpara sustituida⁵³. La calidad del mantenimiento también afecta el desempeño energético en los sistemas de iluminación pública, principalmente por las pérdidas de energía debidas a un mal funcionamiento de los sistemas automáticos de arranque. Un aspecto muy importante en los costos de sistemas de iluminación pública y en instalaciones comerciales e industriales es la vida útil de las lámparas, que afecta de forma relevante los costos de mantenimiento.

Además de los resultados netamente energéticos, se podrían evaluar los impactos de carácter ambiental asociados a la adopción de lámparas eficientes, especialmente en términos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, en este sentido se estimaron reducciones en las emisiones anuales de 1,05 kg de carbono por lámpara sustituida en Costa Rica, 5,18 kg de carbono por lámpara sustituida en Honduras y 2,36 kg de carbono por lámpara sustituida en Colombia, valores naturalmente dependientes de las fuentes primarias utilizadas en la producción de electricidad y de la posición de la capacidad desplazada en la curva de carga del respectivo sistema eléctrico. En la página WEB del programa uruguayo de eficiencia energética es posible estimar las emisiones de CO₂ resultantes de ahorros energéticos⁵⁴.

Finalmente, es oportuno observar que la difusión de lámparas eficientes y la sustitución incentivada de lámparas incandescentes son medidas de carácter tecnológico, que no excluyen otras medidas de racionalización energética como la utilización de la luz solar, la disposición adecuada de las lámparas, el uso de colores claros en las paredes y la adopción de hábitos correctos en el uso de la iluminación artificial. No obstante su relevancia, la estimación de los resultados de los programas que valoricen esos aspectos es, como ya se mencionó, poco consolidado y representa un desafío metodológico.

⁵² Área de Conservación de Energía del Instituto Costarricense de Energía, <http://www.grupoice.com/esp/cencon/gral/energ/consejos/ahorricelec4.htm>.

⁵³ "COOPELECTRIC puso en marcha el Plan de Uso Racional de Energía en Olavarría", Revista ADEERA, Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina, Buenos Aires, Mayo de 2008

⁵⁴ <http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/co2.htm>.

2. Evaluación de los impactos energéticos asociados al uso de refrigeradores eficientes

Los refrigeradores son responsables por alrededor de un tercio de la energía eléctrica consumida en hogares, adonde cumplen un importante rol en la mejora de la calidad de vida y la economía doméstica, permitiendo una adecuada conservación de los alimentos y la diversificación de la dieta. La evolución tecnológica, especialmente en los compresores frigoríficos, intercambiadores de calor y sistemas de aislamiento térmico ha permitido un creciente incremento de la eficiencia energética en refrigeradores y congeladores, permitiendo en las últimas dos décadas una reducción de casi la mitad en el consumo de energía eléctrica en esos equipos, para igual capacidad o volumen refrigerado. Este notable perfeccionamiento ha justificado en muchos países programas específicamente dedicados a introducción de equipos más eficientes en el sector doméstico.

Una medida que ha sido bastante utilizada en América Latina es el etiquetado de los refrigeradores, destacando la eficiencia y el consumo de cada equipo, suministrando información a los consumidores y orientando en el momento de adquisición⁵⁵. Además, en algunos países, como Brasil, Cuba e México, se desarrollan programas de sustitución de heladeras con muchos años de uso y bajo desempeño energético. Cabe observar que esos programas sustituyen refrigeradores antes del término de su vida útil, lo que implica necesariamente un procedimiento de descarte monitoreado de los equipos usados. Así, es interesante estimar con suficiente consistencia la contribución energética asociada a esos equipos, en condiciones reales de utilización. En este sentido cabe constatar que, de modo nítidamente diferente de las lámparas, los refrigeradores no presentan claramente definida su potencia eléctrica ni la duración del tiempo en que consumen energía. Otra diferencia importante es la vida útil comparativamente más larga, imponiendo que tomen en cuenta los impactos a lo largo de los años de uso.

De hecho, no es una tarea sencilla estimar el consumo real de electricidad en los refrigeradores, que depende de los modelos (capacidad, eficiencia nominal), de las condiciones de uso, de la inevitable degradación que ocurre en el desempeño de esos equipos durante su vida útil y particularmente de la temperatura ambiente adonde el refrigerador está operando. En general los ensayos de refrigeradores (y los datos presentados en las etiquetas) se refieren a una temperatura ambiente de 32° C, condición que puede ser bastante diferente del promedio local, con temperaturas más altas implicando en consumos proporcionalmente más elevados.

Así, para evaluar el impacto energético resultante de la introducción de refrigeradores más eficientes en un determinado mercado, los pasos requeridos pueden ser⁵⁶:

1. Definir en el mercado las regiones suficientemente homogéneas desde el punto de vista de la temperatura ambiente, en la cual se pueda considerar que los refrigeradores operan de forma similar. Naturalmente que las variaciones son causas de desvíos en las estimaciones, pero son inevitables y deben ser toleradas en límites razonables.
2. Caracterizar el parque de equipos, en términos de número, capacidad y tiempo de uso, que algunas veces impone encuestas y levantamientos de campo, para conocer bien el mercado que deberá incorporar los equipos más eficientes. En el caso que estén disponibles series históricas de datos de ventas, deseablemente desagregados por modelos, y conocida la vida útil media de los refrigeradores, puede desarrollarse un modelo de evolución del parque de equipos, como el que se presenta en la expresión siguiente.

⁵⁵ Según ADEME, el etiquetado de refrigeradores es adoptado en 9 países latinoamericanos, siendo una de medidas de promoción de eficiencia energética más difundidas en la región.

⁵⁶ Cardoso, R. B. ; Nogueira, L. A. H. . Estimativa do consumo de energia elétrica em refrigeradores no setor residencial brasileiro, Revista Brasileira de Energia, v. 13, p. 55-67, 2007.

$$Parque_{año n} = \sum_{j=año n - vida\ útil}^{año n} Ventas_j - Descarte_{año n} \quad (1)$$

Obsérvese que el descarte en un año cualquiera es asumido como la fracción del parque de equipos que cumple en ese año su vida útil. La vida útil puede ser estimada a partir de datos censales sobre el stock de refrigeradores en los hogares de la región en análisis. En diversos estudios realizados en Brasil se ha adoptado para refrigeradores una vida de 16 años.

- Definir refrigeradores tipos, esencialmente caracterizando el consumo energético anual (consumo unitario) bajo condiciones normalizadas para un equipo convencional y el equipo más eficiente considerado. Esa simplificación es importante pues los modelos disponibles son muy numerosos, pero efectivamente los modelos más difundidos no son tan diversificados, en general siendo más frecuentes y representativos los equipos de una puerta y capacidad media de unos 300 litros. Los refrigeradores tipo pueden ser modelos reales de mercado o resultar de promedios ponderados a partir de la composición existente en el parque consumidor.
- Ajustar el consumo normalizado (obtenido en los ensayos) de los refrigeradores tipo para la temperatura local, utilizando la expresión abajo, que considera una temperatura interna de 5°C y la conservación del cociente (carga térmica/coeficiente de performance).

$$Consumo\ unitario_{ajustado} = Consumo\ unitario_{normalizado} \left(\frac{T_{ambiente} [°C] - 5}{27} \right) \quad (2)$$

Este ajuste puede ser importante, pues en temperaturas ambiente de 25°C, el consumo de los refrigeradores debe ser aproximadamente 75% del valor normalizado. Estos consumos se refieren a equipos nuevos.

- Considerar el efecto de la degradación de la eficiencia para los equipos usados. Debido a la pérdida de rendimiento del compresor y reducción de la efectividad del sellado de la puerta y del aislamiento, de acuerdo con los fabricantes, a partir de los cinco años de uso, los refrigeradores empiezan a reducir su eficiencia, implicando un consumo energético 20% y 60% más elevado, respectivamente para 10 y 16 años de uso, en comparación a los equipos nuevos. Este efecto puede ser distribuido linealmente en los periodos de uso.
- A partir de los consumos ajustados por la temperatura local y por el tiempo de uso, y de la composición del parque de refrigeradores, puede ser estimado el consumo de energía eléctrica para todo el parque, utilizando las expresiones siguientes. El Gráfico 1 abajo sintetiza este procedimiento.

$$Consumo\ parque_{año n} = \sum_{j=(año n - vida\ útil)}^{año n} (Consumo\ unitario_{ajustado} * Número\ de\ equipos)_j \quad (3)$$

Esta expresión puede ser aplicada a diferentes escenarios, caracterizados por los consumos unitarios asumidos para los refrigeradores. Así, la condición de referencia o línea de base podría ser referida a los refrigeradores convencionales, mientras el escenario mejorado naturalmente correspondería a los refrigeradores eficientes. Es posible aun establecer un escenario intermedio o real, considerando un parque de

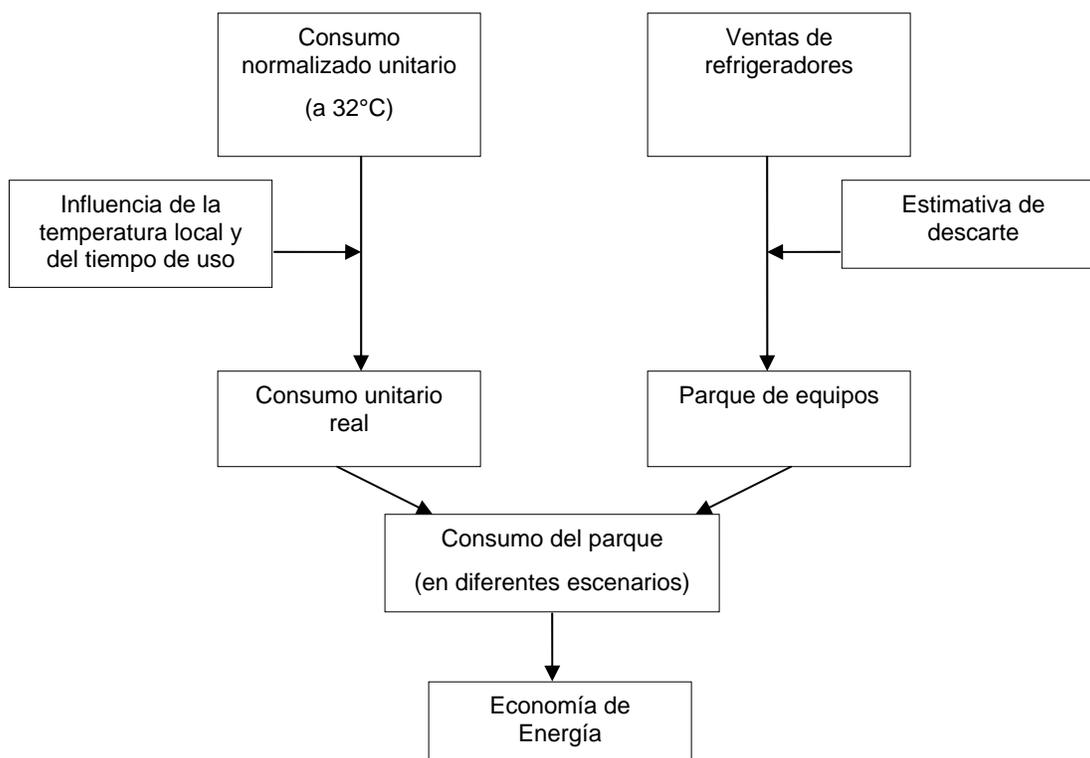
refrigeradores con una penetración parcial de los equipos eficientes. Los valores de ahorro de energía realizado y todavía disponible serían por lo tanto:

$$Ahorro_{realizado} = Consumo\ parque_{Refrig.\ convencionales} - Consumo\ parque_{Real} \quad (4)$$

$$Ahorro_{disponible} = Consumo\ parque_{Real} - Consumo\ parque_{100\% Refrigeradores\ eficientes} \quad (5)$$

y las correspondientes reducciones de demanda de capacidad, análogamente a las lámparas, pueden ser estimadas con base a un factor de utilización.

GRÁFICO VI.7
ESQUEMA DEL MÉTODO PARA ESTIMACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO ASOCIADO A INTRODUCCIÓN DE REFRIGERADORES EFICIENTES

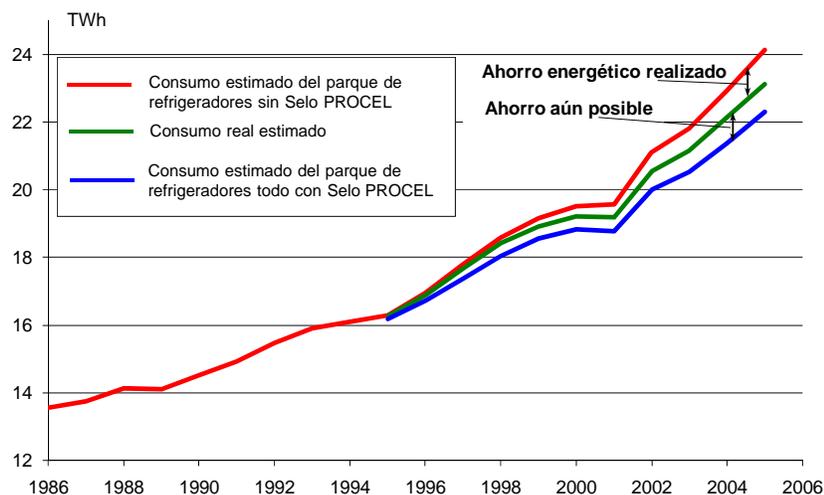


Fuente: Elaboración propia.

Desde 2006 esa metodología es aplicada regularmente para evaluar los impactos del programa de etiquetado de refrigeradores y congeladores en Brasil, asumiendo como línea de base la eficiencia promedio de los equipos menos eficientes y como refrigeradores más eficientes, los equipos de clase A en la etiqueta, que reciben una estampilla adicional de calidad energética (Selo PROCEL). En el Gráfico VI.8 es presentada las estimativas para las curvas de consumo del parque de refrigeradores en Brasil. Estimase que en el año 2006 existían cerca de 49 millones de refrigeradores en el país, con una entrada anual superior a 4 millones de nuevas unidades, de la cuales aproximadamente la mitad son

productos de clase más alta de eficiencia. Considerando valores para 2008, fueran entregados al mercado 4,82 millones de nuevos refrigeradores (55% con el Selo PROCEL, o sea, los más eficientes), el ahorro de energía fue estimado en 1.058 GWh (incorporando el efecto de los refrigeradores más eficientes vendidos en los años anteriores), significando una reducción de demanda de capacidad de 151 MW, estimada para un factor de utilización de 1,25 en el horario de punta. Agregando los congeladores, evaluados de modo similar, la economía total de energía es estimada en 1.556 GWh, con 222 MW economizados⁵⁷. Los resultados favorables de la introducción de refrigeradores eficientes estimularon al gobierno brasileño a lanzar un programa de sustitución de equipos de familias de bajos ingresos, con una meta global de reemplazar 10 millones de unidades con más de 10 años de uso en un plazo total de diez años.

GRÁFICOVI.8
CURVAS DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS REFRIGERADORES EN BRASIL,
PARA DIFERENTES ESCENARIOS DE FORMACIÓN DEL MERCADO



Fuente: PROCEL⁶⁰.

En México se ha evaluado los beneficios energéticos resultantes de la introducción de refrigeradores eficientes de modo más agregado. Para el periodo entre 1995 y 2005, se estima que unos 16 millones de refrigeradores domésticos fueran vendidos en México. Asumiendo que en 2005 todas estas unidades estaban aún en funcionamiento, y estimando que en promedio se ahorran entre unos 250 y 450 kWh al año por refrigerador como consecuencia de las medidas de incremento de eficiencia, el ahorro de total de energía eléctrica en esos once años alcanzaría 29.290 GWh, con una reducción resultante de capacidad estimada en 1.507 MW, que se informa fue calculada asumiendo un factor de carga del 40% y un factor de coincidencia pico de 68%⁵⁸. Esos resultados asumen una penetración de las tecnologías eficientes a 100%, lo que probablemente deba ser considerado una hipótesis optimista.

⁵⁷ PROCEL, Resultados do PROCEL 2008, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, Rio de Janeiro, 2009.

⁵⁸ Sanchez R., I., Pulido, H.A.C., McNeil, M., Turiel, I., Cava, M., Assessment of the Impacts of Standards and Labeling Programs in Mexico (four products), Instituto de Investigaciones Eléctricas, Cuernavaca, 2006.

En Cuba se informa que en los últimos años fueron sustituidos más de 2,5 millones de refrigeradores antiguos por modelos más eficientes, significando un 96% del mercado existente, pero no fueron divulgadas estimaciones de los impactos energéticos⁵⁹.

Particularmente con relación a introducción de refrigeradores eficientes es interesante para la región el desarrollo de normas técnicas convergentes y siempre que posible comunes, que permitan racionalizar los costos de ensayos de certificación de desempeño energético, imprescindibles para promover de forma adecuada los mejores productos. En este sentido iniciativas en el ámbito de instituciones como Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y la Asociación Mercosur de Normalización (AMN) deben ser valorizadas.

⁵⁹ Gonzalez, R., La eficiencia energética en Cuba: resultados y perspectivas, Reunión Regional Intergubernamental “Situación y Perspectivas de la eficiencia Energética en América Latina y el Caribe”, CEPAL, Santiago de Chile, Septiembre 2009.

VII. Puntos a observar en la evaluación y en la fijación de metas para programas de eficiencia energética

A. Comparabilidad de los indicadores de eficiencia energética

Como se ha mencionado, los indicadores deben permitir la comparación de contextos, sea en escala temporal, indicando los cambios que ocurren en un mismo sector o país, sea en escala espacial, permitiendo evaluar el nivel de avance de diferentes programas de eficiencia energética y los respectivos resultados de forma comparativa. Tal requisito de comparabilidad impone atención a los posibles desvíos y efectos distorsionadores, asimismo a los efectos de escala de los sistemas energéticos. Con relación a este punto, la adopción de indicadores específicos, referidos a los consumos (o eventualmente a los ahorros) energéticos mejora la comparabilidad de los indicadores, pero no elimina las diferencias de fondo que se deben tener en cuenta, cautela ya recomendada para el caso de los indicadores agregados o intensidades energéticas.

Aunque puede observarse cierta convergencia en las acciones o medidas de política en los países de la Región, existen muchas diferencias, que revelan que realmente no hay una medida modelo o una mezcla de medidas única, que pueda ser considerada como la más efectiva en todas las circunstancias. Los precios de la energía y los impuestos, el grado de desarrollo del mercado para artefactos eficientes desde el punto de vista energético y el nivel de integración entre la política de eficiencia energética y otras políticas sectoriales (transporte, servicios, edificios, etc.) son los factores principales detrás de estas diferencias. También influyen las diferencias más generales en las circunstancias de los países, tales como la demografía (edad de la población, tamaño de los hogares, tasa de crecimiento del stock de viviendas), el clima, el nivel del desarrollo económico y la estructura de las actividades económicas, el grado de descentralización de la administración pública y, finalmente, las estrategias de los productores y distribuidores de energía.

Todos estos factores explican por qué deben adoptarse diferentes grupos de medidas en los distintos países, y por qué, en el mismo país, se deben diseñar nuevas medidas y nuevas combinaciones de medidas para acompañar la evolución de los mercados. Aunque existen muchas diferencias en la implementación de medidas entre los países, la coordinación de las políticas es crecientemente relevante y considerada.

El análisis de los indicadores de eficiencia energética, referidos a parámetros físicos tales como consumos específicos, ha demostrado que los resultados más importantes en cuanto al avance de la eficiencia energética generalmente se alcanzan en el sector industrial. En principio, este sector es el más sensible a las fuerzas del mercado, pero cabe reconocer que son necesarias políticas públicas para superar los obstáculos al pleno funcionamiento del mercado. Así, el sector industrial ha sido el blanco de múltiples tipos de medidas, que van desde los incentivos financieros y económicos hasta variadas regulaciones (ej. administradores de energía obligatorios, informe obligatorio del consumo energético, auditorías obligatorias) y, más recientemente, hasta acuerdos voluntarios o negociados.

Por otra parte, el transporte de pasajeros y los hogares registran proporcionalmente logros menores, dado que los mayores ingresos y el cambio en el estilo de vida han compensado parte de las ganancias técnicas en la eficiencia energética. Además, como visto en los capítulos anteriores, el sector de transporte es poco conocido en términos de sus niveles de eficiencia energética y por lo tanto, los potenciales de ahorro, que pueden incluir acciones amplias involucrando políticas de transporte o de desarrollo urbano. Este aspecto explica por qué la priorización de las acciones de fomento a la eficiencia energética no acompaña necesariamente a los potenciales apuntados en los estudios preliminares.

Con referencia al momento en que se desarrolla la evaluación, en relación al tiempo de ejecución de la actividad evaluada, la implementación y evaluación de las medidas de política de eficiencia energética enfrentan dos tipos de desafíos:

- Evaluar anticipadamente (o ex-ante) el alcance de una medida y particularmente valorar de forma consistente su relación costo/beneficio requiere una estimación sólida de su posible impacto sobre el consumo de energía, que en gran medida depende de otras medidas tomadas al mismo tiempo; o sea, evaluar el impacto separado de una acción es más difícil que evaluar el resultado de acciones combinadas. Además, corresponde estimar bien los costos que aún deberán concretarse, muchas veces con niveles altos de incertidumbre.
- De manera similar, evaluar posteriormente (o ex-post) el verdadero impacto de una medida específica en relación a su costo de implementación es casi imposible si se han tomado simultáneamente otras medidas, debido a las interacciones entre ellas y el gran riesgo de contabilizar dos veces los impactos. La interacción entre las medidas puede dividirse en cuatro categorías:
 1. Interacciones en cuanto a aceptabilidad social y económica y costos de implementación y transacción relacionados;
 2. Sinergias contra inconvenientes entre las medidas que se refuerzan mutuamente o crean un conflicto (superposición de subsidios y reducción impositiva, por ejemplo);
 3. Interacciones que afectan los costos totales a los consumidores;
 4. Interacciones que afectan el logro del objetivo de eficiencia energética.

B. Desvíos observados en la evaluación de actividades de eficiencia energética

Como apuntado a lo largo de este documento, en las evaluaciones de las acciones en eficiencia energética, diferentes efectos tienden a distorsionar los resultados y hacen algunas veces aun más problemática la determinación de los resultados netos de esas acciones. En esa sección se trata de presentar de forma estructurada las causas de desvíos en los estudios de impactos, principalmente energéticos, de las medidas de fomento a la eficiencia energética, que pueden ser:

- a) Efecto “*free rider*”: sucede cuando usuarios adoptan medidas de incremento de eficiencia energética, independientemente de actividades de fomento a esa mejora. Por ejemplo, empresas de buses, foco usual de medidas de economía de combustible, pueden estar interesadas u obligadas a reducir las emisiones de sus vehículos, lo que podrá traer reducciones de consumo. Este efecto es común y aceptable en algún grado, existiendo medidas de fomento a la eficiencia energética, como la distribución de lámparas eficientes, que son más proclives a incorporar free-riders, situación que tiende a exagerar los efectivos resultados de esas medidas. En algunas situaciones la existencia de otros interesados, aprovechando de las medidas de fomento a la eficiencia energética puede ampliar los resultados y beneficios energéticos, con todo sin justificativas económicas⁶⁰.
- b) Efecto “*spill-over*”: ocurre cuando agentes o consumidores no enfocados por la actividad se motivan y promueven medidas de uso racional de energía. Este podría ser el caso de hoteles que pasan a adoptar colectores solares para calentamiento de agua luego de verificar que hospitales, objeto de programas de reducción de consumo de energía eléctrica, los han adoptado con éxito. Ese efecto señala un cambio deseable en el mercado, pero reduce la correcta percepción de los resultados de una actividad, casos existentes y no considerados.
- c) Efecto “*rebound*”: ocurre cuando un consumidor logra ahorrar energía como resultado de una acción planificada en este sentido, pero no mantiene las prácticas eficientes y vuelve al nivel anterior de consumo energético. Ello ocurre muchas veces en el caso de cambios conductuales, que dependiendo del nivel de concientización alcanzado pueden no permanecer. Normas y reglamentos tienden a reducir este efecto.
- d) Efecto “*leakage*”: pasa cuando un consumidor logra ahorrar energía como resultado de una acción planificada en este sentido, pero amplía su demanda en otros equipos o puntos de consumo energético.

Naturalmente que los dos últimos efectos disminuyen los reales resultados de las medidas de incremento de la eficiencia energética, pero pueden ser mantenidos en bajo nivel. Además de esos efectos, la evolución de la demanda energética resulta afectada también por diversos factores, tales como precios absolutos y relativos, cambios del nivel de actividad, estructura de las actividades económicas, oferta de alternativas energéticas, entre otros.

Desentrañar el efecto de las medidas de fomento de eficiencia energética de los factores que influyen y distorsionan la demanda energética es realmente una tarea compleja, en la cual se impone conocer el sector energético en sus diversas dimensiones.

C. Estimación del impacto en la demanda de capacidad

Si la evaluación del ahorro energético puede ser realizada en base a hipótesis de reducción de la potencia y tiempo de uso de los equipos, como fuera presentado para lámparas, o según modelos más complejos, como los requeridos para los refrigeradores domésticos, la estimación del impacto de las medidas de eficiencia energética sobre la demanda de capacidad es naturalmente más difícil. Este tema es de particular interés para el sector eléctrico, adonde es importante conocer con suficiente consistencia cómo el incremento de la eficiencia puede racionalizar el uso de la capacidad instalada y reducir las inversiones en los sistemas de generación, transmisión y distribución.

Las dos principales dificultades enfrentadas para estimar el impacto en la capacidad son: a) la diversidad de los periodos de operación, o sea, los equipos no operan todos ellos necesariamente de

⁶⁰ Este efecto es muy complejo de medir. Sin embargo, es posible que medidas transversales, por ejemplo de difusión, capacitación u otras, generen conciencia en los usuarios respecto de la conveniencia de la medida y que sin necesitarlo, ya que la decisión la tomarán de todas maneras, aprovechen subsidios o beneficios tributarios.

un modo simultáneo, y b) la posición de la demanda ahorrada en la curva de carga del sistema eléctrico. Así, los impactos dependen del uso y de los contextos considerados. Adicionalmente, el nivel de agregación considerado también influye, siendo diferente el efecto de la adopción de equipos eficientes en un grupo de hogares sobre el transformador eléctrico que atiende a este grupo de consumidores o sobre el transformador alimentador en la subestación distribuidora de la zona. En pocas palabras, los impactos en términos energéticos son aditivos, pueden ser sumados, y los impactos sobre la potencia presentan carácter estadístico e imponen un conocimiento más detallado de los sistemas involucrados.

Para modelar el efecto de la diversidad de los periodos de operación de las cargas es usual la utilización del factor de coincidencia, definido para un grupo de consumidores como:

$$\text{Factor de coincidencia} = \frac{\text{Demanda máxima de un grupo}}{\sum \text{Demandas máximas individuales}} \quad (7.1)$$

Como las demandas generalmente no son simultáneas, este factor debe ser menor que uno. Algunas veces se utiliza el factor de diversidad, el recíproco del factor de coincidencia, que por lo tanto debe ser típicamente superior a la unidad. Por ejemplo, para sistemas de iluminación, al nivel de transformador de distribución, el factor de coincidencia podría estar entre 0,65 y 0,90, mientras que en transformadores alimentadores de las redes de distribución este factor estaría entre 0,50 y 0,65. Naturalmente que el alumbrado público constituye un caso especial, debido a la elevada simultaneidad de las cargas, resultando un factor de coincidencia unitario.

Es interesante ver como es posible estimar el factor de coincidencia. Para cargas modeladas como variables aleatorias independientes y discretas, la estadística brinda una relación teórica entre la duración relativa de uso y la simultaneidad, punto de partida para la clásica fórmula de Bary⁶¹, que presenta el factor de coincidencia como función del factor de carga (relación entre la demanda media y la demanda máxima). De acuerdo con observaciones en campo, se constató que: a) grupos de consumidores homogéneos tienden a presentar factores de coincidencia más elevados, b) en general, altos factores de carga implican elevados factores de coincidencia, pero para bajos factores de carga, el factor de coincidencia se incrementa más rápidamente con el aumento del factor de carga y c) para factores de carga medios (en el rango de 30 a 70%), el factor de coincidencia más observado fue 84%.

Una de las representaciones de la fórmula de Bary se presenta a continuación, con un coeficiente de ajuste (α) a ser determinado con base en datos reales⁶²:

$$\text{Factor de coincidencia} = 1 - e^{-\alpha FC} \quad (7.2)$$

Para estudios realizados en los EUA los valores del coeficiente de ajuste en esa expresión se situaron entre 2,8 a 3,4.

Por supuesto que el factor de coincidencia depende de muchos aspectos, como tipo de carga (alumbrado, aire acondicionado, motores, etc.), tipo de consumidor (hogar, rural, industria, etc.) clima, día y periodo del año. Una evaluación detallada de las condiciones de consumo de energía eléctrica en una ciudad de la Amazonia brasileña permitió determinar factores de coincidencia para diferentes usos finales, considerando el tipo de consumidor e indicando que el nivel de ingreso afecta la simultaneidad del uso de energía, sin explicar las posibles razones para este comportamiento⁶³.

⁶¹ Bary, C.W., Coincidence factor relationships of electrical service load characteristics, AIEE Trans. Vol 64 - September 1945.

⁶² PEPC, An Application of Bary Curves to Develop Coincident Demands, AEIC Load Research Conference, 2004.

⁶³ IEE, Estudo de usos finais de energia elétrica e de avaliação do sistema elétrico de Boa Vista, Relatório Final, São Paulo, disponible en http://energia.iee.usp.br/material_aula/Seminarios/Alessandro%20Barghini%2027-07-2007/pesquisa.PDF, consultado em diciembre de 2009.

Finalmente, un aspecto importante a tomar en cuenta en el empleo del factor de coincidencia para estimar el impacto de las medidas de eficiencia energética sobre los requerimientos de potencia eléctrica del sistema es la posición de la demanda considerada en la curva de carga del sistema, o sea, el efectivo resultado sobre la utilización de la capacidad del sistema eléctrico, sea a nivel de distribución o de generación. En este sentido, es necesario conocer en qué horario ocurre la reducción de demanda y confirmar su simultaneidad con la punta del sistema, así como verificar si esta situación es suficientemente permanente para liberar capacidad para otros fines. Un indicador que se puede emplear con este propósito es el coeficiente de impacto en la punta, medido generalmente al nivel del transformador alimentador, de formato similar al factor de coincidencia, pero relacionando las sumas de las demandas evitadas con la reducción efectiva sobre la curva de carga. Relevamientos en los EUA indican que para refrigeradores y equipos de aire acondicionado este coeficiente valdría aproximadamente 0,86 y 0,15, naturalmente dependiendo del clima local y perfil del mercado de energía considerado⁶⁴. Una amplia revisión de estudios recientes de impactos de medidas de eficiencia energética sobre la demanda de capacidad en empresas de distribución en los EUA fue presentada por York y colaboradores⁶⁵.

D. Línea de base para la evaluación de programas de eficiencia energética

Definir una línea de base es establecer valores de referencia en el tiempo, para una variable o para un indicador, contra los cuales se compararán los valores ocurridos con el objeto de cuantificar y evaluar los impactos de las medidas de eficiencia energética sobre el consumo de energía, así como dar seguimiento a la evolución de los resultados. Un punto de la línea de base para eficiencia energética es, entonces, ese valor de referencia de consumo de energía que hubiera ocurrido en ausencia de las actividades de eficiencia energética.

De una manera general, la línea base puede ser considerada como empezando al comienzo del programa donde coincide con la línea de consumos afectados por las políticas de eficiencia energética y eventualmente presentando un término que coincide con el horizonte del programa o plan de acción de eficiencia energética, pero puede ser extendida en estudios de la permanencia de las medidas. Aunque las líneas de base puedan servir para proyecciones y análisis de impactos en el futuro, su empleo más frecuente es en la estimación de resultados alcanzados, realizados en el ámbito de programas de eficiencia energética.

Es fundamental, para que el impacto de las acciones sea adecuadamente evaluado, identificar de forma clara y lo más precisa posible: a) el consumo energético que hubiese ocurrido en el caso de no haberse realizado la actividad, b) el consumo energético real, bajo las consecuencias de la actividad y c) el consumo energético que podría ser observado en el caso que la actividad alcanzara la plena realización de sus objetivos. Ello implica conocer claramente los contextos original, actual y deseable.

Una línea de base tiene distintos niveles de agregación. En primer lugar, debe definirse el nivel de detalle con el que se registran o registrarán los consumos de las distintas fuentes energéticas: uso, estrato (módulo homogéneo), región, subsector o sector. En el sector transporte, debe considerarse si se discriminarán los consumos por modo, por pasajeros o carga, y por tipo de vehículo. Para cada uno de los grupos de consumidores así definidos se obtendrá una línea de base de su consumo de cada fuente energética. Luego, por sumatoria, se obtendrán las líneas de base subsectoriales, sectoriales y total del país. Obviamente que el nivel de desagregación a utilizar para

⁶⁴ US DOE, Technical Support Document: Energy Conservation Standards for Consumer Products: Refrigerators, Furnaces, and Television Sets. U.S. Department of Energy, Conservation and Renewable Energy, Building Equipment Division. DOE/CE-0239, 1988.

⁶⁵ York, D., Kushler, M., Witte, P., Estimating Peak Demand Impacts of Energy Efficiency Programs: A National Review of Practices and Experience, International Energy Program Evaluation Conference, IEPEC, Chicago, 2007.

calcular la línea de base debe ser exactamente el mismo utilizado para definir los indicadores de intensidad como los propuestos en el Cuadro IV.1.

Se consideran dos métodos para calcular los consumos de energía hipotéticos de la línea de base: a) por ajustes de los consumos de energía debido a las causas distintas a la eficiencia energética; y, b) por estimación de los impactos de las actividades de eficiencia energética.

El método de cálculo por ajustes consiste en obtener el consumo hipotético, sin medidas de eficiencia, partiendo del consumo de energía registrado en el año bajo análisis y aplicando sobre dicho valor los siguientes ajustes:

1. Por temperatura: Si es que se dispone de, o se pueden estimar, los consumos en calefacción y calentamiento de agua de los sectores residencial y comercial, servicios y público.
2. Por nivel de actividad: Para los sectores industrial; comercial, servicios y público; y, transporte; calcular el consumo de energía de cada sub-sector con los niveles de actividad (toneladas, valor agregado, pas-km o ton-km) del año en análisis y la misma intensidad energética o consumo específico del año inicial o de referencia.
3. Por capacidad ociosa: Para el sector industrial.
4. Ingreso de las familias: Para el sector residencial, adoptando un valor de la elasticidad ingreso del consumo de energía.
5. Sustitución entre fuentes: Para el sector residencial y, en los países en que el consumo de leña resultara significativo o la electricidad compita en los usos calóricos, en el sector comercial, servicios y público. Adoptando rendimientos medios de los artefactos, según la fuente energética, se pueden estimar las disminuciones o aumentos del consumo de energía neta debido a las sustituciones entre fuentes⁶⁶.

En el segundo método, por medición de los impactos de las medidas de eficiencia, para obtener el consumo hipotético (sin medidas de eficiencia) en el año bajo análisis hay que sumar a los consumos ocurridos los ahorros de energía por las medidas de eficiencia y calculados para obtener los indicadores de resultados IR7 e IR8 (ver Cuadro VI.3).

En ambos métodos se requiere una alta calidad de la información energética y socioeconómica. El método de los ajustes puede ser más impreciso, pero tiene la ventaja de considerar los ahorros debido a cambios en los hábitos de los consumidores. El método de estimación de los ahorros debido a las medidas implementadas es factible si se genera la información correspondiente, debería ser más preciso, se pueden obtener los ahorros por fuente energética, y tiene el inconveniente de una difícil cuantificación de los ahorros por cambio de hábitos. Finalmente, se recomienda, dentro de lo posible, aplicar ambos métodos y de la comparación entre los resultados surgirá, seguramente, un mayor conocimiento del sistema energético bajo estudio.

Otro aspecto importante en la definición de las líneas de base se refiere a posibilidad de incorporar reducciones de consumo y incrementos de eficiencia debido al desarrollo tecnológico que progresivamente promueve perfeccionamientos en los equipos y procesos, independientemente de las eventuales acciones para lograr estos objetivos. En ese sentido se debe reiterar que la adopción de líneas de base dinámicas y ajustables con los cambios de la realidad impone un seguimiento cuidadoso de las condiciones del mercado. Naturalmente que eso es deseable, pero añade un poco más de complejidad en el modelo de estimación de impactos de los programas de eficiencia energética. El punto clave a tener en cuenta, frente a las diversas posibilidades de definición de las líneas de base, es la presentación clara de la metodología considerada, con los supuestos y condicionantes adoptados, de manera que permita el entendimiento inequívoco del significado de los ahorros determinados por su utilización.

⁶⁶ La sustitución entre fuentes se da en forma creciente en la industria, debido a la electrificación de procesos, por razones de control o para impedir contaminación del producto en elaboración o por exigencias de la política ambiental que históricamente utilizaban combustibles fósiles.

En los ejemplos de evaluación de impactos energéticos presentados en el capítulo anterior, las líneas de base fueron definidas de manera diferente. En el primer caso, para la determinación del impacto energético de lámparas eficientes, la línea de base fue establecida asumiendo que permanezcan las condiciones de consumo (intensidad de uso) y sean utilizados equipos convencionales (lámparas incandescentes), mientras en la evaluación del impacto de los refrigeradores eficientes, en el caso brasileño se adoptó para los equipos de la línea de base el promedio de los equipos menos eficientes (no etiquetados) disponibles en cada año en el mercado y en el caso mexicano se asumió una reducción fija de consumo energético debido al empleo de los refrigeradores eficientes.

E. Fijación de metas en programas de eficiencia energética

Cada vez más se considera oportuna y relevante la fijación de metas en los programas de eficiencia energética. Al plantear un objetivo cuantitativo se pone en evidencia los potenciales de ahorro y los beneficios en su desarrollo, asimismo se motiva los profesionales involucrados y permite definir los recursos necesarios y identificar mejor las limitaciones y obstáculos a superar. Sin embargo, la fijación de metas para los resultados de las actividades de fomento a la eficiencia energética, en valores de energía y cuando posible en potencia, con cronogramas y responsabilidades definidas, depende de una clara definición de las condiciones de referencia, comentadas en los tópicos sobre línea de base, y del reconocimiento de las posibilidades reales de implementación de las medidas de racionalización del uso de energía. La fijación de metas sin el adecuado y previo estudio de las potencialidades y restricciones puede generar fracasos indeseables y descrédito entre los agentes del sector energético y los consumidores.

Las metas de los programas de eficiencia energética pueden ser esencialmente de tres tipos⁶⁷:

1. Reducción de la intensidad energética: que puede ser alcanzada mediante medidas clásicas de ahorro de energía o cambios en la estructura productiva, sea reduciendo la participación de las ramas intensivas en energía, sea transfiriendo a otros sitios procesos intensivos en energía.
2. Ahorros de energía: representan economías efectivas de energía primaria, obtenidas mediante la adopción de tecnologías más eficientes o padrones de uso más racionales. Obsérvese que la utilización de energía renovable, por ejemplo, colectores solares térmicos sustituyendo calefones a gas, no representa un ahorro de energía en términos generales, pero la reducción del uso de una fuente fósil.
3. Economía de capacidad o de la potencia instalada: alcanzable mediante el uso racional de las instalaciones energéticas, cortando puntas y ocupando valles en las curvas de carga, no configuran necesariamente un ahorro de energía, pero son deseables y mejoran la sustentabilidad de los sistemas energéticos.

Desde el punto de vista de su implementación, las metas pueden ser indicativas, si manifiestan una intención y auxilian a dimensionar los objetivos, o pueden ser obligatorias, condición en que pasan a representar objetivos concretos, eventualmente sujetos a penalidades y sanciones en casos de incumplimiento. Entre otras variantes posibles en su definición, las metas de ahorro de energía pueden estar asociadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, o al incremento de la participación de las energías renovables en la matriz energética de un país o de un mercado particular. Estas metas pueden además ser establecidas en bases nacionales o regionales, para energía de una forma general o para un vector energético en particular y pueden aún ser definidas para todo el mercado energético o para un sector o subsector en particular. Naturalmente que metas más definidas son mejores que metas genéricas, ya que permiten enfocar mejor las acciones.

⁶⁷ Bosseboeuf, D., Energy efficiency target setting: experience at World, European and French levels, II Latin American and the Caribbean Energy Efficiency Seminar-FIER, La Habana, 2009.

Cualquier que sea la concepción adoptada, es muy importante tener claro que la meta de un programa de eficiencia energética no debe ser el resultado solamente de un análisis técnico-económico aséptico y sin intervención de los consumidores. Al revés, y además de la necesaria consistencia técnica en su determinación, las metas solo tienen sentido cuando resultan de un proceso político de consulta y endosos recíprocos con todos los interesados, involucrando el Estado como agente promotor y responsable y los consumidores como agentes centrales y principales beneficiarios del ahorro de energía. Exactamente por exigir ese nivel de compromiso, es recomendable transparentar la metodología adoptada para la fijación de la meta y su monitoreo, de manera a que todos los involucrados conozcan y validen el proceso de evaluación a ser realizado.

Aunque las metas deben ser fijadas en base a estudios previos, para que sean bien fundamentadas, cabe reconocer que ellas deben ser consideradas de forma dinámica, o sea, en función de los avances, dificultades, cambios del mercado y desarrollo tecnológico, luego resulta conveniente revisar los objetivos y ajustarlos en función de los nuevos elementos de la realidad.

Según un estudio realizado en 2007 por el *World Energy Council*, WEC, y la *Agence Française pour le Maitrise de l'Énergie*, ADEME, evaluando las políticas de fomento a la eficiencia energética en 76 países, aproximadamente la mitad de esos países presenta alguna meta cuantitativa para los programas nacionales, lo que impone informes periódicos y monitoreo de resultados. En los 9 países latinoamericanos evaluados solamente uno de los países adoptaba metas de incremento de eficiencia energética. Entre los países que presentan metas, la opción más frecuente es definir una tasa porcentual anual de incremento de la eficiencia energética o de reducción de pérdidas de energía, pero en menor grado son también adoptadas metas basadas en niveles absolutos de ahorro energético (en Tep, GWh, etc.), en tasas porcentuales de reducción de la intensidad energética, en tasas de reducción del consumo de energía y en reducción de la elasticidad energía/renta. Particularmente para los países de la Unión Europea, las metas fueron fijadas en base a promedios quinquenales del consumo de energía, a partir de los cuales se estimó una meta de ahorro de 9%, proyectada para ser alcanzada en un plazo de 9 años⁶⁸.

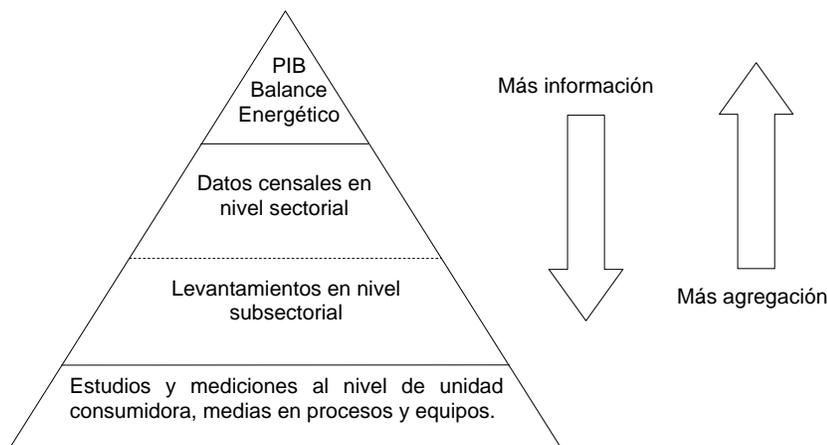
Tan importante como el establecimiento de metas es la definición clara de sistemas monitoreo y seguimiento de los avances hacia el logro de estas metas, que por supuesto supone metodologías claras y aceptadas por los agentes del mercado energético, como ya fuera comentado. En este sentido y en función del tipo de las metas, podrán ser adoptados como indicadores las intensidades energéticas, en distintos niveles de agregación o indicadores seleccionados de eficiencia energética sectorial.

F. Requisitos de información para la determinación de indicadores

En la medida que se desagrega el análisis de los sectores y subsectores consumidores de energía y se busca estimar los flujos energéticos hasta el nivel de equipo de uso final, la información requerida debe ser más detallada, como ejemplificado en el Gráfico VII.1. Así, como esperado, para los indicadores más agregados son suficientes informaciones generales, como consumo energético sectorial y indicadores de actividad de los sectores, mientras para los indicadores asociados a los usos finales se requiere datos del parque de equipamientos (eficiencia o consumos específicos nominales), edad o tiempo de uso (para estimar degradación del desempeño), condiciones de empleo, etc.

⁶⁸ Bosseboeuf, D., op.cit.

GRÁFICO VII.1
ESTRUCTURA TÍPICA DE LAS INFORMACIONES DE INTERÉS PARA LA EVALUACIÓN DE
LOS PROGRAMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA



Fuente: Elaboración propia.

Los principales aspectos a tener en cuenta en la determinación de los datos de base a adoptar para los indicadores de los programas de eficiencia energética son el costo, la continuidad de su obtención y, en el caso de informaciones de carácter estadístico, la consistencia de los procedimientos de su determinación y su representatividad frente al contexto en consideración. En este sentido, la utilización de los sistemas nacionales de censos y estadísticas puede ser una forma de reducir los costos, empleando una capacidad y una experiencia ya existentes.

Sin embargo, para datos más detallados, por ejemplo, relacionados con procesos industriales específicos o relativos al consumo de equipos y vehículos, son imprescindibles mediciones en campo, más costosas y que imponen un adecuado planeamiento. Estudios de hábitos de consumo energético en hogares, por ejemplo, además del nivel de ingreso y condiciones regionales, son marcadamente estacionales, o sea, varían de acuerdo con el periodo del año. El empleo de sistemas computadorizados de adquisición de datos de consumo de energía y otras variables de interés son bastante útiles en tales casos. Obsérvese que la existencia de datos detallados de un determinado proceso o uso final no asegura, de per se, la aplicabilidad de esos resultados para el conjunto de consumidores en situaciones similares, pues es preciso que el ejemplo sea suficientemente representativo de los demás.

VIII. Nuevos pasos y comentarios finales

Como fuera señalado en los capítulos iniciales, la región latinoamericana y del Caribe presenta un elevado potencial de reducción de pérdidas energéticas y cada vez más los gobiernos nacionales se dan cuenta de la necesidad de políticas públicas específicas para promover la eficiencia energética. Así, en diversos países se han impulsado programas en el ámbito de estas políticas, con diferentes coberturas y desarrollando actividades variadas, generalmente focalizando consumidores residenciales y priorizando el uso de energía eléctrica. Sin embargo todavía no constituyen una práctica regular la evaluación de esos programas y el monitoreo de los resultados, particularmente incluyendo estimaciones de los beneficios energéticos alcanzados por esos programas ni los costos totales de los mismos. Los indicadores y metodologías presentados en este documento pretenden ser el punto de partida para una difusión tan amplia como sea posible de procedimientos sistemáticos de evaluación de programas y actividades de fomento al incremento de la eficiencia energética, contemplando su adopción progresiva, adaptada a los diferentes contextos.

Una mayor discusión de esa temática y la efectiva utilización de los procedimientos sugeridos permitirán el surgimiento de nuevos aportes y eventuales ajustes, en un proceso de paulatina convergencia y maduración. En este sentido, la interesante experiencia europea, mediante el Programa Odyssee, comentado anteriormente, demuestra de forma concreta que se requiere de algunos años para que las bases de datos sean depuradas y compatibilizadas, los sistemas nacionales de adquisición de datos y estadísticas sean capacitados y sea posible identificar los agentes locales activos y comprometidos con la reducción de las pérdidas energéticas. Asimismo, la experiencia de este programa deja patente los relevantes beneficios brindados por una base de datos común, permitiendo comparaciones entre contextos similares y el seguimiento de la evolución de los indicadores de eficiencia energética de un mismo sector o subsector en un determinado país.

Reconociendo la diversidad socioeconómica regional y los distintos niveles de madurez de los programas de eficiencia desarrollados en los países de la Región, en el presente documento fueron definidos diferentes indicadores de uso de energía, agregados y de implementación más inmediata, e indicadores específicos para los programas de eficiencia energética, buscando caracterizar la calidad y resultados de esos programas, exigiendo informaciones más o menos detalladas, respectivamente. De esa manera se pretende ofrecer a los países un conjunto de herramientas útil para todos los casos. En particular, se pretende que los indicadores presentados en este documento, en los Capítulos IV y VI, sean conocidos y en la medida posible, progresivamente adoptados.

La División de Recursos Naturales e Infraestructura de CEPAL pretende dar continuidad a los esfuerzos de promoción de eficiencia energética en la Región esencialmente mediante dos líneas complementarias de trabajo: desarrollar aplicaciones de los indicadores y las metodologías presentados, particularmente promoviendo estudios de caso que permitan evidenciar las ventajas, potencialidades y eventuales dificultades en su utilización, consolidando el cuadro de indicadores, y en un nivel más amplio, empezar a establecer una base regional de indicadores sobre eficiencia energética, como se señalara en el Capítulo IV.

En diversos países ya están disponibles las informaciones necesarias para la estimación de los indicadores sugeridos, conforme se presentó en el Capítulo V, sin embargo en otros casos todavía cabe sistematizar los procedimientos de recolección y procesamiento de informaciones y datos energéticos, que como regla general, están actualmente orientados a los aspectos de oferta, con reducida atención a los temas de demanda. Así, se espera que progresivamente se perfeccionen las bases de datos relativas a los consumos de energía por uso, eficiencias representativas de los equipos de mayor relevancia, dimensión de los parques de equipos, factores de cargas y respectivas posiciones en las curvas de carga, entre otras informaciones.

En este sentido, merece especial atención el sector de transporte, inherentemente más complejo y adonde la carencia de informaciones sistemáticas sobre las condiciones de consumo de energía es importante en casi todos los países de la Región. Los indicadores presentados en los capítulos anteriores, bastante agregados y relacionando el consumo energético con el valor agregado sectorial y el número de vehículos son sensibles a diversos otros efectos y limitadamente capaces de explicitar las tendencias de desempeño energético en el sector.

De forma análoga, más allá de los aspectos tecnológicos, se pretende contar con informaciones consistentes sobre el repertorio regional de acciones de fomento a la eficiencia energética basadas en cambios conductuales de los agentes y en los mecanismos de gestión de los recursos energéticos, ya existente en algunos países, pero incluyendo elementos para su evaluación de forma comparativa y eventualmente absoluta, considerando los resultados e impactos energéticos.

Bibliografía

- ADEERA, “COOPELECTRIC puso en marcha el Plan de Uso Racional de Energía en Olavarría”, Revista ADEERA, Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina, Buenos Aires, Mayo de 2008.
- ADEME, “Evaluation of Energy Efficiency in the EU-15: Indicators and Measures”, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Paris, 2007.
- Bary, C.W., Coincidence factor relationships of electrical service load characteristics, AIEE Transactions, Vol 64, September 1945.
- Blanco, A., Eficiencia Energética en Uruguay, Reunión Regional Intergubernamental “Situación y Perspectivas de la eficiencia Energética en América Latina y el Caribe”, CEPAL, Santiago de Chile, Septiembre 2009.
- Bosseboeuf, D., Energy efficiency target setting: experience at World, European and French levels, II Latin American and the Caribbean Energy Efficiency Seminar-FIER, La Habana, 2009.
- Boustead, I.; Hancock, G. F, Handbook of Industrial Energy Analysis, Halsted Press, London, 1979.
- Brugnoni, M.; Iribarne, R., Estudio de impactos en Redes de Distribución y Medio Ambiente debido al uso intensivo de lámparas fluorescentes compactas, Secretaria de Energía, Programa de Calidad de Artefactos Energéticos/PROCAE, Buenos Aires, 2006.
- Cardoso, R. B.; Nogueira, L. A. H. . Estimativa do consumo de energia elétrica em refrigeradores no setor residencial brasileiro, Revista Brasileira de Energia, v. 13, p. 55-67, 2007.
- Centeno, C. Z.; Romani, J.C., Perú: Políticas y acciones de eficiencia energética, Reunión Regional Intergubernamental “Situación y Perspectivas de la eficiencia Energética en América Latina y el Caribe”, CEPAL, Santiago de Chile, Septiembre 2009.
- CEPAL, Informaciones estadísticas de América Latina y el Caribe, 2009.
- _____, Situación y Perspectivas de la Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Documento lcw280, Santiago de Chile, 2009.
- Comisión Chilena del Cobre, Dirección de Estudios; Coeficientes unitarios de consumo de energía de la minería del cobre, 2001-2007, Santiago, Chile.
- de Buen, O., versión preliminar para el Estudio de Evaluación de Programas de Sustitución de lámparas incandescentes por LFC's en países de Latinoamérica y el Caribe, actualmente en preparación para el Banco Interamericano de Desarrollo, 2009.
- Deru, M.; Torcellini, P., Performance Metrics Research Project – Final Report, NREL, Technical Report, October 2005.

- DOE, Technical Support Document: Energy Conservation Standards for Consumer Products: Refrigerators, Furnaces, and Television Sets, United States Department of Energy, Conservation and Renewable Energy, Building Equipment Division, DOE/CE-0239, Washington, 1988.
- EVO, Conceptos y opciones para determinar ahorros de energía y agua, Efficiency Valuation Organization, San Francisco, 2007, disponible en ASHRAE Guideline 14, Guideline to Measurement of Energy and Demand Savings, New York, 2002 (revised 2008).
- Gonzalez, R., La eficiencia energética en Cuba: resultados y perspectivas, Reunión Regional Intergubernamental “Situación y Perspectivas de la eficiencia Energética en América Latina y el Caribe”, CEPAL, Santiago de Chile, Septiembre 2009.
- Guzmán, O.M., Eficiencia energética: un panorama regional, Nueva Sociedad: Documentos, Buenos Aires, Enero de 2009.
- ICE, Consejos para ahorrar energía, Área de Conservación de Energía del Instituto Costarricense de Energía, disponible en <http://www.grupoice.com/esp/cencon/gral/energ/consejos/ahorricelec4.htm>, consultado en noviembre de 2009.
- IEA, Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 emissions, International Energy Agency, IEA/OECD, Paris, 2007.
- IEE, Estudo de usos finais de energia elétrica e de avaliação do sistema elétrico de Boa Vista, Relatório Final, São Paulo, disponible en http://energia.iee.usp.br/material_aula/Seminarios/Alessandro%20Barghini%2027-07-2007/, consultado en diciembre de 2009.
- John Stubbles, Steel Industry Consultant; “Energy use in the US steel industry: an historical perspective and future opportunities”, US Department of Energy, September 2000.
- OLADE, Energía en Cifras 2006, Quito, 2008.
- _____, Sistema de Informaciones Económicas y Energéticas, 2009.
- PEPC, An Application of Bary Curves to Develop Coincident Demands, AEIC Load Research Conference, St. Louis, 2004.
- Pereira, A.P.A.; Horta Nogueira, L.A., Consumo Residencial de Energia e Desenvolvimento Humano: um Estudo da Realidade Brasileira de 1970 a 2005, Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Salvador, 2008.
- PROCEL, Avaliação de Resultados do PROCEL 2008, Programa Nacional de Uso Racional de Energia Elétrica, Rio de Janeiro, Setembro de 2009.
- _____, Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações. 3. ed. ELETROBRÁS/PROCEL Educação, UNIFEI e FUPAI, Itajubá, 2006.
- Ruth, M.; Wornell, E. y Price, L., Lawrence Berkeley Lab.; A process step benchmarking approach to energy use at industrial facilities: Examples from the Iron and Steel and Cement industries, 2001 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry, Berkeley, 2001.
- Sanchez R. I.; Pulido, H.A.C.; McNeil, M.; Turiel, I.; Cava, M.; Assessment of the Impacts of Standards and Labeling Programs in Mexico (four products), Instituto de Investigaciones Eléctricas, Cuernavaca, 2006.
- Stalberg, A., Life Cycle Costing, Swedish Environmental Management Council, Stockholm, 2009.
- Turner, W.C., Doty, S., Energy Management Handbook, Fairmont Press, 6th ed., Lilburn, 2006
- UNAL, Caracterización técnica de las bombillas para uso de interiores que se comercializan en Colombia, Depto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2008.
- UPME, Consultoría para la Formulación Estratégica del Plan de Uso Racional de Energía y de Fuentes No Convencionales de Energía 2007 – 2025, Fundación Bariloche, Unidad de Planeación Minero-Energética, Bogotá, 2007.
- York, D.; Kushler, M.; Witte, P., Estimating Peak Demand Impacts of Energy Efficiency Programs: A National Review of Practices and Experience, International Energy Program Evaluation Conference, IEPEC, Chicago, 2007.

Anexos

Anexo 1

Indicadores de desarrollo de actividades de promoción de la eficiencia energética:

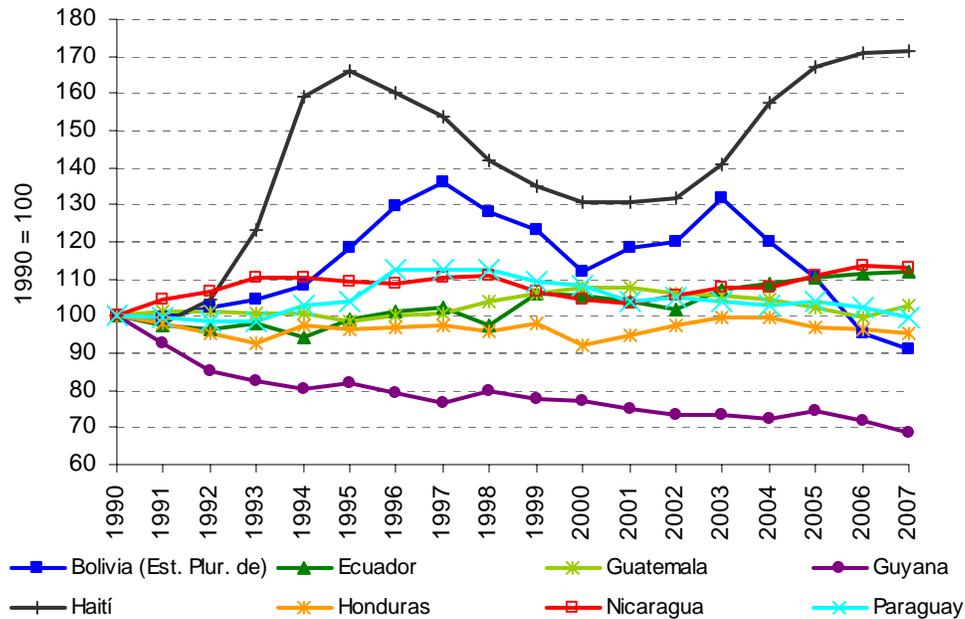
A partir de una encuesta realizada en fines de Diciembre de 2009, con la cooperación de ejecutivos de Argentina, Brasil, Chile, El Salvador, Panamá y Uruguay, fue posible tener una muestra de los Indicadores de desarrollo de actividades de promoción de la eficiencia energética en estos países, de acuerdo con el formato indicado en el Capítulo VI, conforme presentado en el cuadro siguiente.

CUADRO A1.1
INTENSIDAD ENERGÉTICA BRUTA TOTAL
(Tep/106 US\$ de 2000)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	241,6	222,3	208,7	204,4	199,0	212,2	206,9	197,0	194,7	206,2	206,8	211,6	236,1	230,0	222,4	211,0	202,2	195,2
Barbados	240,4	239,0	250,6	233,6	243,1	245,1	246,3	231,7	223,5	224,4	224,6	236,9	239,0	236,5	231,6	229,4	226,7	220,6
Bolivia (Est. Plur. de)	528,0	525,8	540,8	551,2	571,0	624,9	684,6	719,2	674,7	650,5	592,2	625,5	632,5	696,5	633,8	581,5	502,9	481,9
Brasil	300,7	303,7	310,3	303,6	296,7	296,9	298,9	297,0	306,3	315,1	309,7	309,5	306,3	314,4	303,6	300,8	295,1	292,2
Chile	336,0	323,0	300,6	298,6	301,2	295,9	301,2	304,3	318,2	331,8	321,8	311,1	308,5	309,5	312,8	312,9	311,9	298,7
Colombia	354,1	356,0	352,8	349,7	346,0	338,2	335,2	325,6	315,6	324,0	310,0	301,6	296,0	275,7	266,5	253,3	246,1	237,1
Costa Rica	204,8	205,2	191,6	186,6	189,5	193,8	198,5	188,6	186,9	182,6	185,3	187,1	188,7	179,5	182,3	190,3	203,3	212,9
Cuba	463,4	463,6	438,0	464,1	434,3	440,2	419,8	418,1	420,3	391,2	370,4	354,1	351,5	338,4	325,5	292,8	279,0	273,0
Ecuador	472,5	460,0	456,4	462,1	444,6	468,3	477,8	483,6	461,3	501,7	498,6	492,2	479,9	505,3	515,0	521,5	525,3	528,3
El Salvador	295,6	300,4	296,1	290,6	290,4	282,6	289,4	286,2	289,9	290,2	295,0	295,9	298,1	295,7	303,7	305,2	292,3	272,0
Grenada	150,6	152,5	160,2	170,4	179,3	196,7	202,1	204,9	208,6	201,2	174,2	184,7	188,2	177,3	194,9	177,5	186,3	181,8
Guatemala	400,4	406,2	404,8	404,0	402,3	395,3	401,7	403,5	415,5	425,5	431,9	431,1	424,7	422,9	418,0	410,2	397,9	411,2
Guyana	2 109,5	1 956,5	1 798,5	1 735,2	1 698,9	1 730,8	1 671,5	1 620,5	1 683,7	1 638,0	1 628,1	1 582,6	1 545,5	1 545,2	1 524,3	1 571,4	1 515,1	1 442,4
Haití	443,0	434,9	463,5	545,7	704,2	735,2	710,6	680,1	628,0	598,8	578,1	579,6	583,7	624,9	697,9	741,4	757,5	760,0
Honduras	468,4	460,1	445,6	435,1	457,3	452,7	453,9	456,0	448,6	458,8	432,8	443,9	456,6	466,6	466,7	453,2	452,5	446,1
Jamaica	335,7	363,5	365,4	366,0	372,6	378,4	391,9	406,5	416,0	425,0	424,7	417,8	409,1	399,2	445,1	461,4	466,7	435,4
México	264,8	252,4	246,9	248,0	239,6	262,0	258,4	257,7	259,0	253,4	236,4	238,2	245,1	249,5	246,1	242,9	240,4	241,8
Nicaragua	648,0	678,4	692,1	713,5	714,5	708,9	706,2	715,0	718,8	691,4	675,5	669,7	682,4	698,4	698,5	717,4	735,1	731,4
Panamá	213,2	210,7	210,0	213,0	212,2	222,4	224,6	231,1	222,6	223,7	245,9	264,8	263,1	247,8	234,2	243,4	239,7	214,6
Paraguay	589,3	587,0	582,0	582,1	604,7	613,9	662,2	662,1	663,0	645,0	637,4	612,0	617,3	612,6	604,7	611,1	603,6	586,3
Perú	284,2	267,0	268,5	263,0	246,8	239,8	239,9	227,0	233,8	238,2	232,1	228,1	212,0	210,9	213,9	212,5	204,4	198,8
Rep. Dominicana	309,2	328,4	316,4	328,6	342,9	333,0	331,3	329,0	337,8	331,9	322,1	327,8	318,0	311,4	299,7	263,6	246,0	229,5
Suriname	1 017,4	1 031,0	1 067,2	1 136,4	1 185,3	1 163,8	1 163,7	1 151,0	1 127,2	1 156,7	1 154,4	1 107,9	1 096,7	1 031,3	981,5	952,7	934,7	895,6
Trinidad y Tobago	1 124,1	1 177,3	1 189,6	1 165,2	1 097,5	1 145,9	1 137,0	1 125,3	1 137,9	1 154,2	1 195,2	1 317,2	1 368,7	1 216,1	1 186,0	1 261,9	1 263,5	1 174,4
Uruguay	164,8	168,6	161,1	156,8	142,9	150,6	147,9	145,2	142,8	156,3	154,9	149,0	149,2	147,2	138,8	140,4	136,4	142,2
Venezuela (Rep. Bol. de)	456,7	375,2	361,9	383,2	405,8	415,0	467,2	489,8	522,1	536,0	495,9	451,9	494,1	535,3	520,4	518,9	496,6	436,7
Total America Latina y el Caribe	306,4	295,1	290,0	288,5	283,0	293,7	295,6	293,6	297,7	301,6	291,3	290,8	297,1	299,7	294,0	289,8	283,8	276,6

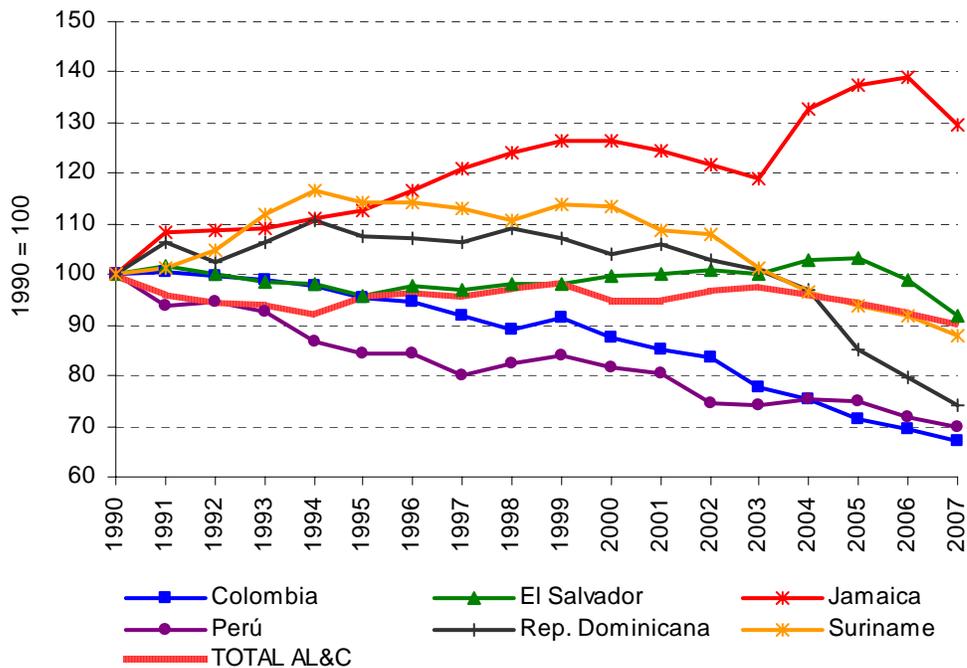
Fuente: elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL. Nota: la oferta de energía corresponde a promedios móviles de 3 años.

GRÁFICO A1.1
INTENSIDAD ENERGÉTICA BRUTA TOTAL
(Países con PIB per cápita entre menor a 2.000 US\$2000 / hab.)



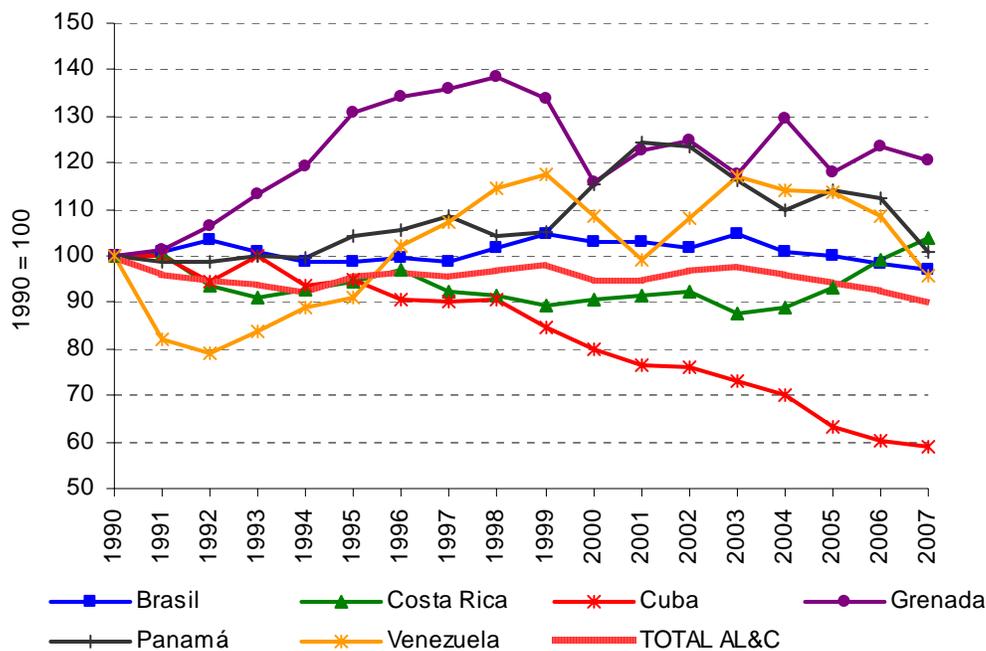
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.2
INTENSIDAD ENERGÉTICA BRUTA TOTAL
(Países con PIB per cápita entre 2.000 y 4.000 US\$2000 / hab.)



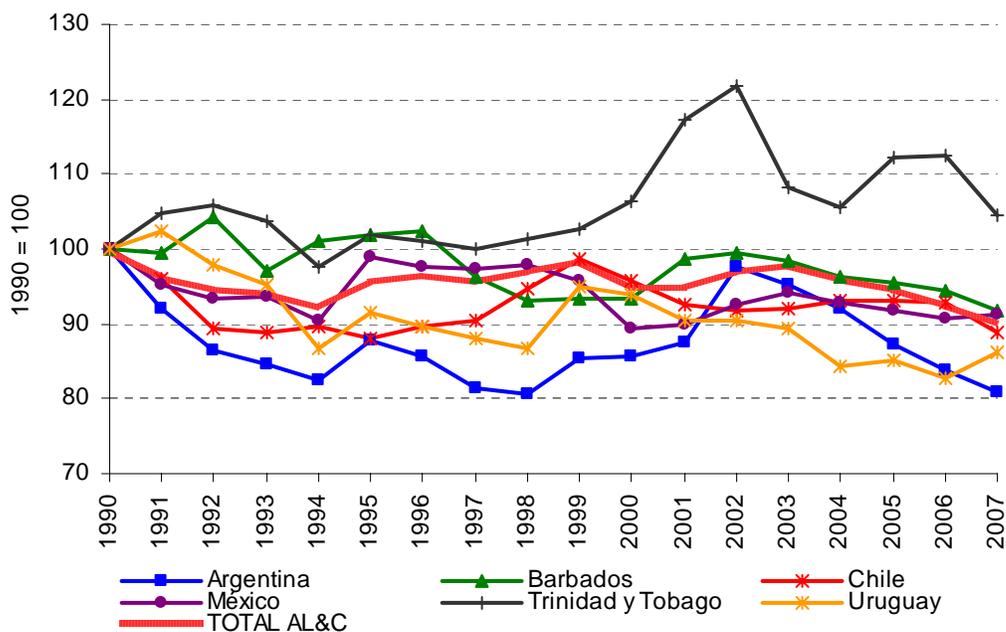
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.3
INTENSIDAD ENERGÉTICA BRUTA TOTAL
(Países con PIB per cápita entre 4.000 y 6.000 US\$2000 / hab.)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.4
INTENSIDAD ENERGÉTICA BRUTA TOTAL
(Países con PIB per cápita mayor a 6.000 US\$2000 / hab.)



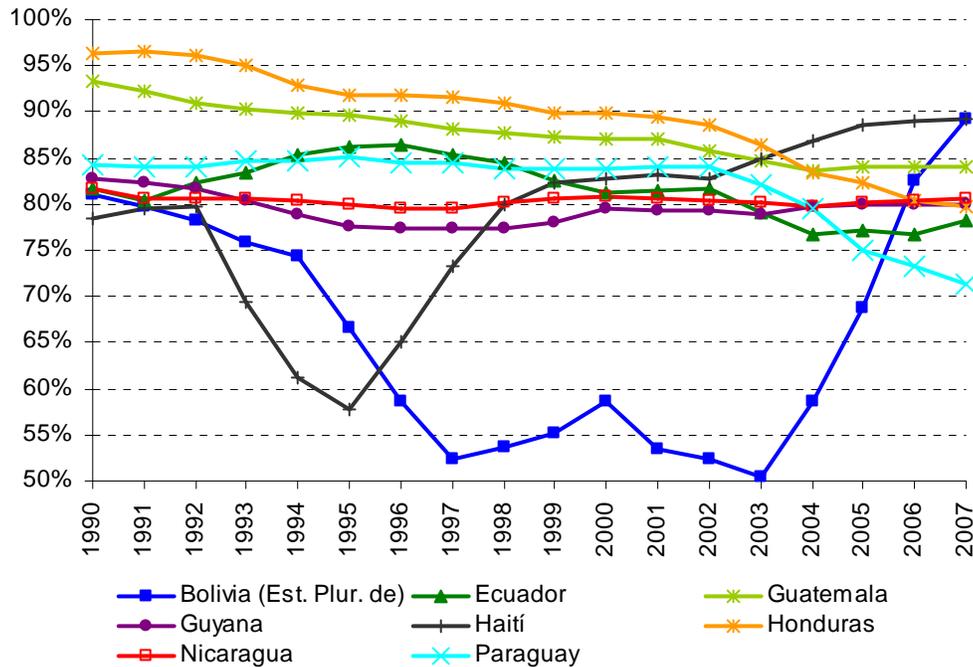
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

CUADRO A1.2
EFICIENCIA DEL ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO
(Porcentajes)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	241,6	222,3	208,7	204,4	199,0	212,2	206,9	197,0	194,7	206,2	206,8	211,6	236,1	230,0	222,4	211,0	202,2	195,2
Barbados	240,4	239,0	250,6	233,6	243,1	245,1	246,3	231,7	223,5	224,4	224,6	236,9	239,0	236,5	231,6	229,4	226,7	220,6
Bolivia (Est. Plur. de)	528,0	525,8	540,8	551,2	571,0	624,9	684,6	719,2	674,7	650,5	592,2	625,5	632,5	696,5	633,8	581,5	502,9	481,9
Brasil	300,7	303,7	310,3	303,6	296,7	296,9	298,9	297,0	306,3	315,1	309,7	309,5	306,3	314,4	303,6	300,8	295,1	292,2
Chile	336,0	323,0	300,6	298,6	301,2	295,9	301,2	304,3	318,2	331,8	321,8	311,1	308,5	309,5	312,8	312,9	311,9	298,7
Colombia	354,1	356,0	352,8	349,7	346,0	338,2	335,2	325,6	315,6	324,0	310,0	301,6	296,0	275,7	266,5	253,3	246,1	237,1
Costa Rica	204,8	205,2	191,6	186,6	189,5	193,8	198,5	188,6	186,9	182,6	185,3	187,1	188,7	179,5	182,3	190,3	203,3	212,9
Cuba	463,4	463,6	438,0	464,1	434,3	440,2	419,8	418,1	420,3	391,2	370,4	354,1	351,5	338,4	325,5	292,8	279,0	273,0
Ecuador	472,5	460,0	456,4	462,1	444,6	468,3	477,8	483,6	461,3	501,7	498,6	492,2	479,9	505,3	515,0	521,5	525,3	528,3
El Salvador	295,6	300,4	296,1	290,6	290,4	282,6	289,4	286,2	289,9	290,2	295,0	295,9	298,1	295,7	303,7	305,2	292,3	272,0
Grenada	150,6	152,5	160,2	170,4	179,3	196,7	202,1	204,9	208,6	201,2	174,2	184,7	188,2	177,3	194,9	177,5	186,3	181,8
Guatemala	400,4	406,2	404,8	404,0	402,3	395,3	401,7	403,5	415,5	425,5	431,9	431,1	424,7	422,9	418,0	410,2	397,9	411,2
Guyana	2 109,5	1 956,5	1 798,5	1 735,2	1 698,9	1 730,8	1 671,5	1 620,5	1 683,7	1 638,0	1 628,1	1 582,6	1 545,5	1 545,2	1 524,3	1 571,4	1 515,1	1 442,4
Haití	443,0	434,9	463,5	545,7	704,2	735,2	710,6	680,1	628,0	598,8	578,1	579,6	583,7	624,9	697,9	741,4	757,5	760,0
Honduras	468,4	460,1	445,6	435,1	457,3	452,7	453,9	456,0	448,6	458,8	432,8	443,9	456,6	466,6	466,7	453,2	452,5	446,1
Jamaica	335,7	363,5	365,4	366,0	372,6	378,4	391,9	406,5	416,0	425,0	424,7	417,8	409,1	399,2	445,1	461,4	466,7	435,4
México	264,8	252,4	246,9	248,0	239,6	262,0	258,4	257,7	259,0	253,4	236,4	238,2	245,1	249,5	246,1	242,9	240,4	241,8
Nicaragua	648,0	678,4	692,1	713,5	714,5	708,9	706,2	715,0	718,8	691,4	675,5	669,7	682,4	698,4	698,5	717,4	735,1	731,4
Panamá	213,2	210,7	210,0	213,0	212,2	222,4	224,6	231,1	222,6	223,7	245,9	264,8	263,1	247,8	234,2	243,4	239,7	214,6
Paraguay	589,3	587,0	582,0	582,1	604,7	613,9	662,2	662,1	663,0	645,0	637,4	612,0	617,3	612,6	604,7	611,1	603,6	586,3
Perú	284,2	267,0	268,5	263,0	246,8	239,8	239,9	227,0	233,8	238,2	232,1	228,1	212,0	210,9	213,9	212,5	204,4	198,8
Rep. Dominicana	309,2	328,4	316,4	328,6	342,9	333,0	331,3	329,0	337,8	331,9	322,1	327,8	318,0	311,4	299,7	263,6	246,0	229,5
Suriname	1 017,4	1 031,0	1 067,2	1 136,4	1 185,3	1 163,8	1 163,7	1 151,0	1 127,2	1 156,7	1 154,4	1 107,9	1 096,7	1 031,3	981,5	952,7	934,7	895,6
Trinidad y Tobago	1 124,1	1 177,3	1 189,6	1 165,2	1 097,5	1 145,9	1 137,0	1 125,3	1 137,9	1 154,2	1 195,2	1 317,2	1 368,7	1 216,1	1 186,0	1 261,9	1 263,5	1 174,4
Uruguay	164,8	168,6	161,1	156,8	142,9	150,6	147,9	145,2	142,8	156,3	154,9	149,0	149,2	147,2	138,8	140,4	136,4	142,2
Venezuela (Rep. Bol. de)	456,7	375,2	361,9	383,2	405,8	415,0	467,2	489,8	522,1	536,0	495,9	451,9	494,1	535,3	520,4	518,9	496,6	436,7
Total América Latina y el Caribe	306,4	295,1	290,0	288,5	283,0	293,7	295,6	293,6	297,7	301,6	291,3	290,8	297,1	299,7	294,0	289,8	283,8	276,6

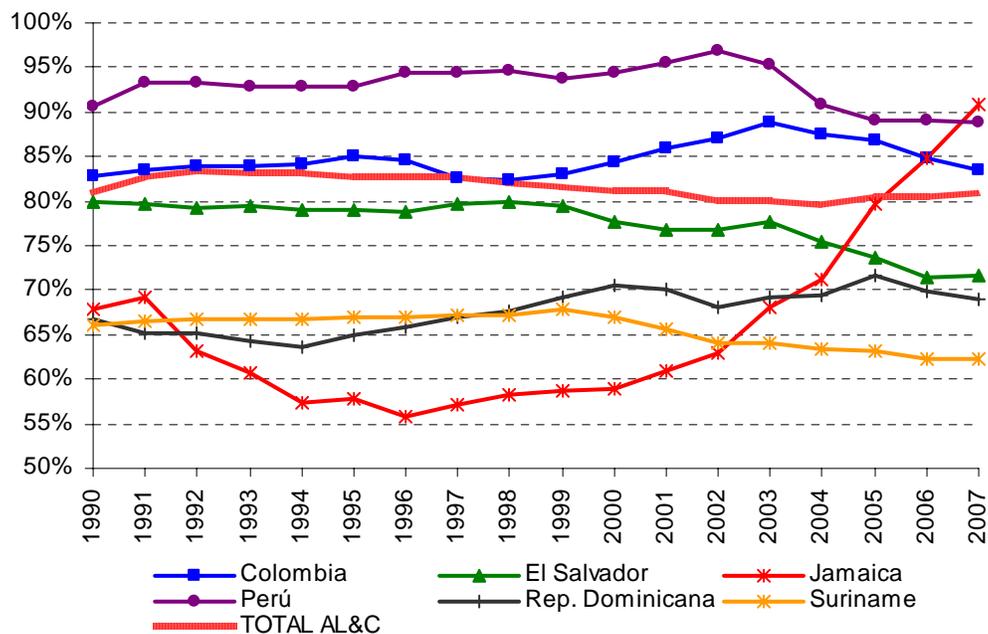
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL. Nota: los consumos y oferta de energía corresponden a promedios móviles de 3 años.

GRÁFICO A1.5
EFICIENCIA DEL ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO
(Países con PIB per cápita entre menor a 2.000 US\$2000 / hab.)



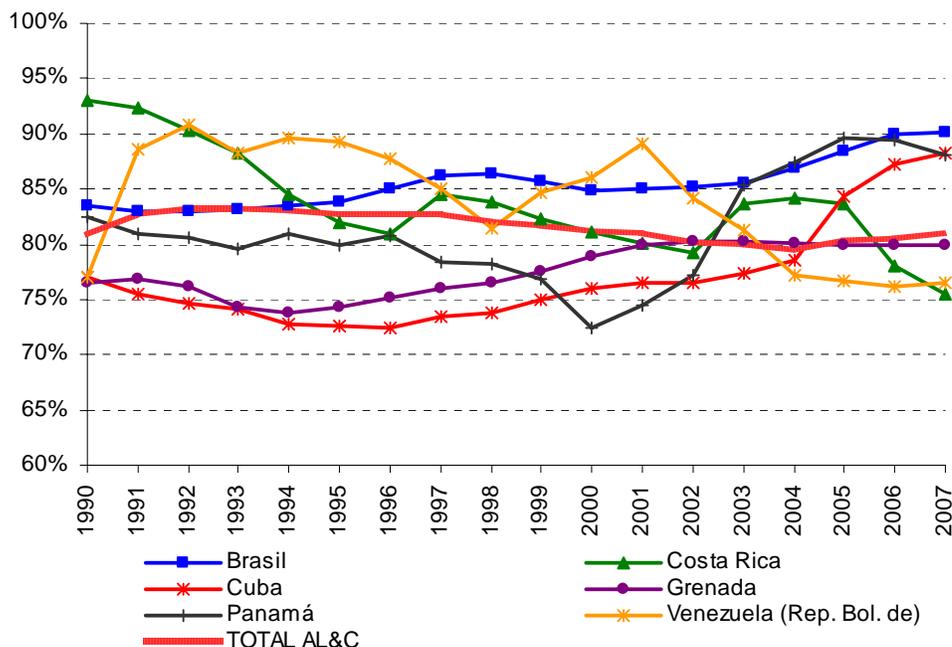
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.6
EFICIENCIA DEL ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO
(Países con PIB per cápita entre 2.000 y 4.000 US\$2000 / hab.)



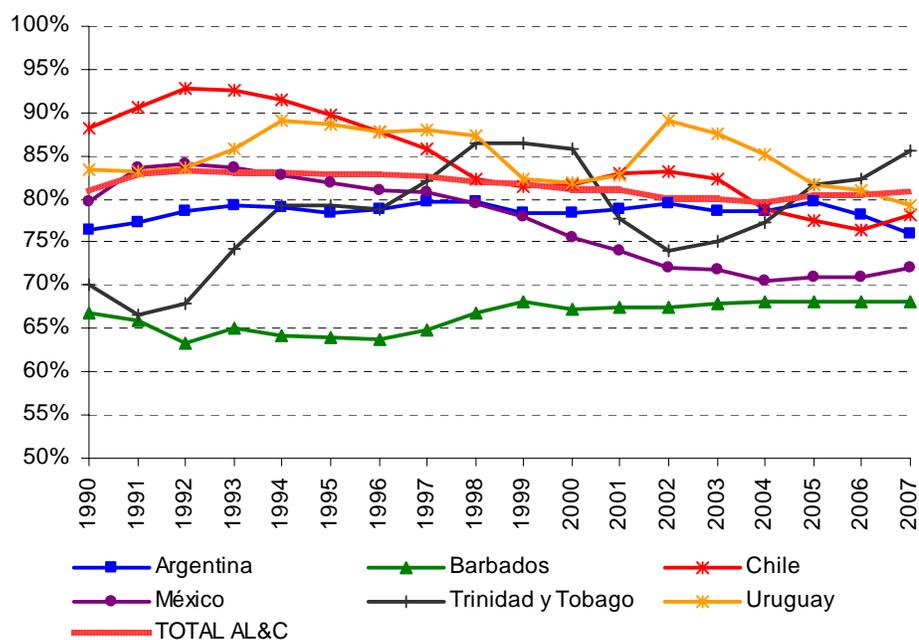
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.7
EFICIENCIA DEL ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO
(Países con PIB per cápita entre 4.000 y 6.000 US\$2000 / hab.)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.8
EFICIENCIA DEL ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO
(Países con PIB per cápita mayor a 6.000 US\$2000 / hab.)



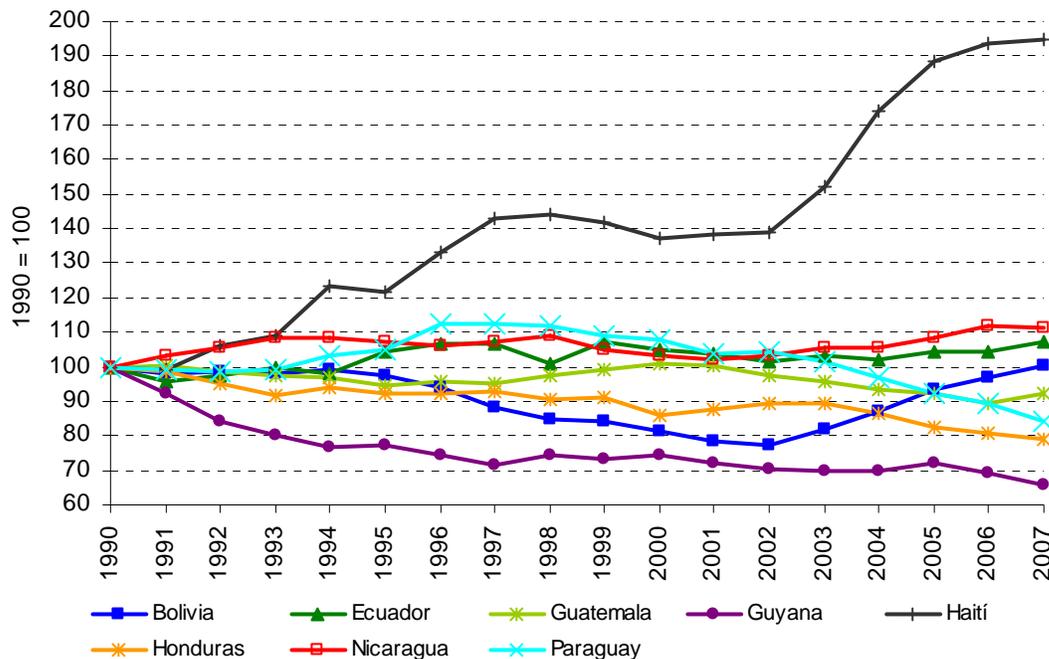
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

CUADRO A1.3
INTENSIDAD ENERGÉTICA NETA TOTAL
(Tep/10⁶ US\$ de 2000)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	184,4	171,7	164,2	161,9	157,3	166,2	163,1	156,8	155,2	161,7	162,3	166,6	187,4	180,6	175,0	168,0	158,0	148,4
Barbados	160,5	157,4	158,5	152,0	156,2	156,9	156,9	150,4	149,4	152,8	151,0	160,1	161,1	160,8	157,6	156,1	154,2	150,1
Bolivia (Est. Plur. de)	427,3	419,2	422,5	417,9	424,3	416,3	401,2	376,8	361,6	359,2	347,7	334,7	331,3	350,7	371,7	400,1	414,9	429,5
Brasil	251,2	251,9	257,5	252,7	247,8	248,9	254,3	255,8	264,7	270,0	262,8	263,1	260,8	269,2	263,5	266,1	265,6	263,6
Chile	296,0	292,8	278,8	276,7	275,3	265,6	264,5	261,2	262,2	270,0	262,6	258,3	256,6	254,5	246,2	242,5	238,6	233,6
Colombia	293,3	297,5	296,4	293,2	291,0	287,7	283,5	269,0	259,8	268,8	261,7	259,5	257,8	245,1	233,2	220,2	208,6	197,7
Costa Rica	190,6	189,6	173,1	164,8	160,1	158,9	160,7	159,4	156,6	150,4	150,2	149,7	149,6	150,2	153,6	159,4	158,5	160,8
Cuba	356,6	350,1	326,7	343,7	316,1	319,9	304,0	307,0	310,1	293,4	281,3	271,2	268,9	261,5	255,9	247,2	243,1	240,8
Ecuador	386,2	369,7	375,4	385,1	379,4	403,4	412,9	412,2	389,4	414,1	404,9	401,4	392,1	399,3	395,1	402,8	402,9	413,6
El Salvador	236,5	239,1	234,8	231,0	229,2	223,2	227,7	228,3	231,9	230,6	229,2	227,1	228,6	229,8	229,4	225,0	209,0	195,1
Grenada	115,2	117,3	122,0	126,7	132,2	146,3	152,0	155,7	159,5	155,9	137,3	147,5	151,2	142,3	156,1	142,0	148,9	145,3
Guatemala	373,8	374,4	368,1	364,6	361,7	354,3	357,5	355,8	364,5	371,6	376,2	375,6	364,4	358,1	349,2	345,1	334,7	345,8
Guyana	1 744,4	1 609,0	1 471,0	1 394,2	1 339,9	1 344,7	1 293,7	1 252,3	1 302,3	1 278,4	1 294,1	1 254,4	1 225,2	1 217,9	1 215,6	1 257,1	1 211,2	1 152,1
Haití	348,0	346,0	370,1	379,0	430,3	424,2	462,9	498,5	502,5	493,1	477,9	482,3	483,2	530,6	606,2	656,5	673,5	678,2
Honduras	451,3	444,0	428,5	413,8	424,7	415,4	416,8	417,9	408,2	412,5	388,8	396,9	404,6	402,9	389,6	372,8	364,0	356,1
Jamaica	228,0	251,5	230,9	222,6	213,9	218,5	218,4	232,4	242,5	249,8	250,7	254,2	257,2	271,6	317,3	367,8	396,0	395,9
México	211,2	211,2	207,5	207,7	198,4	214,3	209,0	207,9	205,8	197,4	178,8	176,5	176,4	179,1	173,8	172,6	170,3	174,2
Nicaragua	529,6	547,5	557,8	574,3	574,1	567,2	561,4	568,7	576,1	557,0	545,5	539,6	548,1	559,9	557,7	575,2	591,3	589,2
Panamá	176,0	170,6	169,2	169,4	171,6	177,9	181,5	181,1	174,1	171,9	178,1	197,3	203,0	211,4	204,8	218,3	214,3	188,9
Paraguay	496,3	493,3	489,1	493,2	512,2	522,0	559,2	559,3	555,5	540,8	534,8	514,7	519,2	503,2	480,5	458,9	442,6	418,4
Perú	257,7	249,0	250,7	244,2	228,9	222,7	226,6	214,5	221,4	223,3	219,4	217,9	205,5	200,8	194,3	189,0	182,2	176,7
Rep. Dominicana	206,2	214,3	206,5	211,2	218,3	216,1	218,3	220,1	228,4	229,3	227,2	229,9	216,2	215,3	208,3	188,7	172,0	158,5
Suriname	671,5	686,3	711,7	757,8	791,2	778,2	779,4	772,4	758,1	783,8	772,7	728,1	701,5	660,5	623,2	601,8	581,7	557,3
Trinidad y Tobago	788,1	783,3	808,9	864,7	869,1	907,2	896,7	923,1	983,1	997,3	1 025,1	1 023,3	1 011,9	912,9	916,5	1 031,7	1 038,7	1 005,7
Uruguay	137,6	140,2	134,7	134,6	127,2	133,6	129,7	127,7	124,6	128,5	126,8	123,4	133,0	129,0	118,2	114,5	110,6	112,8
Venezuela (Rep. Bol de)	352,0	332,6	328,7	338,0	363,7	370,6	410,1	416,7	425,4	454,3	426,5	403,0	416,3	435,1	401,9	398,0	378,1	334,1
Total América Latina y el Caribe	248,1	244,6	241,8	240,2	235,4	243,4	245,0	243,1	244,7	246,7	236,6	236,0	238,4	239,9	234,0	233,2	228,9	224,2

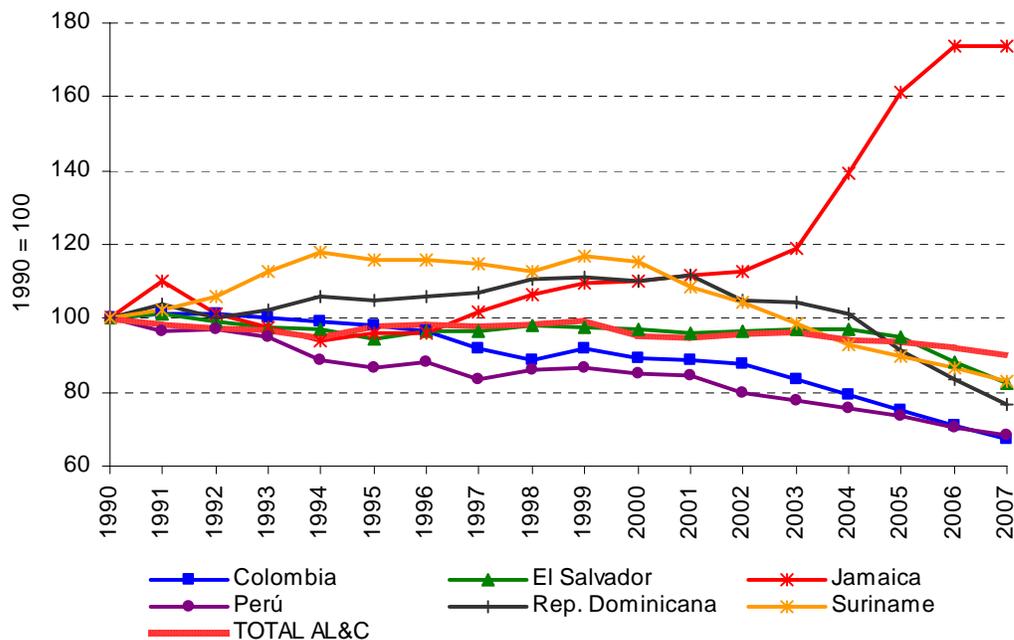
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL. Nota: los consumos de energía corresponden a promedios móviles de 3 años.

GRÁFICO A1.9
INTENSIDAD ENERGÉTICA NETA TOTAL
(Países con PIB per cápita entre menor a 2.000 US\$2000 / hab.)



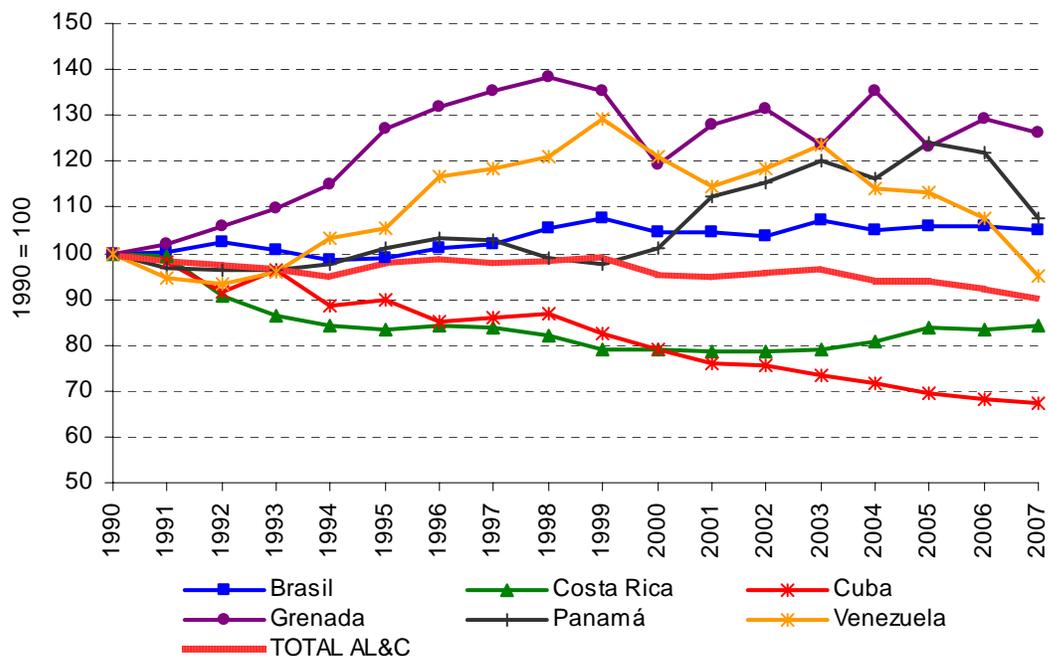
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.10
INTENSIDAD ENERGÉTICA NETA TOTAL
(Países con PIB per cápita entre 2.000 y 4.000 US\$2000 / hab.)



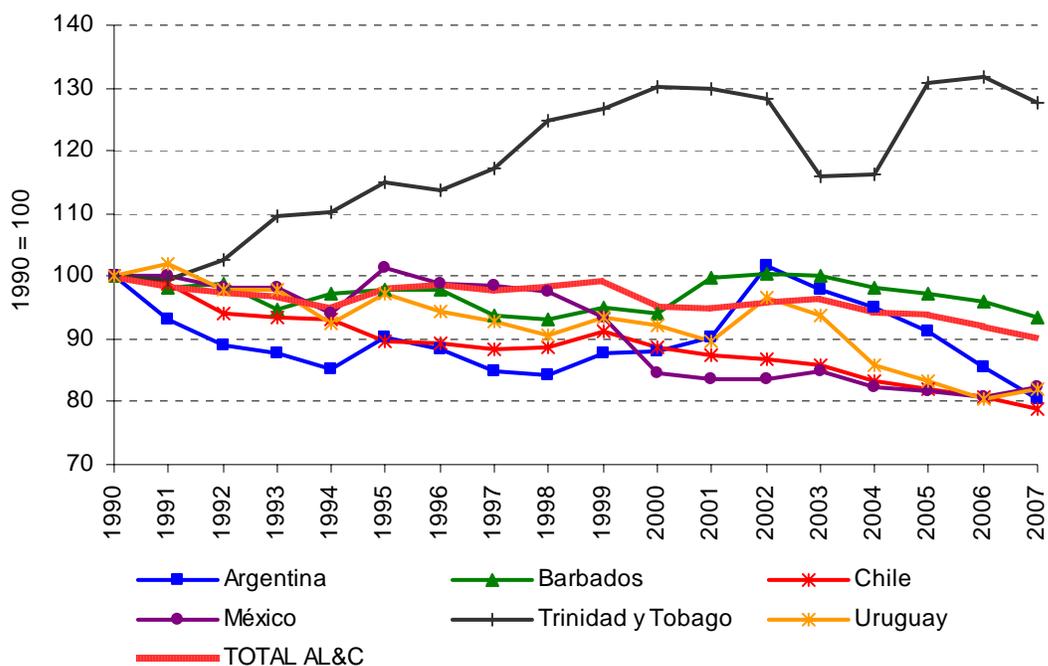
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.11
INTENSIDAD ENERGÉTICA NETA TOTAL
(Países con PIB per cápita entre 4.000 y 6.000 US\$2000 / hab.)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.12
INTENSIDAD ENERGÉTICA NETA TOTAL
(Países con PIB per cápita mayor a 6.000 US\$2000 / hab.)



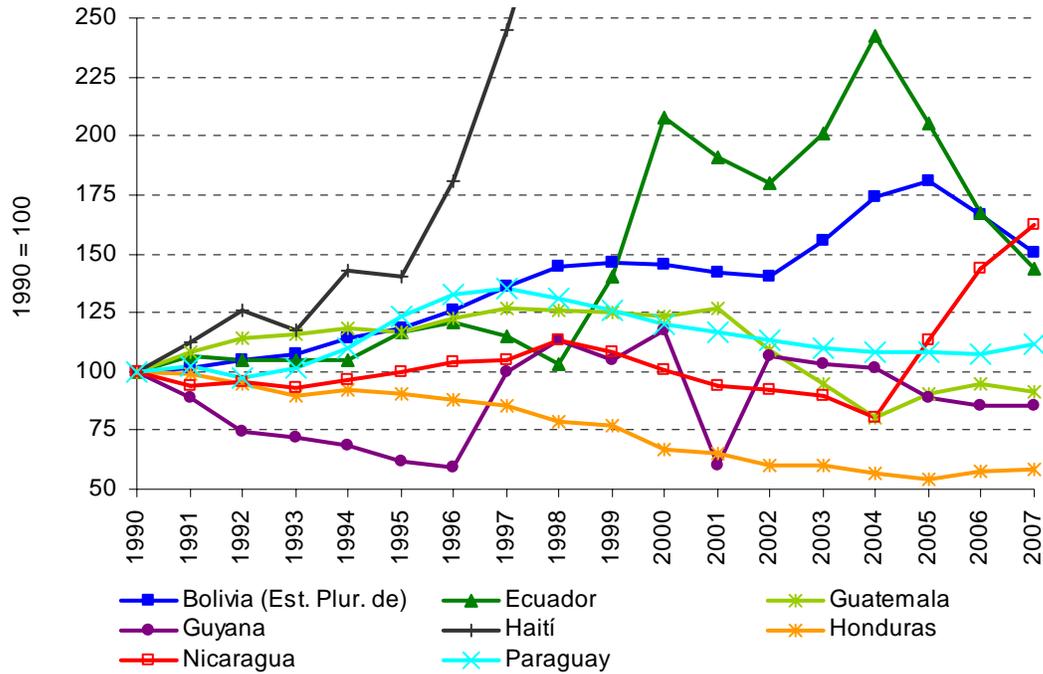
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

CUADRO A1.4
INTENSIDAD ENERGÉTICA INDUSTRIAL
(Tep/10⁶ US\$ de 2000)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	234,7	217,0	200,0	199,8	198,3	222,0	219,7	208,6	206,8	219,1	221,7	235,1	265,7	243,6	225,4	241,0	251,1	267,5
Barbados	521,0	451,7	409,6	365,5	437,0	436,8	443,2	369,7	341,2	352,8	353,7	501,3	470,8	451,4	461,5	464,7	468,6	485,7
Bolivia (Est. Plur.de)	545,1	554,7	573,3	586,2	620,2	644,9	685,2	742,7	787,0	795,5	791,2	772,0	764,1	849,6	947,2	984,9	905,5	817,8
Brasil	483,7	483,3	514,6	494,8	481,2	492,4	507,5	512,6	565,5	602,8	591,0	603,7	612,4	640,5	618,8	639,7	659,8	654,3
Chile	516,5	537,2	518,5	501,0	492,8	489,9	535,4	540,2	577,7	590,3	589,0	602,5	589,3	582,4	545,4	539,6	537,5	547,5
Colombia	391,5	414,7	451,5	492,0	516,1	511,7	535,6	520,3	507,6	538,5	486,8	488,7	492,9	459,5	417,2	375,2	333,2	309,7
Costa Rica	236,4	235,6	207,0	189,5	183,5	179,6	183,4	187,3	170,8	141,5	140,3	160,0	158,2	159,4	171,2	173,0	174,2	180,1
Cuba	1 148,7	1 163,8	1 180,5	1 226,5	1 025,8	1 000,5	923,1	904,6	996,8	947,3	929,1	940,2	965,8	984,4	984,2	1 148,4	1 348,5	1 373,6
Ecuador	783,9	835,2	824,2	824,9	820,9	914,0	946,6	899,4	809,1	1 097,3	1 630,3	1 497,2	1 410,8	1 577,2	1 902,0	1 611,2	1 308,9	1 124,3
El Salvador	234,2	222,3	209,6	215,8	214,9	205,3	210,2	205,4	208,1	211,2	212,4	216,3	222,9	224,9	220,7	217,9	215,8	217,8
Grenada	95,2	109,2	110,5	130,9	121,5	110,7	109,0	105,2	97,6	91,0	93,5	97,8	103,6	108,5	133,0	115,9	122,2	120,9
Guatemala	205,8	221,9	234,6	238,3	243,3	240,3	252,4	260,9	260,0	257,9	253,9	261,5	224,2	194,6	165,1	186,7	194,8	187,8
Guyana	4 171,8	3 712,0	3 095,5	2 990,4	2 853,3	2 594,3	2 475,1	4 159,1	4 737,1	4 379,5	4 905,1	2 503,4	4 447,8	4 292,9	4 225,4	3 712,5	3 574,0	3 552,4
Haití	248,6	279,6	314,0	292,4	355,0	349,6	450,5	608,2	788,3	907,2	884,6	808,1	745,3	903,7	1 115,9	1 289,2	1 345,7	1 406,0
Honduras	564,1	557,5	532,5	507,3	519,5	511,2	497,0	484,2	445,6	433,3	379,6	369,3	339,6	337,4	322,3	307,0	323,2	330,9
Jamaica	276,3	266,7	285,0	336,6	362,3	420,2	465,4	482,7	492,1	510,5	514,0	598,9	695,9	769,5	762,1	797,2	829,0	831,8
México	296,7	291,3	283,2	292,2	292,0	319,1	301,1	287,6	273,7	264,6	236,5	239,6	227,2	226,6	214,2	210,0	204,8	203,3
Nicaragua	502,9	473,9	482,2	468,7	483,3	501,1	521,8	528,3	571,3	546,0	505,4	473,1	462,9	451,0	402,9	571,2	721,3	816,0
Panamá	319,8	321,5	328,6	323,2	316,7	330,5	337,2	334,2	319,6	326,7	360,4	486,2	437,4	451,1	335,1	421,1	439,8	446,3
Paraguay	962,9	985,3	937,3	973,2	1 060,4	1 190,6	1 276,4	1 305,7	1 264,3	1 210,1	1 154,6	1 123,5	1 092,8	1 061,5	1 045,1	1 044,6	1 033,4	1 073,8
Perú	242,7	217,2	226,1	201,5	185,0	185,8	195,2	210,3	230,5	250,4	232,6	242,2	233,7	238,0	237,0	235,4	240,1	225,6
Rep. Dominicana	227,5	195,4	181,4	192,3	197,2	190,0	185,2	175,3	184,5	177,6	193,6	221,2	219,7	204,9	180,4	166,7	162,5	174,7
Suriname	2 473,8	2 556,9	3 217,6	4 057,7	3 968,7	4 062,5	3 904,8	3 925,1	3 870,2	4 277,2	2 689,8	2 337,6	2 337,6	2 183,8	1 983,6	1 851,6	1 823,2	1 926,2
Trinidad y Tobago	4 172,4	4 089,7	4 116,5	4 537,7	4 432,8	4 541,6	4 463,3	4 584,3	4 440,4	5 011,6	5 087,5	4 961,0	5 125,6	4 773,4	4 969,3	5 301,4	5 627,4	4 675,0
Uruguay	234,9	248,8	248,5	270,1	241,7	240,5	227,8	218,3	212,6	223,7	215,9	212,4	236,6	227,1	195,4	185,7	182,6	232,3
Venezuela (Rep. Bol de)	541,3	526,2	529,7	543,8	575,0	533,0	639,0	693,5	738,4	712,4	642,4	634,1	799,8	889,5	851,7	885,8	863,7	774,1
Total América Latina y el Caribe	399,9	392,7	390,9	391,6	387,2	405,4	409,5	404,8	413,3	419,6	402,1	414,9	427,2	433,4	420,3	428,7	431,0	425,4

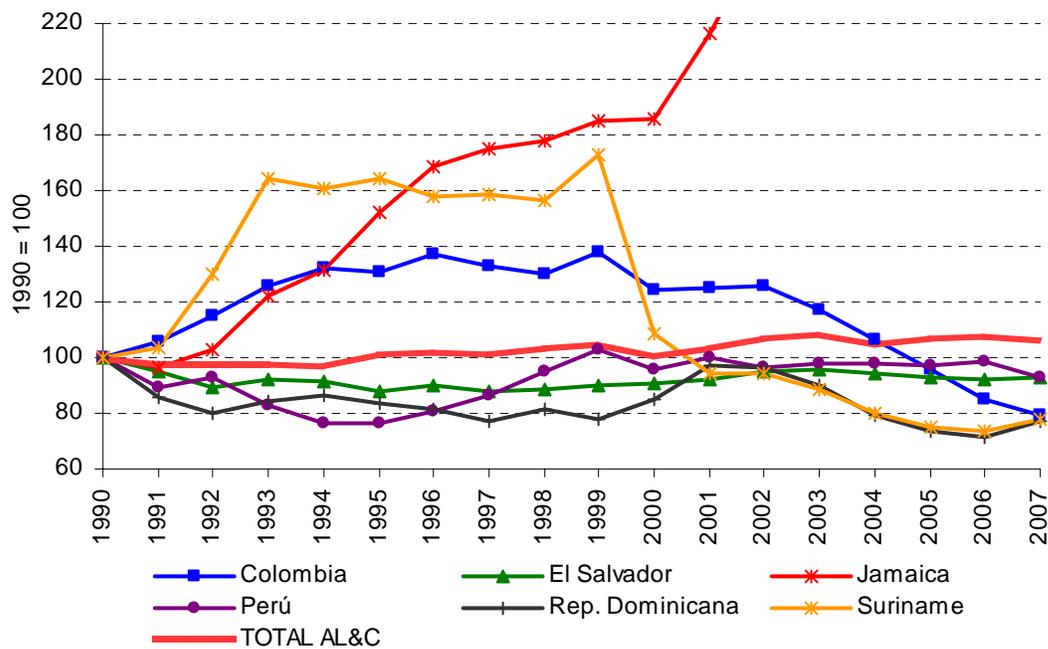
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL. Nota: los consumos de energía corresponden a promedios móviles de 3 años.

GRÁFICO A1.13
INTENSIDAD ENERGÉTICA INDUSTRIAL
(Países con PIB per cápita entre menor a 2.000 US\$2000 / hab.)



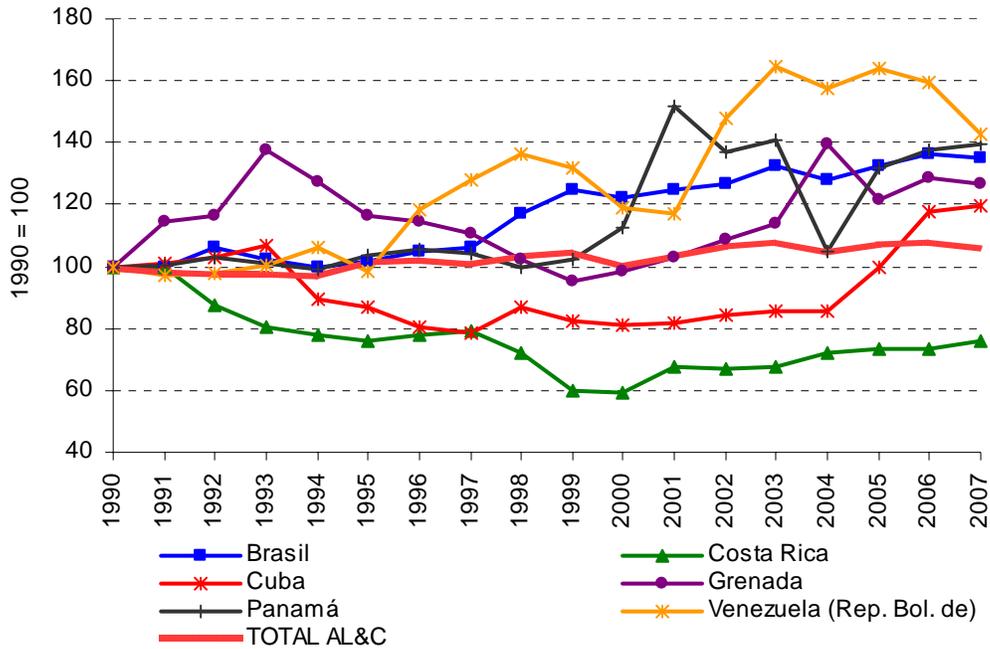
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.14
INTENSIDAD ENERGÉTICA INDUSTRIAL
(Países con PIB per cápita entre 2.000 y 4.000 US\$2000 / hab.)



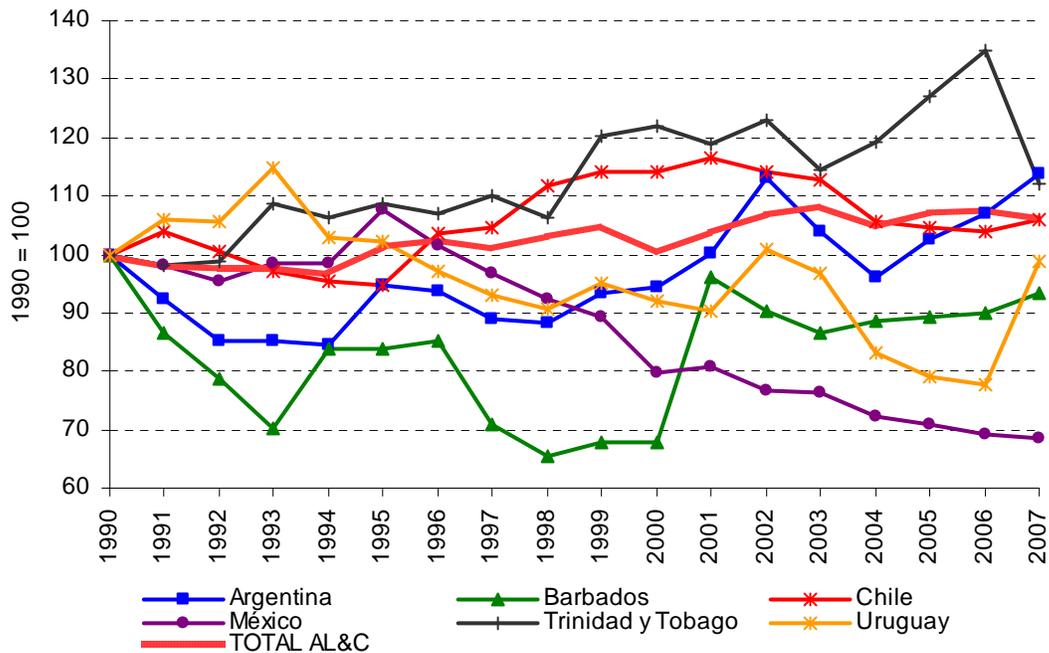
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.15
INTENSIDAD ENERGÉTICA INDUSTRIAL
(Países con PIB per cápita entre 4.000 y 6.000 US\$2000 / hab.)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.16
INTENSIDAD ENERGÉTICA INDUSTRIAL
(Países con PIB per cápita mayor a 6.000 US\$2000 / hab.)



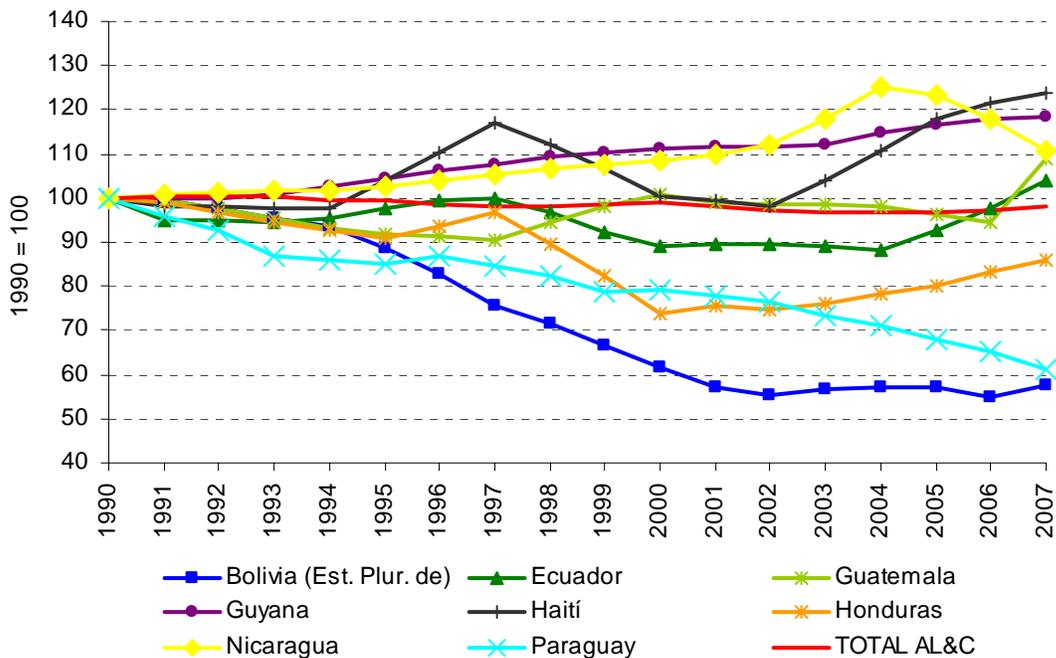
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

CUADRO A1.5
CONSUMO DE ENERGÍA RESIDENCIAL POR HABITANTE
(kep/hab.)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	192,7	201,5	215,3	226,2	235,3	235,5	235,0	235,0	242,6	253,5	259,3	251,2	246,0	251,7	262,2	269,5	276,8	284,5
Barbados	181,2	184,2	185,6	158,7	133,4	108,0	111,5	117,2	123,2	128,6	131,5	137,8	144,3	150,5	153,9	158,4	160,7	161,1
Bolivia (Est. Plur. de)	130,5	130,1	127,3	124,5	122,4	115,9	108,3	98,9	93,1	86,8	80,7	74,6	72,5	73,8	74,4	74,4	71,4	75,1
Brasil	128,3	129,2	126,4	123,0	119,5	118,8	117,7	117,7	119,3	122,2	122,9	122,4	121,6	122,2	120,3	118,6	116,9	117,0
Chile	263,6	273,5	285,2	298,1	308,6	316,5	327,8	331,4	325,1	312,6	307,0	308,2	304,9	302,2	301,6	303,0	303,0	302,3
Colombia	165,6	164,4	162,8	159,4	159,0	159,1	145,1	128,9	111,6	109,0	111,8	114,4	114,8	104,7	103,9	105,9	114,9	115,2
Costa Rica	196,3	184,5	154,1	126,4	100,5	92,9	84,8	76,0	75,9	77,0	78,3	79,6	80,2	90,6	101,2	121,7	135,6	154,3
Cuba	111,4	101,5	86,3	72,7	66,6	65,6	64,5	62,7	62,9	66,3	69,9	72,2	72,1	74,8	77,5	75,4	72,2	68,8
Ecuador	124,6	118,5	118,4	118,0	118,9	121,9	124,2	124,8	120,4	115,1	111,0	111,6	111,7	111,2	109,7	115,3	121,5	129,5
El Salvador	186,9	190,9	195,3	199,6	201,4	202,8	205,2	207,8	211,7	215,6	218,5	219,6	223,3	226,9	232,1	235,9	211,9	186,5
Grenada	108,0	110,7	112,9	114,1	118,8	124,1	131,1	140,9	150,8	160,6	168,4	175,2	180,8	184,2	189,0	190,7	196,1	198,3
Guatemala	309,4	307,2	302,0	294,9	288,5	284,3	283,0	280,4	292,8	303,2	311,9	306,0	304,3	304,8	303,5	297,7	292,3	337,1
Guyana	309,0	309,2	308,3	312,0	317,6	323,0	328,0	332,1	337,3	341,0	343,9	344,2	344,3	346,7	354,1	360,4	365,0	365,8
Haití	129,8	127,2	127,2	126,9	126,9	134,8	142,9	152,0	145,3	138,2	130,1	129,0	127,4	134,8	143,5	153,4	157,6	160,7
Honduras	268,0	264,8	259,4	253,6	248,2	243,7	251,0	259,0	239,6	220,5	197,8	202,6	200,6	204,2	209,2	215,1	222,7	230,2
Jamaica	95,3	105,9	108,1	113,7	118,3	123,0	127,3	130,7	134,5	137,3	127,3	107,1	87,5	83,0	86,9	90,4	90,3	90,0
México	168,4	170,7	173,7	176,4	176,5	176,1	175,9	177,5	174,9	173,2	170,0	169,4	167,6	166,2	163,9	162,0	161,8	163,5
Nicaragua	212,5	214,1	215,2	216,1	216,6	218,4	221,0	224,1	226,5	228,5	230,9	233,6	237,8	250,5	265,7	262,1	250,8	235,7
Panamá	175,7	175,2	176,8	179,0	176,8	178,0	178,4	182,8	183,6	183,8	206,4	226,1	245,0	234,8	226,1	215,2	206,6	196,2
Paraguay	325,3	312,4	301,3	282,6	280,0	276,7	282,5	275,1	267,4	255,6	256,9	252,7	249,3	239,2	231,9	220,6	212,6	199,7
Perú	165,5	157,5	150,5	147,0	142,5	141,0	140,3	139,7	138,3	137,7	137,2	136,7	135,1	129,8	121,6	117,7	116,7	122,2
Rep. Dominicana	158,1	179,5	192,9	204,3	203,1	198,1	206,3	217,2	234,3	242,5	239,3	229,9	222,9	219,0	213,2	192,9	178,7	161,1
Suriname	158,7	163,7	167,2	168,6	169,9	170,9	173,2	176,2	178,7	179,2	179,2	179,0	178,8	178,9	180,1	182,8	185,1	185,0
Trinidad y Tobago	71,8	73,3	79,2	84,6	89,9	90,4	91,9	94,2	115,8	139,7	151,2	159,2	167,6	185,5	197,6	209,3	235,4	251,7
Uruguay	213,9	227,8	232,1	234,0	235,6	236,4	227,5	219,6	212,9	216,4	216,5	213,0	207,2	202,4	200,1	200,8	205,2	206,9
Venezuela (Rep. Bol.de)	117,8	110,3	108,7	109,8	106,2	103,8	103,3	101,7	114,2	124,7	135,9	132,2	130,1	128,4	137,3	146,7	148,6	142,0
Total América Latina y el Caribe	159,2	160,0	160,0	159,5	158,4	158,0	157,1	156,3	155,9	157,2	157,6	156,5	155,0	154,4	154,3	154,2	154,4	156,0

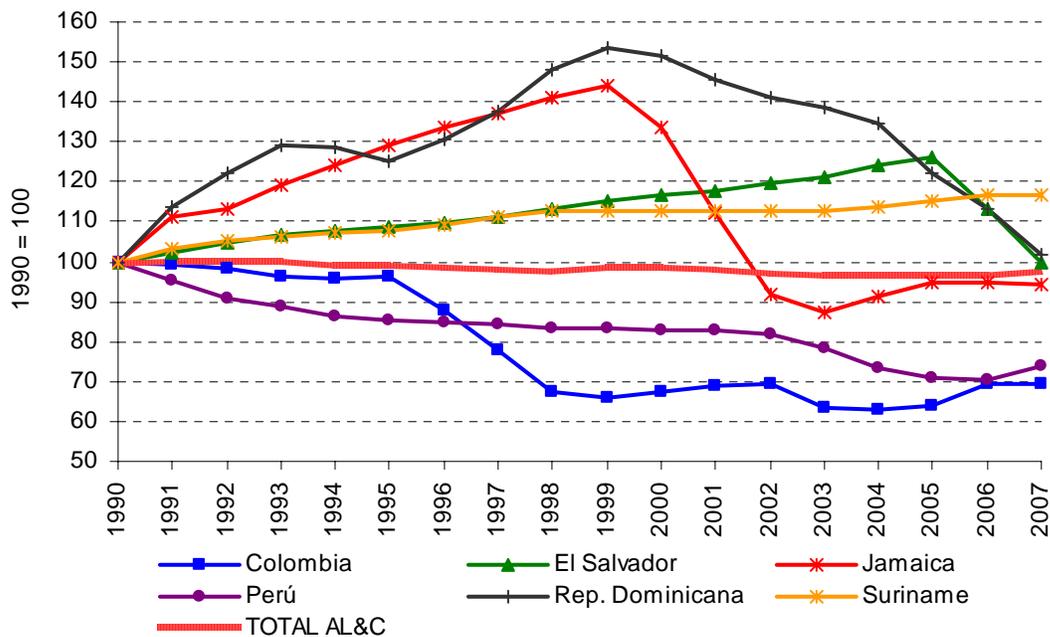
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL. Nota: los consumos de energía corresponden a promedios móviles de 3 años.

GRÁFICO A1.17
CONSUMO DE ENERGÍA RESIDENCIAL POR HABITANTE
(Países con PIB per cápita entre menor a 2.000 US\$2000 / hab.)



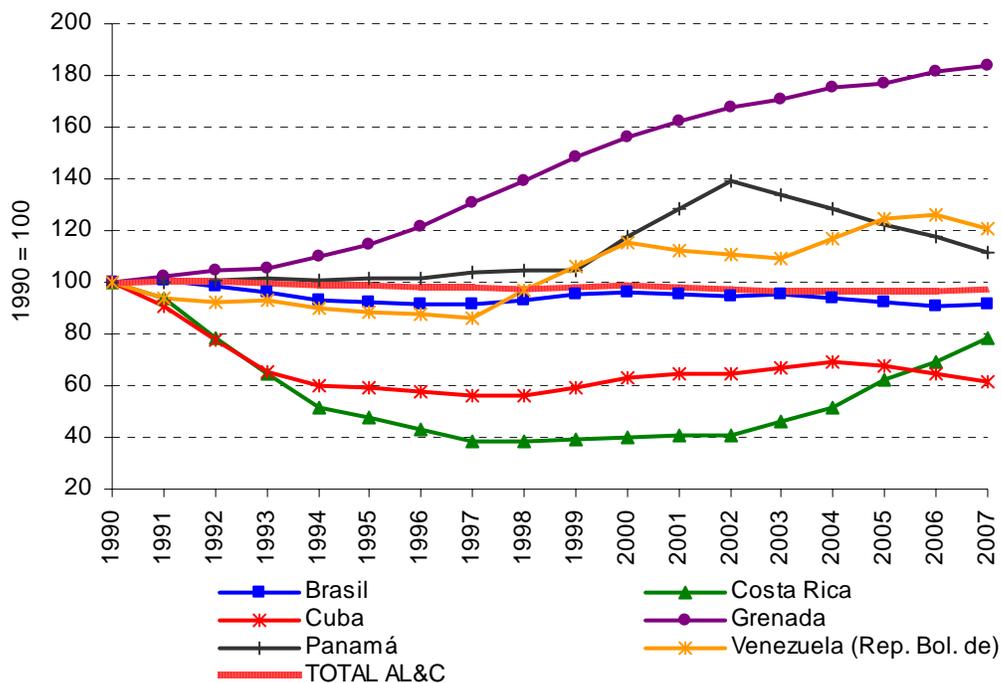
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.18
CONSUMO DE ENERGÍA RESIDENCIAL POR HABITANTE
(Países con PIB per cápita entre 2.000 y 4.000 US\$2000 / hab.)



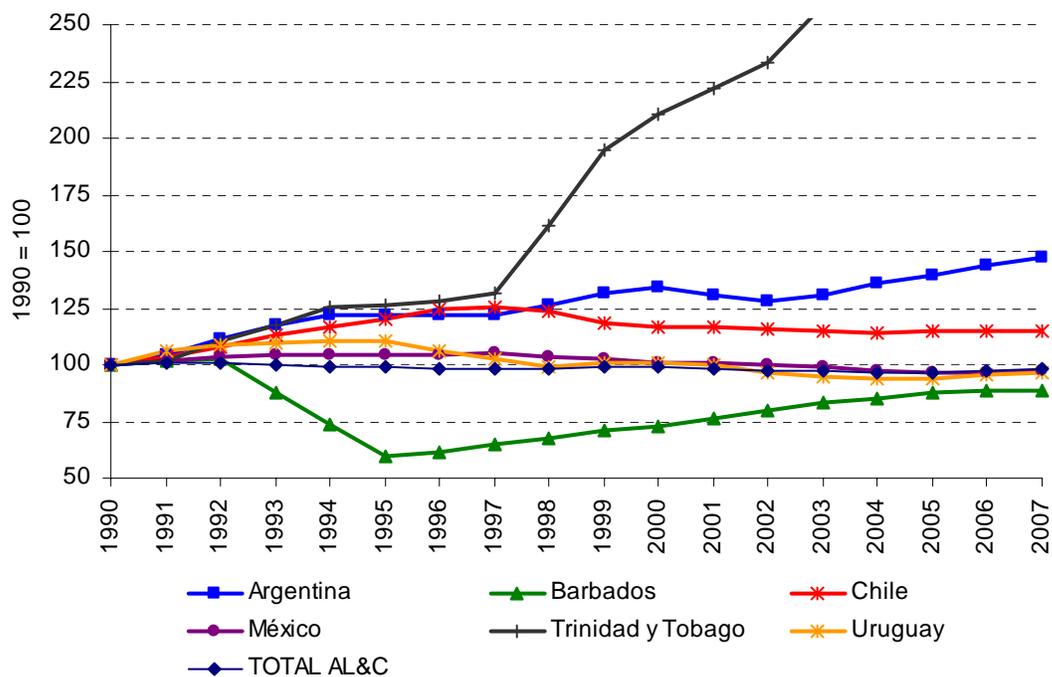
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.19
CONSUMO DE ENERGÍA RESIDENCIAL POR HABITANTE
(Países con PIB per cápita entre 4.000 y 6.000 US\$2000 / hab.)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.20
CONSUMO DE ENERGÍA RESIDENCIAL POR HABITANTE
(Países con PIB per cápita mayor a 6.000 US\$2000 / hab.)



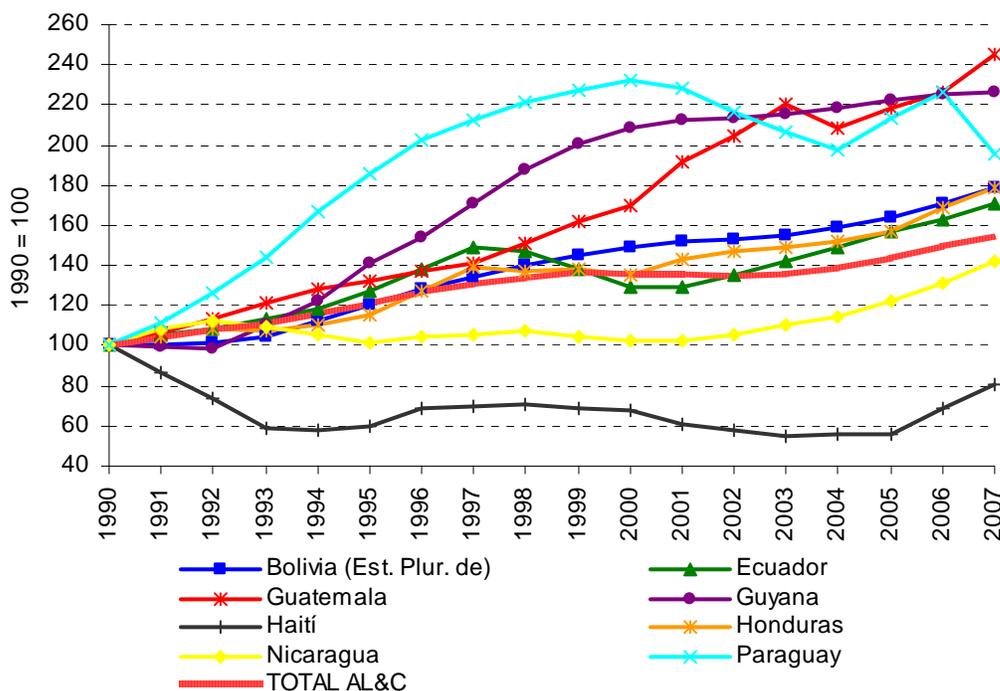
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

CUADRO A1.6
CONSUMO DE ELECTRICIDAD POR HABITANTE
(kWh/hab.)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	344,8	368,3	398,7	431,7	462,2	484,6	503,3	516,9	540,2	561,3	581,8	579,9	575,0	580,9	601,9	634,8	680,2	717,1
Barbados	1 457,7	1 523,1	1 571,8	1 283,3	993,6	701,6	739,3	781,7	838,6	893,7	937,5	974,8	1 006,4	1 032,2	1 054,1	1 084,3	1 100,7	1 103,5
Bolivia (Est. Plur.de)	108,7	108,9	110,5	113,4	121,9	130,7	139,5	145,5	152,0	157,5	162,1	165,1	166,7	168,4	172,3	178,7	186,2	194,1
Brasil	319,7	332,3	337,8	343,1	362,5	388,9	419,7	445,0	462,4	474,1	456,7	434,2	414,3	417,6	430,3	442,5	459,5	475,7
Chile	384,0	399,2	421,6	450,7	479,9	517,0	553,3	596,7	539,7	476,5	412,3	432,8	451,3	461,3	479,6	500,3	520,9	528,0
Colombia	377,1	369,9	369,3	372,8	390,6	397,7	396,3	366,9	333,2	296,8	311,8	329,9	357,3	362,2	371,2	379,1	387,3	395,8
Costa Rica	503,0	511,8	523,4	541,6	558,3	568,6	573,1	586,8	602,2	621,5	636,2	651,1	666,2	680,6	694,7	708,4	722,6	734,0
Cuba	309,3	299,2	286,0	285,5	292,4	303,4	312,8	327,3	345,6	362,3	382,4	409,3	431,1	442,5	438,5	457,2	494,3	531,0
Ecuador	181,5	191,1	197,2	205,6	214,5	230,9	250,6	270,0	267,3	251,0	233,8	235,0	244,7	258,7	271,4	284,3	295,4	309,3
El Salvador	120,6	125,3	135,8	148,5	163,1	173,1	184,2	195,9	212,6	221,3	225,3	230,2	251,9	274,0	274,6	266,1	258,2	263,9
Grenada	204,9	222,2	237,1	248,3	273,4	296,8	322,5	343,7	369,2	406,3	448,0	491,5	518,9	531,8	545,7	550,7	566,3	572,7
Guatemala	71,5	76,1	81,1	86,8	91,4	94,7	97,8	101,1	108,1	115,7	121,7	136,7	146,3	157,5	148,7	156,4	162,1	175,0
Guyana	115,3	114,4	113,6	126,9	141,3	162,1	177,0	196,8	216,6	231,0	240,7	244,4	246,4	248,6	252,2	256,7	260,0	260,5
Haití	20,7	18,0	15,3	12,2	12,0	12,3	14,3	14,3	14,6	14,2	14,0	12,6	12,0	11,4	11,6	11,5	14,2	16,7
Honduras	155,8	162,9	169,1	167,4	171,8	179,8	198,4	216,9	214,2	214,7	210,9	223,4	229,1	232,4	236,7	245,0	262,8	278,4
Jamaica	214,9	223,1	227,1	236,8	254,9	279,2	305,2	335,0	364,5	390,1	404,0	413,0	417,3	416,9	414,4	410,4	410,0	406,8
México	243,1	259,2	274,2	291,2	302,5	308,2	309,9	316,3	328,4	345,7	363,3	377,4	385,1	388,5	395,3	405,4	417,0	427,8
Nicaragua	86,5	93,7	97,1	94,8	91,0	87,9	90,4	91,5	92,5	90,2	88,9	88,2	91,2	95,6	99,0	105,5	113,1	122,9
Panamá	264,9	273,3	284,1	288,6	296,1	301,4	305,5	321,3	338,8	364,6	375,4	395,3	415,0	439,6	454,0	464,8	470,3	477,6
Paraguay	229,5	256,0	290,6	330,7	382,2	427,1	465,6	486,6	507,1	521,8	532,4	523,9	497,2	473,2	452,9	489,6	518,7	448,4
Perú	202,5	201,7	202,1	196,7	201,9	209,9	219,0	227,4	230,1	234,0	239,8	250,2	260,0	233,8	214,0	217,9	235,1	241,3
Rep. Dominicana	319,6	372,7	382,0	387,4	376,7	401,5	420,6	451,6	456,7	475,2	429,5	388,2	388,3	445,6	483,2	466,4	453,5	451,0
Suriname	437,3	484,3	529,8	528,3	523,3	518,3	514,3	511,2	511,0	510,5	511,1	509,1	508,9	510,0	515,2	522,6	529,5	529,3
Trinidad y Tobago	691,0	705,2	720,6	733,5	754,8	768,4	790,4	814,9	971,9	1 157,4	1 349,1	1 410,5	1 507,9	1 581,8	1 677,3	1 723,1	1 925,4	2 103,2
Uruguay	527,8	561,6	616,8	658,5	696,4	717,0	737,8	760,9	794,7	834,1	860,5	860,3	831,7	805,5	795,4	806,0	833,5	847,0
Venezuela (Rep. Bol de)	504,4	532,6	584,1	603,8	595,0	574,6	576,2	595,5	615,5	625,7	634,3	627,9	617,0	612,2	635,4	694,8	730,0	743,2
Total América Latina y el Caribe	295,0	307,1	318,3	328,8	343,4	358,3	374,4	388,1	396,8	403,4	402,7	400,6	398,8	402,1	411,4	425,4	442,7	456,2

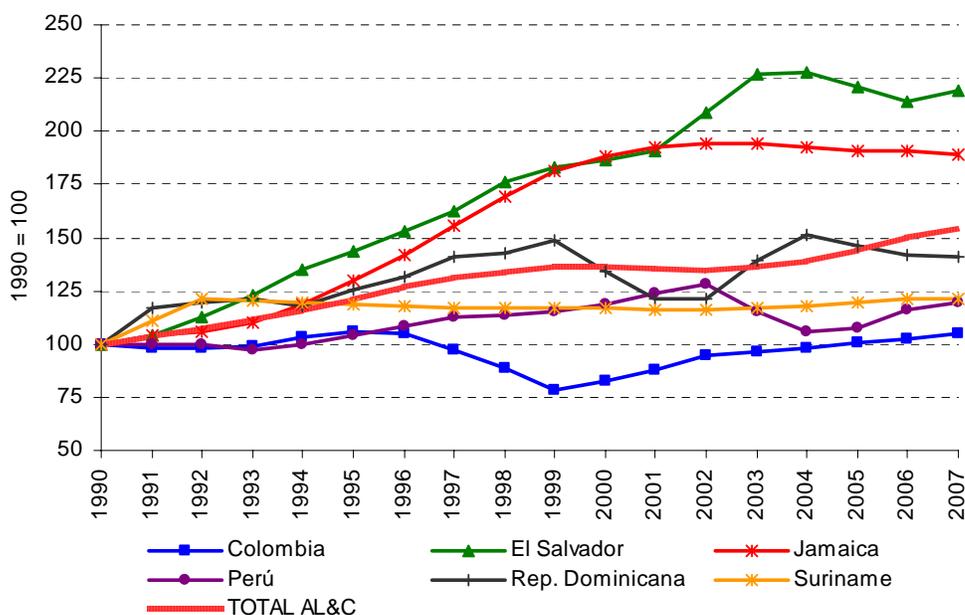
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL. Nota: los consumos de energía corresponden a promedios móviles de 3 años.

GRÁFICO A1.21
CONSUMO DE ELECTRICIDAD POR HABITANTE
(Países con PIB per cápita entre menor a 2.000 US\$2000 / hab.)



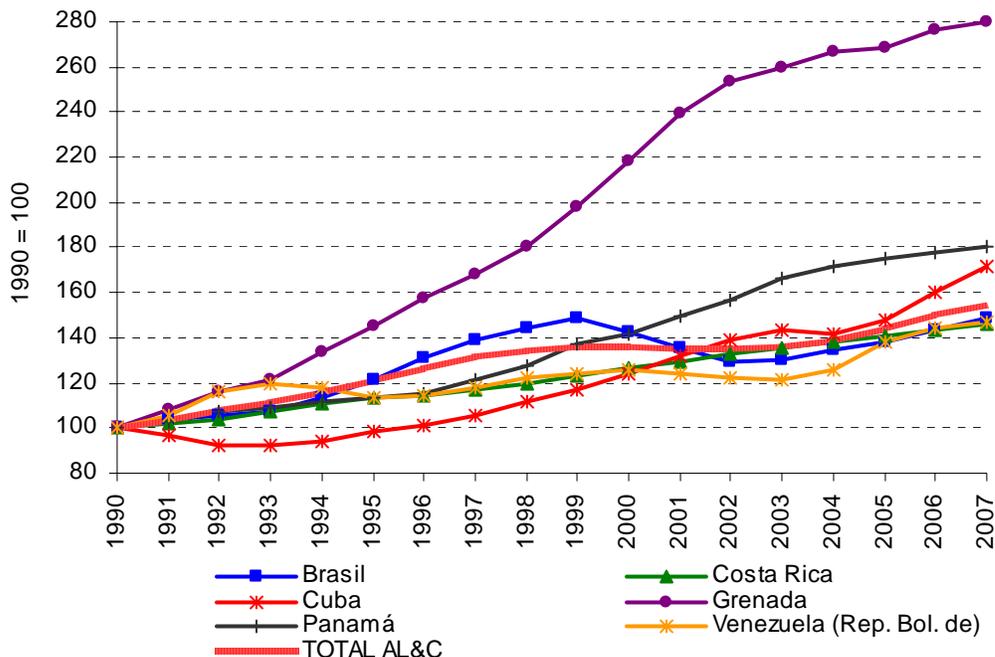
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.22
CONSUMO DE ELECTRICIDAD POR HABITANTE
(Países con PIB per cápita entre 2.000 y 4.000 US\$2000 / hab.)



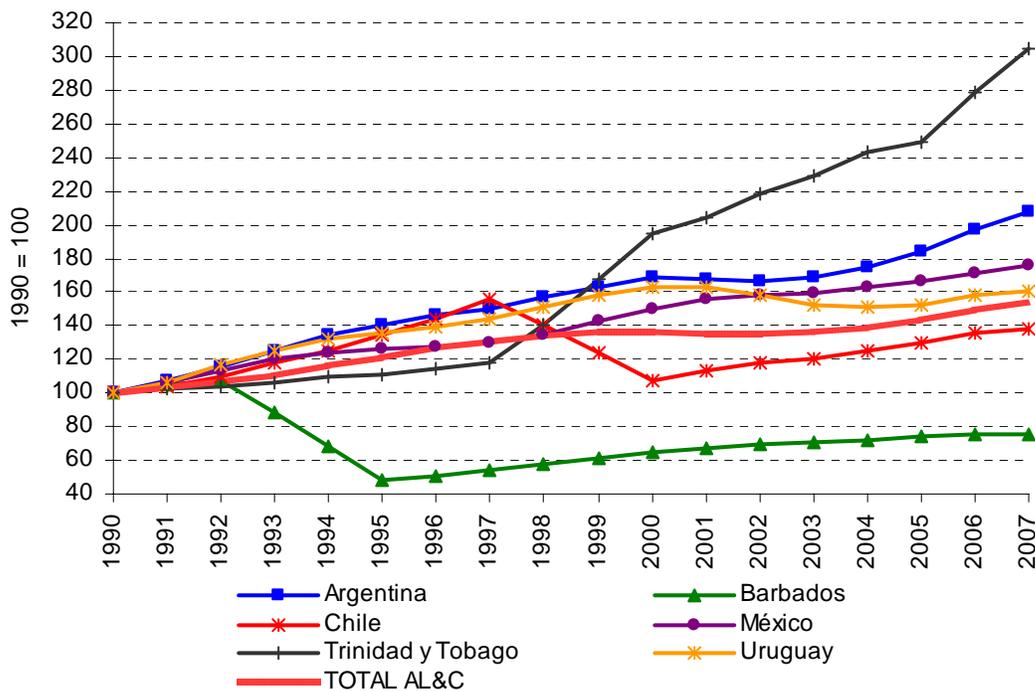
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.23
CONSUMO DE ELECTRICIDAD POR HABITANTE
(Países con PIB per cápita entre 4,000 y 6,000 US\$2000 / hab.)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.24
CONSUMO DE ELECTRICIDAD POR HABITANTE
(Países con PIB per cápita mayor a 6,000 US\$2000 / hab.)



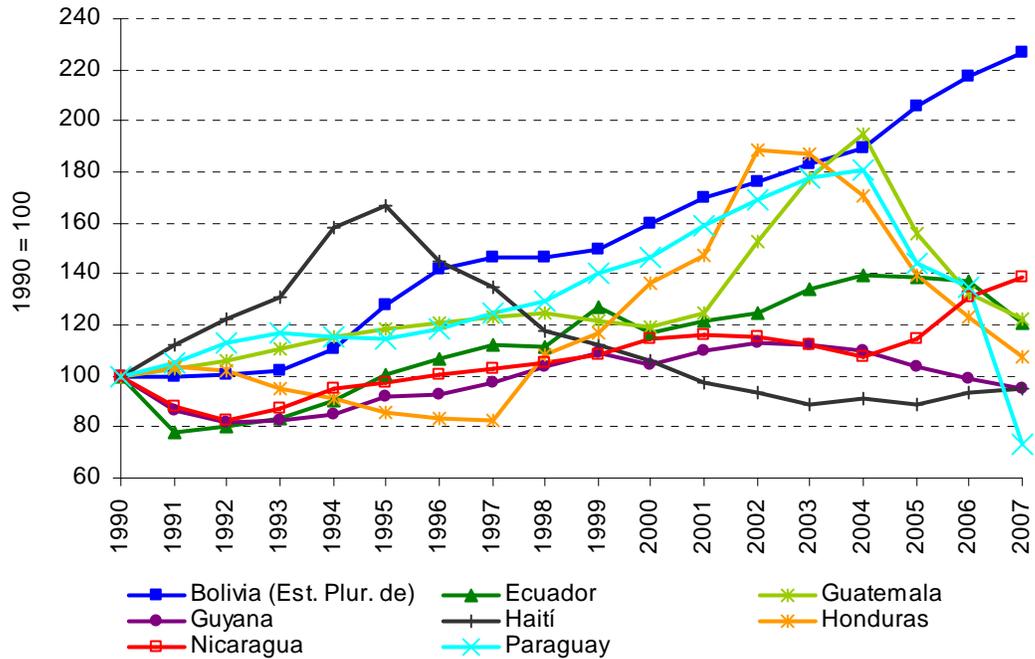
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

CUADRO A1.7
INTENSIDAD ENERGÉTICA COMERCIAL, SERVICIOS Y PÚBLICO
(Tep/10⁶ US\$ de 2000)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	23,2	19,8	17,9	17,3	16,6	17,2	16,6	16,3	17,5	18,6	19,1	19,7	22,6	23,4	22,8	22,1	21,0	20,1
Barbados	6,3	6,6	7,5	16,1	24,1	33,0	34,8	36,3	37,3	37,0	34,3	36,2	39,9	42,5	40,6	40,8	40,0	38,5
Bolivia (Est. Plur. de)	13,0	13,0	13,0	13,2	14,3	16,6	18,4	19,0	19,0	19,4	20,8	22,1	22,8	23,8	24,5	26,7	28,3	29,4
Brasil	16,7	17,3	17,9	18,5	19,3	20,2	21,1	22,0	23,4	24,6	24,4	24,3	23,6	23,9	23,5	23,5	23,3	23,1
Chile									5,4	11,1	16,5	17,1	18,0	18,8	19,0	19,4	20,2	20,3
Colombia	22,6	23,3	23,1	22,9	22,2	22,3	22,0	21,4	22,2	24,4	25,0	24,3	23,6	22,2	20,9	19,4	19,1	18,6
Costa Rica	19,9	20,9	20,7	21,5	21,7	22,0	22,8	25,0	24,9	25,3	25,4	25,5	25,8	25,0	26,4	27,4	27,9	27,9
Cuba	18,5	17,2	16,5	18,9	19,6	21,4	20,7	21,2	20,8	21,2	21,4	21,9	22,5	22,3	20,9	14,1	9,6	6,9
Ecuador	40,6	31,7	32,5	33,8	36,6	40,9	43,4	45,5	45,1	51,4	47,4	49,2	50,7	54,3	56,5	56,4	55,6	48,9
El Salvador	11,0	11,9	13,1	14,5	15,0	14,9	15,7	15,8	15,9	13,4	11,0	9,0	9,6	10,1	9,8	9,3	14,3	19,2
Grenada	14,5	16,9	19,2	19,4	20,5	24,2	28,2	32,0	33,2	34,6	31,6	33,3	34,0	32,2	34,7	35,3	34,5	32,1
Guatemala	21,3	21,9	22,6	23,6	24,6	25,2	25,8	26,2	26,6	25,8	25,4	26,5	32,5	37,9	41,5	33,2	28,3	26,0
Guyana	47,7	41,2	38,9	39,3	40,5	43,7	44,3	46,4	49,5	52,1	49,9	52,2	54,0	53,5	52,3	49,2	47,2	45,4
Haití	33,5	37,7	40,9	43,7	53,0	55,9	48,5	45,1	39,4	37,6	35,5	32,7	31,4	29,6	30,5	29,7	31,2	31,8
Honduras	35,0	36,3	35,7	33,2	31,9	30,0	29,1	29,0	37,9	40,9	47,7	51,5	65,8	65,5	59,7	48,8	43,1	37,5
Jamaica	19,0	20,6	21,1	22,7	23,0	23,1	24,3	26,1	27,5	28,1	28,1	27,2	26,1	21,2	17,3	14,0	14,2	14,7
México	7,9	7,7	8,4	8,7	8,6	9,4	10,3	10,2	10,2	9,5	9,3	9,8	9,9	9,8	9,3	9,0	8,8	8,7
Nicaragua	80,2	70,8	66,2	70,2	75,9	78,2	80,9	82,2	84,5	87,1	91,7	93,4	92,8	89,9	86,5	91,7	105,0	111,0
Panamá	26,5	26,2	25,4	25,7	26,1	27,2	28,7	29,6	30,8	29,7	30,2	34,1	39,9	41,2	37,8	34,6	35,7	33,9
Paraguay	12,8	13,4	14,4	14,9	14,7	14,6	15,1	15,9	16,6	17,9	18,7	20,3	21,6	22,7	23,1	18,4	17,2	9,4
Perú	14,5	14,8	14,2	13,9	12,9	13,2	13,7	13,4	13,5	12,9	11,5	11,6	10,2	12,7	15,2	16,5	16,8	14,1
Rep. Dominicana											4,1	11,7	19,0	22,8	22,8	20,0	17,2	16,4
Suriname	48,8	53,0	56,8	59,2	64,0	61,4	63,8	62,6	62,0	63,7	67,5	71,5	70,5	65,3	63,2	61,6	59,5	56,6
Trinidad y Tobago	25,0	25,1	26,8	26,7	25,5	24,8	23,8	23,5	15,9	8,4	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uruguay	11,3	11,7	11,7	11,7	12,7	14,2	15,4	15,7	15,6	15,5	15,3	15,6	16,5	17,2	16,9	17,3	17,4	17,3
Venezuela (Rep. Bol de)	28,2	29,0	30,1	32,6	36,4	37,8	40,8	42,0	43,2	45,5	38,6	32,3	27,9	30,4	30,1	29,7	28,2	25,7
Total América Latina y el Caribe	15,6	15,3	15,4	15,8	16,0	17,0	17,6	17,7	18,5	19,1	18,9	19,0	19,2	19,6	19,2	18,7	18,3	17,8

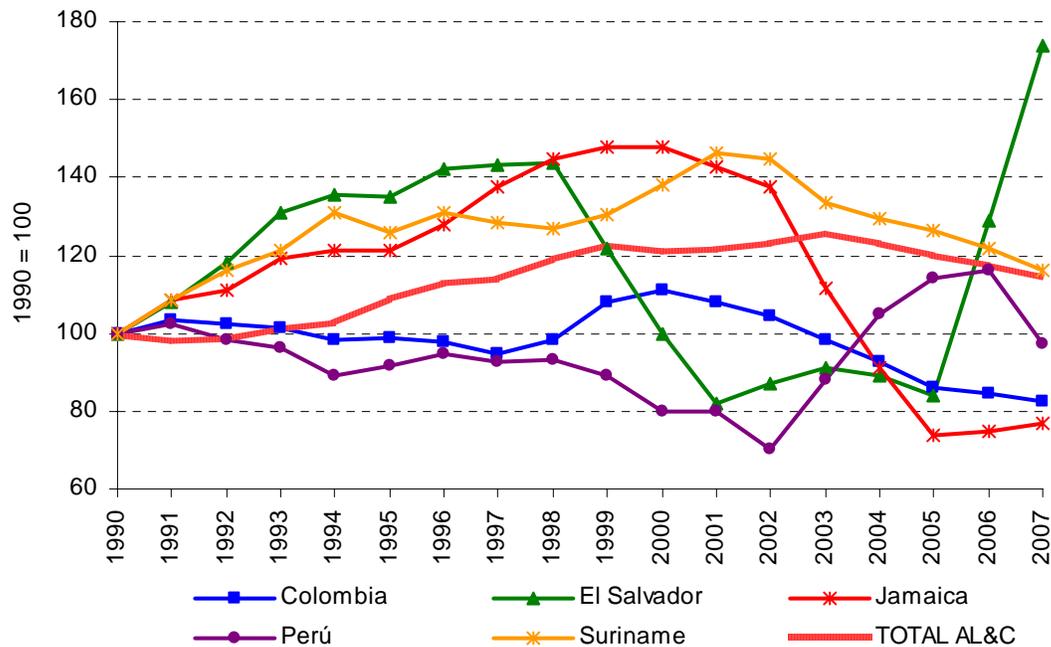
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL. Nota: los consumos de energía corresponden a promedios móviles de 3 años.

GRÁFICO A1.25
INTENSIDAD ENERGÉTICA COMERCIAL, SERVICIOS Y PÚBLICO
(Países con PIB per cápita entre menor a 2.000 US\$2000 / hab.)

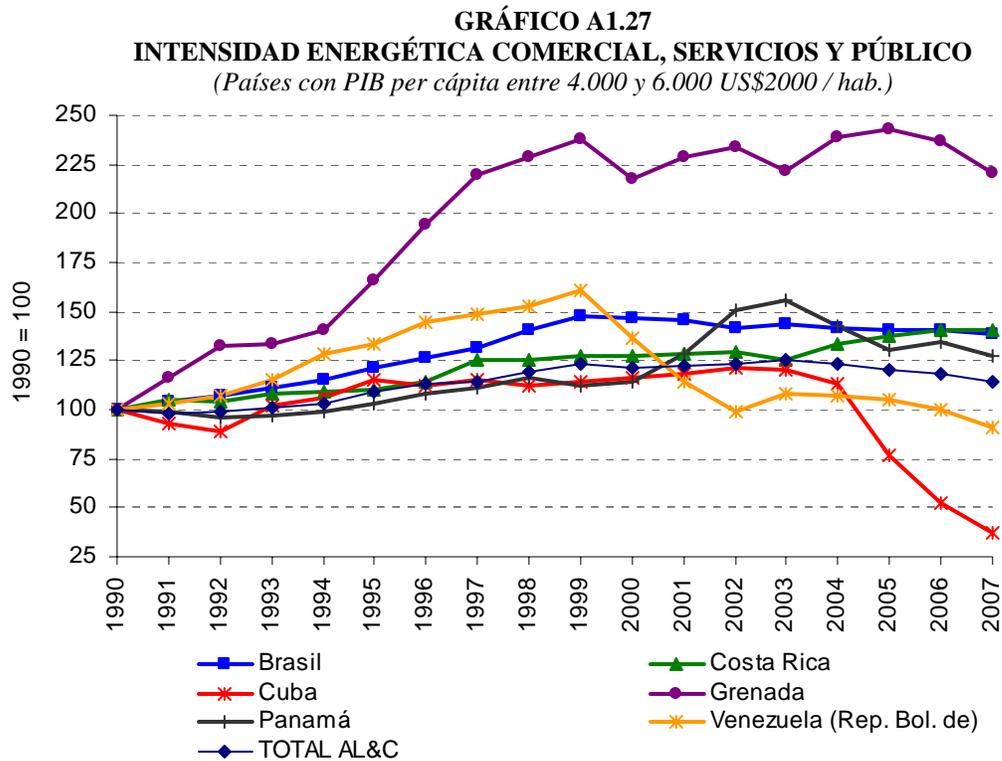


Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

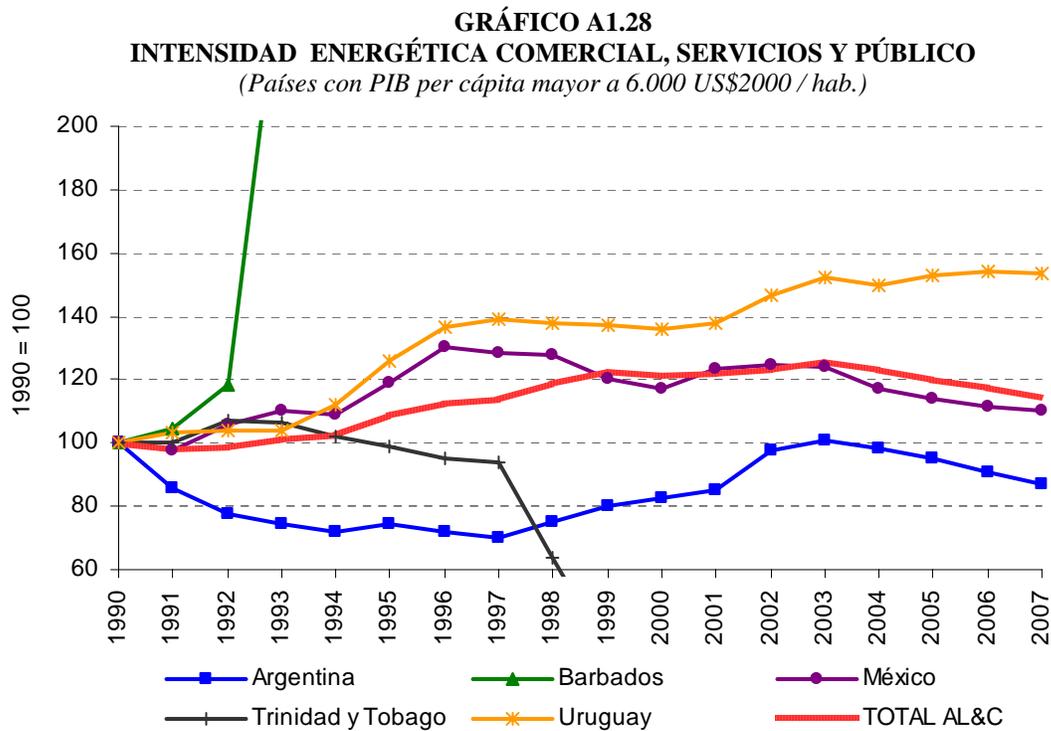
GRÁFICO A1.26
INTENSIDAD ENERGÉTICA COMERCIAL, SERVICIOS Y PÚBLICO
(Países con PIB per cápita entre 2.000 y 4.000 US\$2000 / hab.)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.



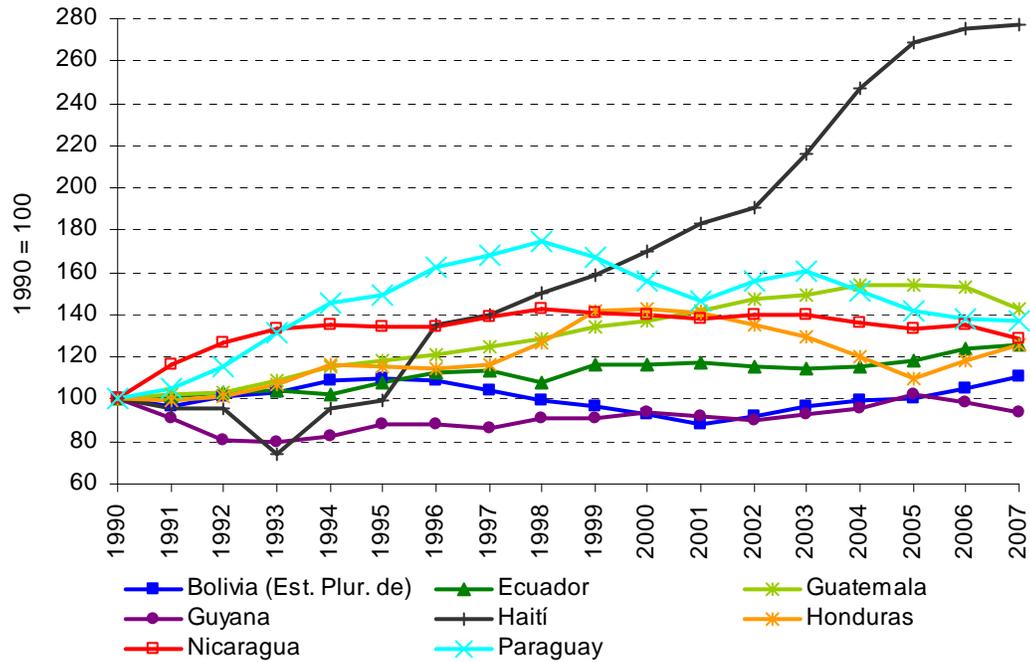
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

CUADRO A1.8
CONSUMO EN TRANSPORTE POR UNIDAD DE PIB
(Tep/10⁶ US\$ de 2000)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	51,1	48,8	47,4	47,6	46,9	49,8	48,4	46,3	45,1	46,4	44,1	43,6	46,4	43,6	42,2	41,4	38,0	34,0
Barbados	55,4	58,4	62,5	62,5	59,9	57,5	57,2	58,8	61,3	64,9	66,0	71,5	72,5	72,8	71,3	70,6	69,7	67,9
Bolivia (Est. Plur. de)	124,7	121,0	127,0	129,1	135,8	137,3	136,1	130,2	123,9	120,5	115,5	110,4	114,5	120,4	124,4	125,6	131,4	137,8
Brasil	66,5	67,9	70,3	69,1	69,3	71,6	74,9	76,2	78,0	78,4	75,0	74,7	72,7	73,6	70,7	70,9	70,6	71,1
Chile	84,4	82,6	79,3	81,2	84,6	83,0	83,0	83,2	84,8	89,3	86,2	84,2	83,5	83,5	82,6	81,0	80,9	79,3
Colombia	81,7	86,1	86,7	84,3	84,8	85,6	89,8	87,5	84,2	83,5	75,8	72,0	69,1	68,0	68,8	68,5	68,6	66,9
Costa Rica	60,4	62,4	64,2	69,5	74,1	75,7	77,6	77,9	78,7	75,2	74,0	71,2	70,8	72,1	71,9	72,9	69,5	69,0
Cuba	79,3	72,2	62,4	62,1	58,7	59,0	60,7	62,7	64,0	56,9	53,2	48,5	45,4	43,7	44,9	33,3	20,8	11,3
Ecuador	169,4	171,7	174,7	177,1	172,9	183,2	190,9	192,9	182,7	197,1	197,3	199,5	195,6	194,6	195,5	200,9	209,1	213,3
El Salvador	53,2	56,7	57,6	59,9	62,0	62,9	66,0	68,0	70,9	71,2	70,1	67,7	67,5	68,5	69,2	68,1	64,1	61,2
Grenada	64,7	65,0	66,6	67,7	71,2	79,5	83,5	86,0	87,9	84,3	72,9	77,4	79,4	74,9	82,2	74,8	78,4	76,5
Guatemala	64,6	65,9	66,5	70,5	74,4	76,3	78,3	80,8	83,1	86,8	88,6	91,8	95,0	96,8	99,2	99,2	98,8	92,2
Guyana	247,8	225,0	200,2	198,6	203,9	219,0	217,6	214,7	226,4	226,5	232,9	228,6	224,3	231,0	238,0	253,4	244,1	232,2
Haití	43,0	41,2	41,0	32,0	41,0	42,9	58,1	60,3	64,7	68,4	73,0	78,6	82,1	92,7	106,3	115,5	118,3	118,9
Honduras	70,5	70,2	71,4	75,6	81,7	81,1	80,5	81,8	89,5	100,1	100,3	99,1	95,6	91,4	84,6	77,3	83,7	88,5
Jamaica	62,9	61,9	60,8	60,5	63,9	67,5	73,3	78,8	83,6	86,2	86,9	93,2	99,2	101,7	102,0	111,0	118,6	124,8
México	67,3	67,8	67,5	67,6	64,8	69,1	66,1	64,1	62,9	62,5	59,6	60,7	60,0	62,9	63,2	65,5	65,2	69,0
Nicaragua	77,8	90,5	98,7	103,9	104,9	104,4	104,8	108,0	111,2	109,7	108,5	107,6	108,9	109,0	105,9	103,9	105,3	100,0
Panamá	55,8	54,9	55,0	56,5	59,5	62,4	64,9	66,0	65,0	63,7	64,8	66,4	72,9	75,8	77,9	75,6	72,9	69,8
Paraguay	94,6	99,1	109,3	124,3	138,0	141,5	153,9	159,1	165,2	158,3	147,2	138,5	147,8	152,1	143,2	134,3	130,5	130,1
Perú	67,1	66,1	66,0	68,2	65,8	66,4	67,8	65,1	67,1	67,5	64,9	61,7	57,0	55,6	55,1	55,2	52,8	55,5
Rep. Dominicana	61,6	60,2	57,6	60,3	66,5	71,0	74,4	77,9	82,4	85,3	83,7	82,6	74,1	73,0	71,5	66,6	63,6	57,3
Suriname	140,3	139,6	138,1	147,1	154,1	152,1	152,8	151,7	149,3	154,7	154,0	151,7	153,5	149,1	142,1	137,5	134,5	128,7
Trinidad y Tobago	91,5	95,8	97,1	95,6	89,8	88,1	86,5	84,4	80,6	76,6	70,2	66,9	60,9	55,4	57,3	60,6	58,4	56,3
Uruguay	32,4	32,5	33,1	36,0	36,3	39,0	38,7	39,5	40,1	41,3	40,6	38,8	40,9	38,7	35,2	34,4	33,8	33,0
Venezuela (Rep. Bol de)	101,3	94,1	92,1	94,0	99,8	94,8	95,5	90,1	93,8	102,9	104,2	103,2	115,4	128,8	115,7	114,5	107,5	99,8
Total América Latina y el Caribe	69,2	69,1	69,2	69,1	68,7	71,4	71,8	70,9	71,0	71,8	69,0	69,0	69,1	70,1	68,7	68,9	67,5	67,3

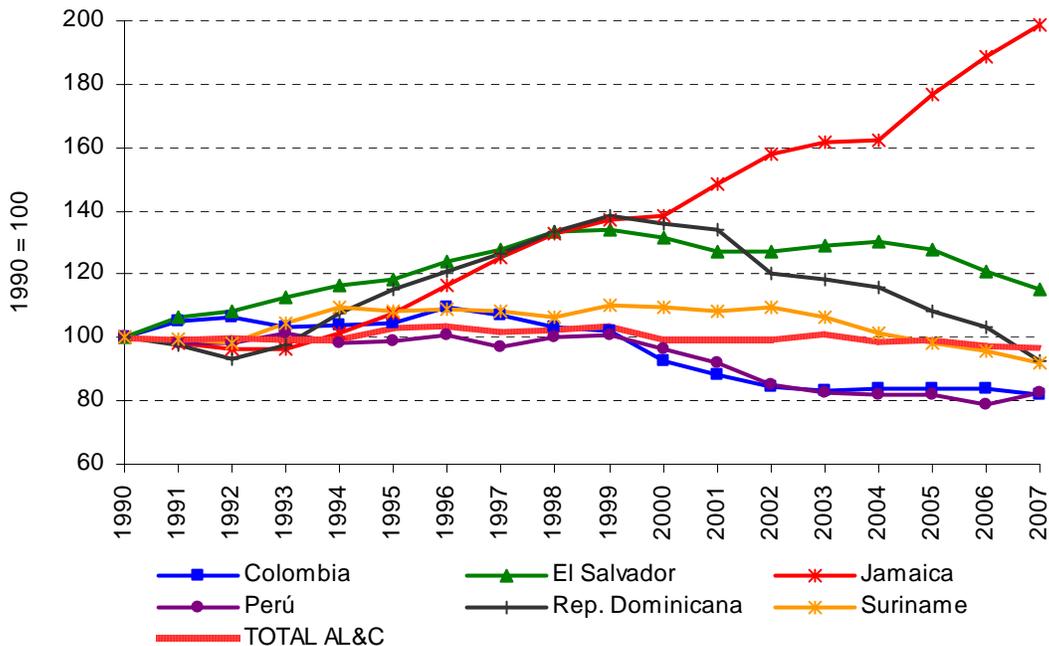
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL. Nota: los consumos de energía corresponden a promedios móviles de 3 años.

GRÁFICO A1.29
CONSUMO EN TRANSPORTE POR UNIDAD DE PIB
(Países con PIB per cápita entre menor a 2.000 US\$2000 / hab.)



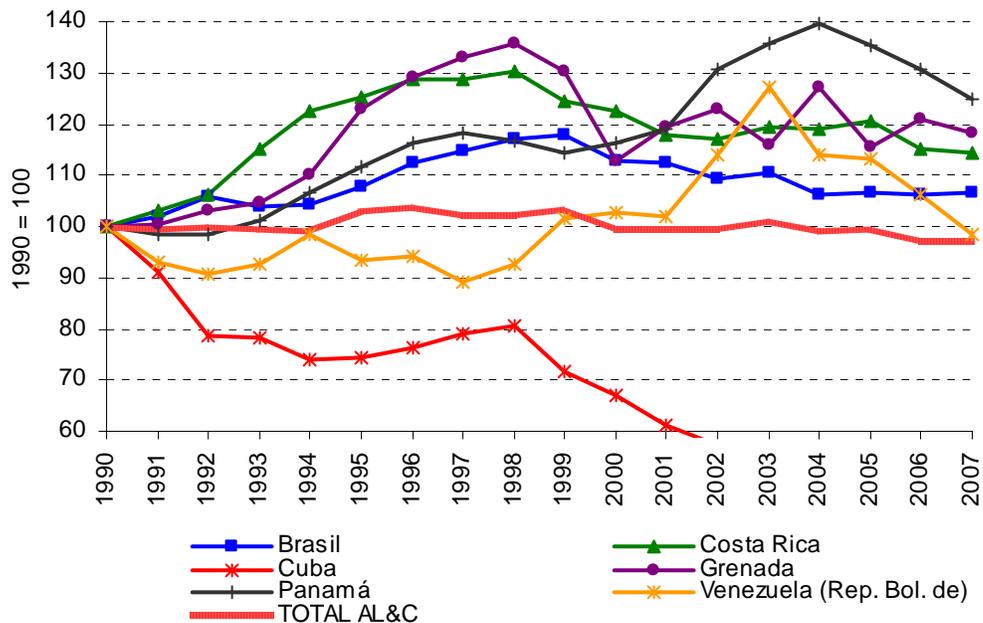
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.30
CONSUMO EN TRANSPORTE POR UNIDAD DE PIB
(Países con PIB per cápita entre 2.000 y 4.000 US\$2000 / hab.)



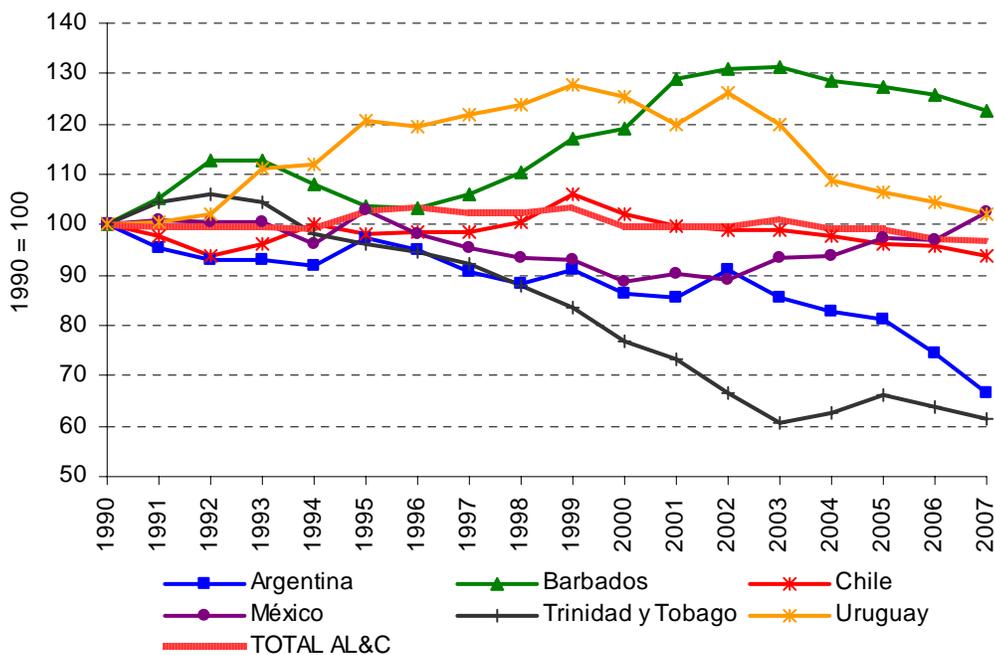
Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.31
CONSUMO EN TRANSPORTE POR UNIDAD DE PIB
(Países con PIB per cápita entre 4.000 y 6.000 US\$2000 / hab.)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

GRÁFICO A1.32
CONSUMO EN TRANSPORTE POR UNIDAD DE PIB
(Países con PIB per cápita mayor a 6.000 US\$2000 / hab.)



Fuente: Elaborado con información del SIEE-Olade y CEPAL.

CUADRO A1.9
INDICADORES DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE PROMOCIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
(Diciembre de 2009)

Indicador/país	AR	BR	CH	ES	PN	UR
Aspectos generales						
IA1 Alcance sectorial del Programa de Eficiencia Energética <small>I - Industria, T - Transporte, R - Residencial, CSP - Comercio y Servicios Públicos, AP - Alumbrado Público, A - Agricultura</small>	I T R CSP AP	I R CSP AP	I T R CSP AP	I R CSP AP	I T R CSP AP	I R CSP AP
IA2 Vectores energéticos considerados en el Programa de Eficiencia Energética <small>EL - Electricidad, PG - Combustibles derivados de petróleo y gas natural, BIO - Biocombustibles</small>	EL PG	EL	EL PG BIO	EL	EL PG BIO	EL PG
Aspectos regulatorios						
IA3 Normativa legal directamente relacionada a la promoción de la eficiencia energética		E	E		E	E
IA4 Normativa específica dedicada a la promoción de la cogeneración de energía						E
IA5 Normas de desempeño y etiquetas referidas a equipos consumidores de energía	EA	E	E	EA		E
Aspectos institucionales						
IA6 División gubernamental dedicado prioritariamente a la eficiencia energética	E	E	E	E	E	E
IA7 Agencia o entidad descentralizada dedicada a la eficiencia energética	E		E	E		
Aspectos económicos						
IA8 Incentivos fiscales, tributarios y arancelarios bien definidos a favor de la EE		ET				E
IA9 Línea de financiamiento para el diseño y ejecución de programas de eficiencia energética	E	E	E	E		E
IA10 Línea de financiamiento para la inversión en proyectos que integran los programas de EE	E	E	E	E		E
Aspectos educacionales y comunicacionales						
IA11 Programas de capacitación, entrenamiento y educación sobre eficiencia energética	E	E		E	E	E
IA12 Programas de difusión (campañas de divulgación, eventos, etc.)	E	E	E	E	E	E
IA13 Página Web del programa de eficiencia energética		E	E			E
IA14 Premios asociados a medidas de ahorro de energía		E	E			
Aspectos de gestión del programa						
IA15 Equipo de profesionales específicamente dedicados a la promoción de la EE	E	E	E	E	E	E
IA16 Cooperación internacional para el desarrollo del programa nacional de EE	E	E	E	E	E	E
IA17 Metodología para la evaluación de objetivos, metas y resultados		E				E

Fuente: Elaboración propia a partir de informaciones proporcionadas por instituciones nacionales.
 Simbología - E: existente, EA: existente, en aprobación, ET: existente, temporario.