

ENERLAC

REVISTA DE ENERGÍA -
AMÉRICA LATINA Y CARIBE

REVISTA ENERLAC - Año 1 - N° 1 - Octubre 2009

Organización Latinoamericana de Energía
Latin American Energy Organization
Organizaçao Latino-Americana de Energia
Organisation Latino-Americaine D'Energie

olade

enerlac

Revista de Energía - América Latina y Caribe

Índice

- 3 Presentación
- 4 La Agenda Energética de OLADE, 2023
Carlos A. Flórez P.
- 7 La Política Energética en América del Sur y el retorno del papel del Estado: Precio del Petróleo, Cambio Climático y Crisis Económica
Luiz Pinguello Rosa
- 16 Energía Renovable en América Latina
José Goldemberg
- 19 La biomasa, fuente de energía subvalorada en América Latina y el Caribe
Alfredo Curbelo
- 29 Aspectos de la sostenibilidad ambiental de la producción de etanol en Brasil: Tecnologías y Prácticas
Gilberto De Martino Jannuzzi
Rodolfo D. M. Gomes
- 40 Uso de energía en los sectores residencial y comercial de América Latina: Factores y perspectivas del uso en inmuebles con México de referente
Odón de Buen Rodríguez

Créditos:

Consejo Editorial OLADE

Carlos A. Flórez P.
Secretario Ejecutivo

Néstor D. Luna G.
Director de Planificación y Proyectos

Erick F. Cabrera C.
Director de Integración

Victorio E. Oxilia D.
Coordinador de Capacitación

Patricia Solano
Asistente de Comunicación y Prensa

REVISTA ENERLAC

Los criterios expresados en los artículos son de responsabilidad de los autores y no comprometen a La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE); sin embargo son de su exclusiva propiedad. OLADE se responsabiliza únicamente por el contenido de los artículos publicados como organización y es el titular exclusivo de derechos, títulos e intereses (incluidos derechos de autor, marcas registradas, patentes y cualquier otro tipo de propiedad intelectual y de derecho) sobre el total de la información y del contenido, el cual está protegido por convenios internacionales y por legislaciones domésticas en materia de propiedad intelectual. Estas informaciones pueden utilizarse y reproducirse sin autorización y de forma gratuita exclusivamente para todo uso didáctico o de otro tipo no comercial, siempre que se señale en toda reproducción, como fuente de información (© OLADE).

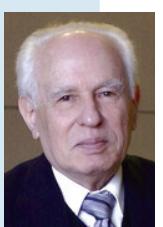
Copyright © Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) 2009. Todos los derechos reservados.

**Autores de los artículos
en esta publicación:**

Carlos A. Flórez P.
Luiz Pinguello Rosa
José Goldemberg
Alfredo Curbelo
Gilberto De Martino Jannuzzi
Rodolfo D. M. Gomes
Odón de Buen Rodríguez

"Esta publicación es traducción de la la revista en inglés: ENERLAC Magazine, Year 1, Nº 1, October 2009, ISSN: 1390-5171
Colaboración de la traductora: Gabriela Martínez Cabezas".

enerlac



Uso de energía en los sectores residencial y comercial de América Latina: Factores y perspectivas del uso en inmuebles con México de referente



Resumen

En este documento se analizan los diversos factores que influyen en las necesidades de energía utilizada en los hogares y en el sector de comercios y servicios urbanos en América Latina a partir de datos regionales y de México. En función de esos factores, se perfilan algunas de las acciones que pueden llevarse a cabo para mantener los niveles de servicios energéticos de una población creciente en contextos urbanos y sin aumentar el consumo de energía.

Introducción

En el contexto actual de preocupaciones por el suministro de energía, su precio e impactos ambientales, es muy significativa la importancia de los centros urbanos y de los edificios que se ubican en ellos.

Aun cuando ocupan menos del 1% de la superficie del planeta, por su gran concentración de población, su mayor nivel de consumo de bienes y servicios, su actividad económica y grandes necesidades de movilidad, los centros urbanos concentran enormes consumos de todo tipo de energía y, por lo tanto, son responsables de la mayor parte de emisiones de gases de efecto invernadero que dan lugar al cambio climático [1].

América Latina no es ajena a este proceso. Con diversos matices y a diferentes tiempos, nuestra región se convirtió, en las últimas décadas, de predominantemente rural en urbana: entre los años 1950 y 2005, el porcentaje de la población urbana en América Latina y el Caribe pasó de 41.9% a 77.6%, y cuatro de las 24 megaciudades del mundo (con más de 8 millones de habitantes) se encuentran en la región [2].

Este crecimiento se refleja en las necesidades futuras de energía en la región. Según la Agencia Internacional de Energía (AIE), si la tendencia de crecimiento actual continúa, en 2030 América Latina requerirá 75% más energía que en 2004 y la producción de electricidad tendrá que expandirse, aproximadamente, 50% en los próximos 10 años [3].

Además de sus implicaciones económicas y sociales, la urbanización da lugar a modificaciones en las necesidades energéticas y en los usos finales de la energía de los distintos países de la región.

En particular, y sin subestimar sus efectos en los sectores del transporte y la industria, la integración de la población al medio urbano implica la utilización de tecnologías y combustibles que no le eran accesibles, ya sea por precio o por disponibilidad en el medio rural.

De esta manera, lo que antes se hacía con leña (cocción, calentamiento de agua) se hace ahora con gas o con electricidad, lo cual aumenta su demanda. De igual forma, lo que antes no era posible (como la refrigeración de alimentos o el entretenimiento con aparatos que usan electricidad) ahora lo es por el acceso a nuevas formas de energía, lo cual da lugar a un mayor consumo, particularmente de electricidad. En paralelo, y sólo en los casos en los que la migración ocurre entre zonas con climas distintos, también se generan nuevos usos finales, en particular de aire acondicionado y/o calefacción.

Todo esto hace que sean cada vez más importantes los usos de energía en

M. Sc. Odón de Buen Rodríguez

Presidente de Energía Tecnología y Educación SC
México

Ingeniero Mecánico Electricista por la Universidad Nacional Autónoma de México con Maestría en Energía y Recursos por la Universidad de California en Berkeley. Durante más de siete años fue Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), donde impulsó el desarrollo e implantación de más de una docena de normas eficiencia energética, programas en Petróleos Mexicanos, edificios públicos y grandes empresas privadas, y la implantación del Horario de Verano en México. De 2003 a la fecha labora como consultor internacional y Presidente de Energía Tecnología y Educación apoyando, entre otros, al Banco Interamericano de Desarrollo, al Banco Mundial y a organismos de la ONU. Editor de El Reporte de la Transición Energética, un boletín electrónico en temas de ahorro de energía y energías renovables.

los edificios o inmuebles, entendidos éstos como los espacios en los que vive la gente y en los que se desarrollan muchas de sus actividades cotidianas [4].

Uso de Energía en América Latina

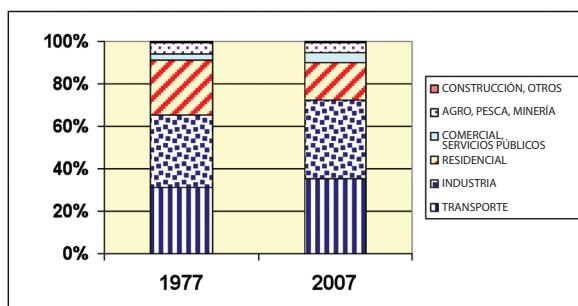
De acuerdo con la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), América Latina consumió en 2007 más de 3.9 miles de millones de barriles equivalentes de petróleo (BOE). Cerca del 80% de este consumo correspondió a cinco países: Brasil (36%), México (20.5%), Argentina (9.9%), Venezuela (7.5%) y Colombia (4.3%). De este consumo, 62% proviene de derivados del petróleo [5].

También en 2007, en América Latina se generaron 1'223,092 GWh de electricidad, de los cuales 64.9% provino de plantas hidroeléctricas, 27.5% de termoeléctricas, 3.4% de nucleares y 4.1% de plantas geotérmicas. En este aspecto, resaltan Brasil y México, los cuales generaron 56% del total de la región, como también por tipo de generación, ya que Brasil generó 54% del total de hidroelectricidad, mientras que México produjo 44% del total de generación mediante plantas térmicas [5].

A su vez, el consumo de energía creció a una tasa de 2.5% por año entre 1997 y 2007, mientras que el crecimiento económico fue de 0.5% en el mismo período [5].

En una perspectiva de 30 años (1977-2007), resalta el hecho de que el consumo total de energía se duplicó, con un crecimiento relativo mayor de los sectores de transporte e industria, los cuales representaron el 72.5% de la demanda de energía en 2007 (Fig. 1).

Figura 1 Porcentajes de consumo final de energía por sectores en América Latina, 1977-2007



Fuente: OLADE [5]

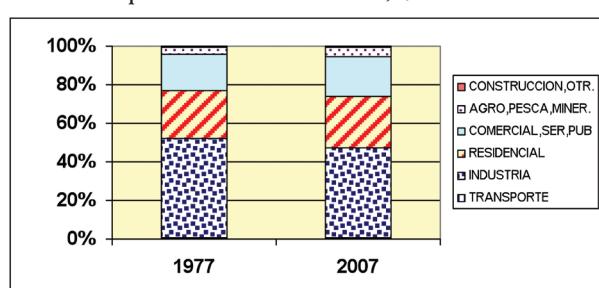
La Importancia de los Sectores Residencial y Comercial y de Servicios

Al revisar el consumo de electricidad, se aprecia la im-

portancia de los sectores residencial y comercial y de servicios como consumidores importantes de energía.

Además de que el consumo de electricidad en la región ha crecido más de cuatro veces en esos treinta años (el doble del crecimiento que el consumo total final de energía), este crecimiento ha tenido un peso cada vez mayor en los sectores residencial y comercial y de servicios, que llegan a significar cerca del 50% del consumo total de energía eléctrica en 2007 (Fig. 2).

Figura 2 Porcentajes de consumo final de electricidad por sectores en América Latina, 1977-2007



Fuente: OLADE [5]

No obstante, esta creciente importancia no se refleja necesariamente en una suficiente atención a los sectores residencial y comercial y de servicios en cuanto a políticas de ahorro y uso eficiente de energía, quizás por la mayor importancia neta que tienen los sectores de transporte e industrial en los balances energéticos nacionales.

Por lo mismo existe, hasta ahora, una muy limitada disponibilidad de información desagregada sobre estos sectores y, en algunos casos, se les contabiliza en otros sectores. Tal es el caso de México, donde los edificios mayores están clasificados y contabilizados energéticamente como industria, minimizando significativamente su importancia [6].

Esto da por resultado mayores dificultades de análisis y serias limitaciones en la evaluación de alternativas (a nivel regional y nacional) para un uso más racional y/o eficiente de la energía en los sectores residencial y comercial, lo que, sin embargo, no resta importancia a los mismos.

Además de su peso creciente en el consumo de electricidad, el sector residencial es particularmente importante por razones sociales y porque, en muchos países de la región, es parte importante de la demanda eléctrica residencial coincide con los picos de demanda del sector.

A su vez, la importancia sector comercial como consumidor de energía radica, si nos atenemos a las tendencias de "tercerización" de la economía que se presentan en el mundo desarrollado, en su alto potencial de crecimiento.

¹ Esta subestimación parece originarse en el hecho de que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) clasifica como "comercial" solamente a los usuarios en las tarifas 2, 3 y 7, las cuales corresponden a servicios que se entregan a nivel de distribución, es decir, en baja tensión. De acuerdo con las estimaciones que se describen en este documento, se establece que el consumo de las instalaciones del sector es posiblemente tres veces mayor al que CFE define como "comercial".

Los Factores Que Determinan el Crecimiento del Consumo de Energía de los Sectores Residencial y Comercial y de Servicios

Además de la urbanización, otros factores tienen también influencia en la evolución del consumo de energía de los sectores residencial y comercial y de servicios, como a continuación se describe.

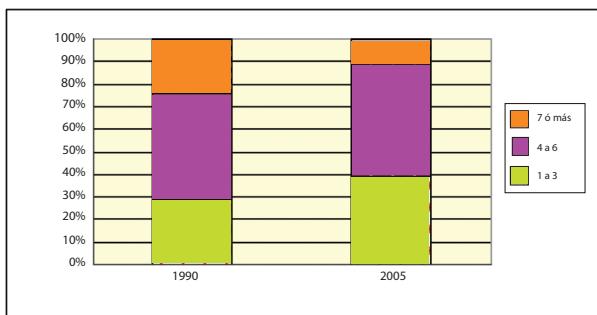
Crecimiento poblacional

La población de América Latina, que llegó a poco más de 560 millones de personas en 2005, ha venido aumentando a tasas decrecientes, pero con índices por arriba de los promedios mundiales, lo que se refleja en tendencias de crecimiento importantes en la demanda de energía del sector residencial. Mientras que en el 2000 la tasa de crecimiento de la población mundial fue de 1.25% anual, para la región fue de 1.8% [7] [8].

Tamaño de la unidad familiar (personas por vivienda)

En América Latina las costumbres sociales y la situación económica de la mayoría de la población dan lugar a unidades familiares numerosas, lo que implica mayores consumos por hogar, pero menores per-cápita. Sin embargo, esta situación tiende a cambiar con la urbanización y con la ampliación de los programas de vivienda. Como ejemplo, en México el número de habitantes por hogar tiende a disminuir, lo cual se refleja en la creciente proporción de hogares con menos de cuatro habitantes, con el consiguiente decrecimiento de los hogares con más de siete ocupantes (Fig. 3).

Figura 3 -Porcentajes de ocupantes por vivienda, México (1990 y 2005)



Fuente: INEGI [9, 10]

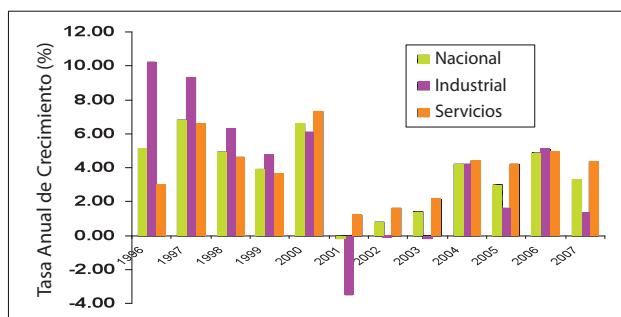
Estos cambios, inevitablemente, empujarán hacia arriba los requerimientos de servicios energéticos en el sector residencial de la región, con sus consiguientes impactos en la necesidad de recursos [11].

Tercerización de la economía

De acuerdo con estadísticas económicas nacionales, el sector terciario (o de servicios y que funciona en inmuebles) cobra una creciente importancia. En México, el Producto Interno Bruto (PIB) del sector servicios ha crecido más que el industrial y el de toda la economía desde el año 2000 (Fig. 4) [12].

Esto se ha reflejado en el creciente número de inmuebles nuevos utilizados para servicios de hotelería, hospitales, escuelas, oficinas y supermercados, entre otros.

Figura 4. Crecimientos anuales del PIB total, industrial y de servicios de México, 1998 a 2007.



Fuente: INEGI [13]

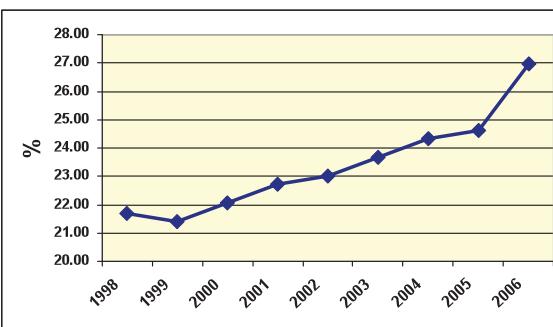
Tecnología

La tecnología, entendida en este caso como los equipos y sistemas que se utilizan para proporcionar servicios energéticos, juega un papel determinante en los niveles e intensidades de consumo de energía y en la elección de la fuente que provea de esta energía en el sector residencial.

Así, la cocción que antes se realizaba con leña en un fogón, hoy día se hace con estufas que usan gas LP o electricidad. A su vez, usos finales de la energía que no se tenían, como la refrigeración para conservación de alimentos o el acondicionamiento térmico de espacios, se lleva a cabo ahora con base en un uso creciente de electricidad.

Por ejemplo, en México es creciente el uso del aire acondicionado, el cual ha pasado de representar poco más del 21% del consumo total de electricidad del sector a cerca del 27% en casi diez años (Fig. 5).

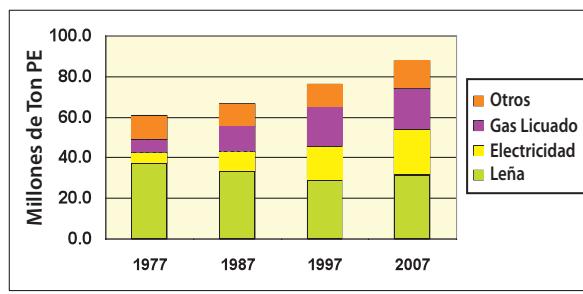
Figura 5. Porcentaje estimado de electricidad utilizada para acondicionamiento de aire en el sector residencial de México.



Fuente: Estimaciones del autor a partir de datos de la CFE (www.cfe.gob.mx)

En América Latina, esto tiene una manifestación clara en las modificaciones que ha tenido la demanda de energéticos en el sector residencial, donde han crecido los consumos de electricidad y gas licuado, y disminuido el de la leña (Fig. 6).

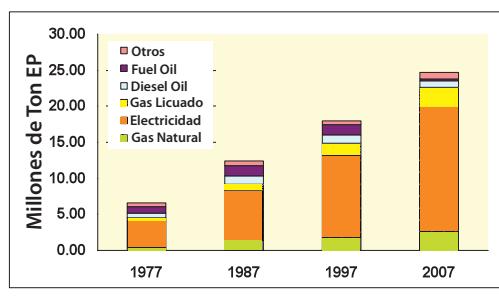
Figura 6. Evolución del consumo de energía por tipo de energético en el sector residencial de América Latina, 1977-2007.



Fuente: OLADE [5]

Igualmente, en el sector de comercios y servicios, el crecimiento del consumo de electricidad ha sido muy significativo (Fig. 7).

Figura 7. Evolución del consumo de energía por tipo de energético en el sector de comercios y servicios de América Latina, 1977-2007.



Fuente: OLADE [5]

Este crecimiento, sin embargo, no parece transitar por el camino de la eficiencia energética, ya que en la adquisición de equipos, el precio de éstos determina -quizá más que el precio de los energéticos- las condiciones de los aparatos que los usuarios deciden comprar. En la mayoría de los casos -y a falta de condiciones para el financiamiento de equipos nuevos o de alta eficiencia energética- las personas se orientan a la compra de equipos de segunda mano [14].

Clima

El clima es un factor determinante en cuanto al consumo de energía del sector residencial, ya que influye en la necesidad de energía para aire acondicionado y/o calefacción y su intensidad de uso, además de otros usos finales, como la refrigeración y el calentamiento de agua. En América Latina predominan los climas templados y cálidos, por lo que la calefacción de hogares sólo es relevante en las regiones más lejanas del Ecuador [15].

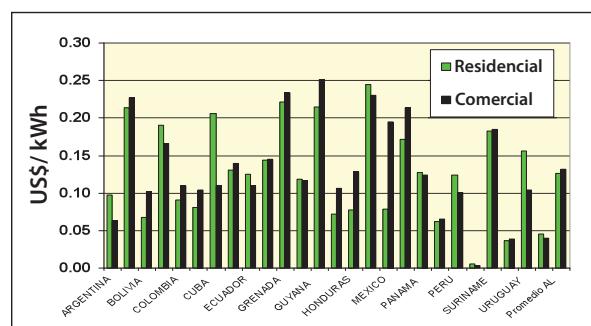
En el caso de México, los nuevos centros de actividad económica se ubican particularmente en regiones de clima cálido (en el norte del país y en las costas), donde son mayores los requerimientos energéticos para cumplir con las necesidades de confort térmico de los habitantes, lo que lo convierte en un factor muy importante en el aumento de la demanda de electricidad [12].

Precios de los energéticos

Los precios promedio de la electricidad para los sectores residencial y comercial varían mucho de país a país en América Latina. Mientras que en Venezuela el kWh tiene un costo muy bajo para los dos sectores (menor a US\$0.01) en paí-

ses del Caribe como Jamaica, Barbados, Grenada y Guyana, el precio supera los US\$0.15 (Fig. 8).

Figura 8. Precios de la electricidad para los sectores residencial y comercial en América Latina, 2007.



Fuente: <http://www.eclac.org/estadisticas/bases>

Este diferencial de precios se explica, fundamentalmente, por la matriz energética de los países y las políticas de subsidios. Así, mientras las naciones con un mayor componente de energía hidráulica tienen menores costos, los que más dependen de combustibles fósiles tienden a fijar los mayores precios. Sin embargo, países petroleros como Venezuela y México otorgan altos niveles de subsidio a la electricidad para los usuarios residenciales [16].

Materiales constructivos

Para regiones donde el clima es extremoso, los materiales y los diseños para la construcción de la vivienda son fundamentales en la definición de la intensidad energética de las edificaciones -sean para uso residencial o para uso comercial y de servicios-, ya que éstos son determinantes, además del propio clima, en las dimensiones de los equipos que se utilizan para acondicionar los espacios.

Desgraciadamente, en América Latina ha predominado la tendencia a usar materiales que no van de acuerdo con los climas locales, lo que ha dado lugar a altos consumos en ciertas regiones. Esto en buena medida se debe a que, para la mayoría de los desarrolladores de inmuebles, el parámetro central es el costo de la obra, el cual se busca sea el mínimo posible. En este caso, el uso de nuevos materiales puede implicar un mayor costo, no sólo por el de los propios materiales, sino también por la amortización de los equipos utilizados en la construcción, los cuales son significativos en la producción en serie [17].

Prácticas de diseño

Las prácticas de diseño determinan (además de otros factores que aquí mencionamos, como la tecnología disponible y los materiales en el mercado) la intensidad energética de los edificios. Así, ciertas prácticas que parecen predominar en la construcción moderna en América Latina, como las que favorecen el uso de la iluminación y ventilación artificial sobre la natural, sólo elevan la necesidad del uso de energía, en particular, de electricidad.

Prácticas de operación y mantenimiento

Por lo general, el costo inicial de edificación de un

inmueble representa de 20 a 30 por ciento de los costos totales durante su ciclo de vida útil, lo que subraya la necesidad de considerar no sólo el costo inicial del edificio, sino también los de su operación año con año [17].

Por lo mismo, las prácticas de operación y mantenimiento son un factor muy importante en el consumo de energía. La operación y mantenimiento inadecuados de edificios puede reducir y hasta eliminar las eficiencias ganadas por un buen diseño con equipos eficientes.

Normas de eficiencia energética

La existencia y aplicación normas, reglamentaciones técnicas y/o etiquetas de eficiencia energética para equipos que utilizan energía es fundamental para reducir el consumo de energía en inmuebles, ya que su aplicación puede influir en las necesidades de los edificios que los usarán durante más de una década [18].

En algunos países de la región, como México, Brasil, Colombia, Costa Rica y Chile, ya existen sistemas de normalización y/o etiquetado de equipos. En México, por ejemplo, los equipos de refrigeración de uso doméstico que entran al mercado han ido reduciendo significativamente su consumo unitario de electricidad. Como ejemplo se tiene a la evolución de un refrigerador mediano (de 15 pies cúbicos) que pasó de un consumo unitario anual de más de 1,100 kWh en 1993 a cerca de 450 kWh en 2003 (Fig. 9).

Sin embargo, en la mayoría de los países de América Latina es aún incipiente la normalización para la eficiencia energética, debido a que existen dificultades estructurales y económicas para establecer estos sistemas a cabalidad. En particular, el tamaño relativamente pequeño de los mercados de los equipos, la gran

variedad de los mismos y el alto costo de las pruebas y los sistemas de certificación, son factores que limitan su generalización.

Códigos de construcción

La normatividad energética dentro de códigos de construcción constituye una importante herramienta de regulación de las intensidades de consumo de energía en inmuebles, sobre todo porque pone límites a las tendencias constructivas que no toman en cuenta sus implicaciones en cuanto a consumo de energía y empuja a las mejores prácticas de diseño, de aplicación de materiales y de uso de equipos de alta eficiencia energética.

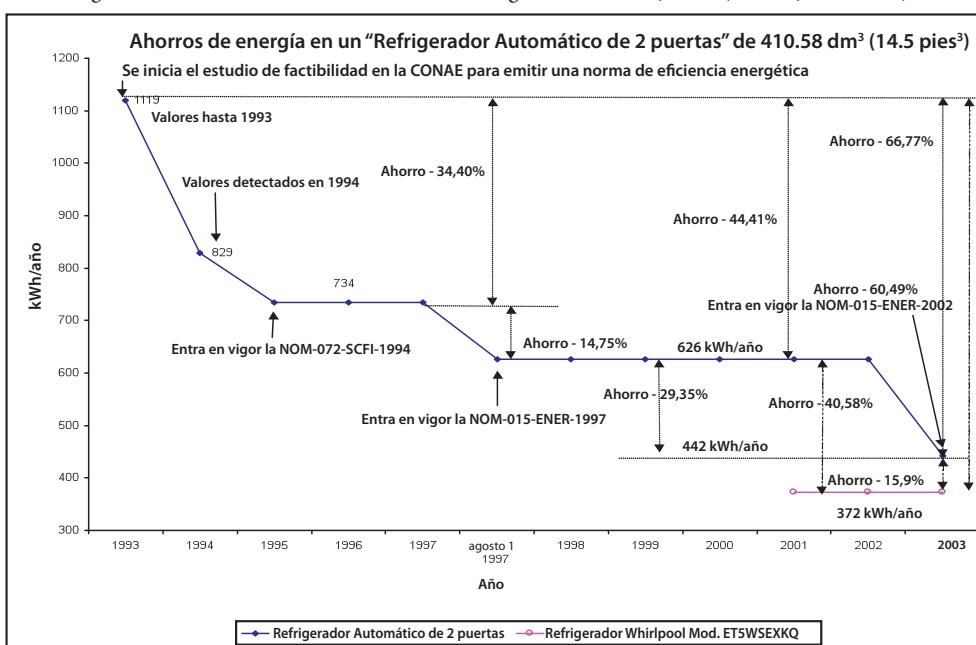
Sin embargo, en América Latina la existencia de códigos de construcción que integran plenamente al ahorro y uso eficiente de energía es poco común; incluso, en países como México donde existe una norma nacional para edificios no residenciales, ésta prácticamente no se aplica ya que depende de las municipalidades para su aplicación y éstas no la han integrado a sus reglamentos de construcción.

Perspectivas

Es evidente que los fenómenos de la urbanización, el crecimiento poblacional, el número decreciente de habitantes por vivienda y los relativos al clima no son factores que se puedan controlar y su evolución sólo conduce, en la práctica, a escenarios de crecimiento de la demanda de energía.

Sin embargo, los factores que son determinados por políticas públicas pueden contribuir a mantener o reducir los consumos de energía, que se requerirán para aumentar la creciente necesidad de servicios energéticos.

Figura 9. Evolución del consumo unitario de un refrigerador mediano (14.5 ft³) nuevo (1993 a 2003).



Fuente: CONAE

2 Existen referencias de un número menor a cinco municipalidades (de más de 2,200 que existen en México) que han incorporado la norma nacional.

Así, se puede señalar a un conjunto de instrumentos de política pública que permiten regular, en el mediano y largo plazos, el crecimiento de la intensidad energética de los dos sectores referidos:

- subsidios a los energéticos,
- normas y/o regulaciones técnicas de eficiencia energética,
- códigos de construcción,
- certificados de sustentabilidad de edificios,
- programas con financiamiento para el recambio de equipos,
- capacitación en mejores prácticas de diseño y operación y mantenimiento de inmuebles, e
- impuestos y aranceles reducidos que promueven la fabricación y/o importación de materiales, equipos y/o sistemas con mayor eficiencia energética.

El impacto de estas políticas puede ser significativo. Una investigación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) indica que América Latina y el Caribe en su conjunto pueden reducir el consumo de electricidad en 10% durante la próxima década invirtiendo en tecnologías y equipamiento que hoy se encuentran ampliamente disponibles. Alcanzar ese objetivo costaría aproximadamente US\$ 17,000 millones, lo cual reduciría el consumo total de energía anticipado para el 2018 en cerca de 143,000 GWh [3].

En esta perspectiva, el concepto de edificación sustentable tiene un valor creciente en el desarrollo de los espacios construidos de América latina.

La edificación sustentable integra una amplia gama de prácticas de diseño, construcción, operación y mantenimiento inmobiliario para ofrecer entornos habitacionales y laborales más sanos, así como minimizar los impactos ambientales.

Los elementos de la edificación sustentable incluyen: atención a la orientación y diseño de los inmuebles; mayor uso de aire fresco y luz natural; aprovechamiento de la energía solar para calentamiento de aire y agua; uso de tecnologías de iluminación y aire acondicionado de alta eficiencia, pero también de materiales y componentes de envolventes [12].

A su vez, el concepto de la edificación sustentable va más allá de los edificios en lo individual al formar parte de programas generales de urbanización asociados a infraestructura urbana sustentable para transporte, servicios de gas y energía eléctrica, agua potable, eliminación y reciclaje de aguas residuales, y manejo de agua de lluvia y aguas residuales y alcantarillado [17].

CONCLUSIONES

Es creciente la importancia de los sectores residencial y comercial y de servicios como usuarios de energía, en particular de energía eléctrica. Este crecimiento se ve y se seguirá viendo reflejado en mayores usos de energía para iluminación, acondicionamiento de espacios, entretenimiento e higiene, entre otros.

Sin embargo, además de que existe un escaso conocimiento sobre los detalles del consumo de energía y de las tendencias específicas de los factores de diseño, equipamiento y operación de los inmuebles, al igual que de los elementos tecnológicos que los componen, la carencia de políticas públicas específicas (como las normas de eficiencia energética y los códigos de construcción que integran aspectos de eficiencia energética) y, por otro lado, la existencia de políticas económicas (como los subsidios) que fomentan el desperdicio, sólo perfilan, en la práctica, una demanda creciente -y no necesariamente eficiente- de energía.

Por lo mismo, es necesario que se adopten y generalicen en los países de América Latina -y entre más pronto, mejor- instrumentos de política pública como: precios reales de los energéticos; normas de eficiencia energética; códigos de construcción que integren a cabalidad elementos de eficiencia energética; sistemas de certificación de la sustentabilidad de edificios; capacitación en mejores prácticas de diseño y operación y mantenimiento de inmuebles; incentivos fiscales o aranceles bajos a la fabricación y/o importación de materiales, equipos y/o sistemas con mayor eficiencia energética.

Sólo así la región podrá enfrentar los retos crecientes que implicarán el inevitable repunte de los precios de los combustibles fósiles y del combate global al cambio climático.

Referencias

1. SMA-GDF, Programa de Acción Climática de la Ciudad de México,, S.d.M.A.d.D. Federal, Editor. 2008, Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal: México DF. p. 170.
2. F. Quesada. Imaginarios urbanos, espacio público y ciudad en América Latina. 2006 [cited 2009, July 15th]; N° 8 - April-June 2006: [Available from: <http://www.oei.es/pensariberoamerica/rac08a03.htm>].
3. BID, Cómo ahorrar US\$36.000 millones en electricidad (sin apagar las luces). Un mapa de la Productividad Energética en las Américas. 2008, Inter-American Development Bank. p. 104.
4. IPCC, Institutional Efforts for Green Building in the United States and Canada, "Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change", O.R.D. B. Metz, P.R. Bosch, R. Dave y L.A. Meyer,, Editor. 2007.
5. OLADE. Sistema de Información Energética. 2009 [cited 2009 July 15th]; Available from: <http://www.olade.org.ec/>.
6. Odón de Buen, La importancia del consumo de energía en inmuebles no residenciales en México y su evidente subestimación en las estadísticas nacionales. In: El Reporte de la Transición Energética. 2006, O. de Buen,: México DF.
7. US Census Bureau. Total Midyear Population for the World: 1950-2050,. 2009 [cited 2009, July 20th]; Available from: <http://www.census.gov/ipc/www/idb/worldpop.php>.
8. CELADE/CEPAL. Indicadores de crecimiento de la población. 2009 [cited 2009, July 20th]; Available from: <http://celade.cepal.cl/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=M&IN&BASE=ELCAIRO&MAIN=WebServerMain.inl>.
9. INEGI. Censo general de población y vivienda 1990 2009 [cited 2009, August 2]; Available from: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10202>.
10. INEGI. Conteo de población y vivienda 2005 2009 [cited 2009, August 2]; Available from: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10202>.
11. Science Blog. Researchers Tie Worldwide Biodiversity Threats to

- Growth in Households. 2009 [cited 2009 20 de julio]; Available from: http://www.scienceblog.com/cms/researchers_tie_worldwide_biodiversity_threats_to_growth_in_households.
- 12. AEAEE, Ahorro de Energía en la Edificación en México. 2008, Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación: México DF. p. 20.
 - 13. INEGI. Producto Interno Bruto Trimestral. 2008 [cited 24 de agosto de 2008]; Available from: <http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NIVA050010004000700230#ARBOL>.
 - 14. O. de Buen and J. González. Energy Efficiency in the Northern Border States: Cooling Device Replacement. [cited; Available from: <http://www.serp.org/pubs/m7c6.pdf>.
 - 15. Ketoff, A. and O. Masera, Demanda de Electricidad Residencial en América Latina: Análisis Comparativo de Nueve Paises. In Primer Encuentro Sobre Energía y Medio Ambiente en el Sector Residencial Mexicano, J. Quintanilla, Editor. 1991, Programa Universitario de Energía: México DF.
 - 16. SENER, Prospectiva del sector eléctrico 2008-2017, Dirección General de Planeación Energética, Editor. 2008: Mexico DF. p. 230.
 - 17. CCA, La edificación sustentable en América del Norte: Oportunidades y Retos. , C.p.l.C. Ambiental, Editor. 2008, Comisión para la Cooperación Ambiental,: Montreal, Canada. p. 80.
 - 18. Stephen Wiel and James E. McMahon, Normas y Etiquetas de Eficiencia Energética: una Guía para Electrodomésticos, Equipo e Iluminación. 2003, Collaborative Labeling and Appliance Standards Program: Washington DC.

Energy use in residential and commercial sectors in Latin America: consumption factors and outlook of the use in buildings with Mexico as reference



M. Sc. Odon de Buen Rodriguez

President of Energy Technology and Education SC
Mexico

Mr. Odon de Buen Rodriguez is a mechanical electrician engineer by the Autonomous National University of Mexico (UNAM) and Master Science in Energy and Resources by the University of California, in Berkeley. For over seven years he was the Managing Director of the National Commission for Energy Saving (CONAI), where he coordinated the development and implementation of more than a dozen standards of energy efficiency and programs at Petróleos Mexicanos (PEMEX), public buildings and large private companies, and the implementation of daylight saving time in Mexico. Since 2003, up to this date he has been working as an international consultant and as the President of Energy, Technology and Education organization, providing technical support, among others, to the Inter-American Development Bank, the World Bank and several UN bodies. Furthermore, Mr. Rodriguez is the editor of *The Report of the Energy Transition*, an electronic bulletin in matters of energy savings and Renewable Energy.

Abstract

This paper examines the various factors that influence the energy needs used in homes and businesses in the industry and urban services in Latin America and Mexico based on regional data. As of these factors, some measures are outlined which can be conducted to maintain levels of energy services for a growing population in urban settings without increasing power consumption.

Introduction

In the context of current concerns about energy supply (price and environmental impacts) the importance of urban centers is very significant, especially the buildings that are placed on them.

While occupying less than 1% of the planet's surface, due to its large concentration of population, its highest level of consumption of goods and services, economic activity and large mobility needs, the urban centers concentrate enormous consumption of all kinds of energy, and therefore they are responsible for most emissions of greenhouse gases leading to climate change [1].

Latin America is no stranger to this process. With different nuances and different times, our region has become in recent decades, from predominantly rural to urban. Between 1950 and 2005, the percentage of urban population in Latin America and the Caribbean increased from 41.9% to 77.6% and four of the world's 24 megacities (with over 8 million people) are in the region [2].

This growth is reflected in the future energy needs in the region. According to the International Energy Agency (IEA), if current growth trend continues, Latin America will require 75% more energy in 2030 than in 2004, and electricity production will expand in approximately 50% over the next 10 years [3].

In addition to its economic and social implications, urbanization leads to changes in energy needs and end uses of energy in the different countries of the region.

In particular, and without considering its impact on the transport and industry, the integration of population into the urban environment involves the use of technologies and fuels that were not accessible, either by price or availability, in rural areas.

In this regard, what was done with woodfuel (cooking, water heating) is now done with gas or electricity, which increases its demand. Similarly, what before was not possible (such as food cooling or entertainment devices that use electricity) is now possible due to access to new forms of energy, which leads to increased consumption, particularly of electricity. In parallel, and only in cases in which migration occurs between areas with different climates, it is also generating new end uses, including air conditioning and / or heating.

All this makes the energy use in buildings increasingly important, and it is understood as the space in which people live, and where many of their daily activities take place [4].

Energy Use In Latin America

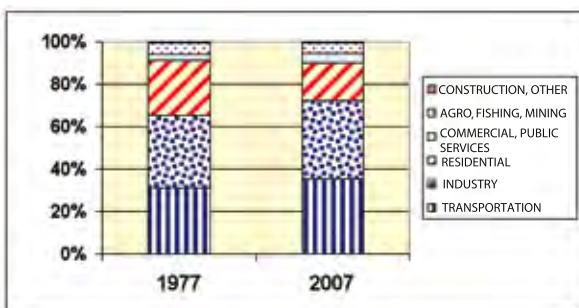
According to the Latin American Energy Organization (OLADE), Latin America consumed more than 3.9 billion barrels of oil equivalent (BOE) in 2007. About 80% of this consumption corresponded to five countries: Brazil (36%), Mexico (20.5%), Argentina (9.9%), Venezuela (7.5%) and Colombia (4.3%). Out of this consumption, 62% comes from petroleum products [5].

Also in 2007, 1'223, 092 GWh of electricity were generated in Latin America, of which 64.9% came from hydroelectric plants, 27.5% from thermal, 3.4% from nuclear and 4.1% from geothermal plants. In this regard, Brazil and Mexico stand out, where they generated 56% of total in the region, as well as by type of generation, since Brazil generated 54% of the total hydropower, while Mexico produced 44% of total generation through thermal plants [5].

In turn, energy consumption grew at a rate of 2.5% per year between 1997 and 2007, while economic growth was 0.5% during the same period [5].

In a 30 years outlook (1977-2007), it stands out the fact that the total energy consumption has doubled, with a higher relative growth of the sectors of transportation and industry, which accounted for 72.5% of the energy demand 2007 (Graph 1).

Graph 1 Percentages of Final Energy Consumption by sector in Latin America, 1977-2007



Source: from CIIAGRO (2009).

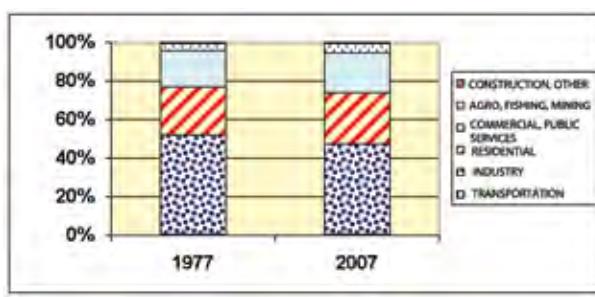
The Importance of Residential, Commercial and Services Sectors

When reviewing the electricity consumption, we can

see the importance of the residential, commercial and services sectors as major consumers of energy.

The consumption of electricity in the region has not only grown more than four times in thirty years (double the growth in total final consumption of energy), but this growth has taken a growing role in the residential, commercial and services sectors, which came to be about 50% of the total consumption of electricity in 2007 (Graph 2).

Graph 2 Percentages of Final Electricity Consumption by Sector in Latin America, 1977-2007



Source: OLADE [5].

However, this increasing importance is not necessarily reflected in an adequate response in terms of saving policies and efficient use of energy in the residential, commercial and services sector, perhaps because of the greater importance that the transportation and industrial sectors have in the national energy balances.

In that regard, there is a very limited availability of detailed information about these sectors, and in many cases these are included in other sectors. That is the case of Mexico, where the major buildings are accounted and classified as industry, minimizing its importance [6].¹

This results in significant difficulties to analyze and greater limitations in assessing alternatives (in regional and national level) for a more rational and /or more efficient use of the energy in homes and commercial sectors, which nevertheless does not let them apart.

Besides its increasing importance in electricity consumption, the residential sector is particularly important for social reasons, and because in many countries of the region this important residential electricity demand corresponds to the demand points of the sector.

In turn, the important business sector as a consumer of energy is, if we stick to the trend of "outsourcing" of the economy in a developed world, in its high growth potential.

¹ This underestimation appears to be originated in the fact that the Federal Commission of Electricity (CFE) classified as "commercial" only to users in tariffs 2, 3 and 7, which correspond to services that are delivered at the distribution level, ie at low voltage. According to estimates that are described in this document it is stated that consumption of the facilities in the sector is possibly three times higher than that CFE defines "commercial".

Factors that Determine the Growth in Energy Consumption of the Residential, Commercial and Services Sectors.

In addition to urbanization, other factors have also influenced on the evolution of energy consumption of residential and commercial services, as described below.

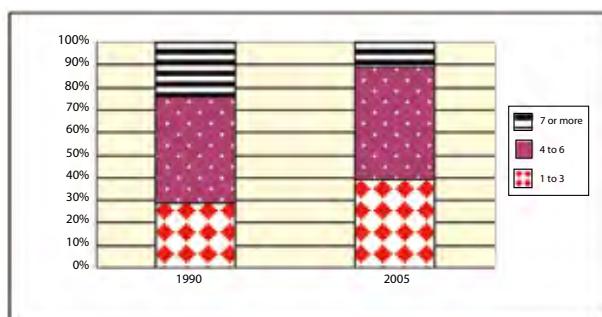
Population growth

The population of Latin America, which came to just over 560 million people in 2005, has been increasing at decreasing rates, but at rates above the world average, which is reflected in trends of growth in energy demand of the residential sector. While in 2000 the growth rate of world population per year was 1.25%, for the region it was 1.8% [7] [8].

Size of family unit (persons per household)

In Latin America the social habits and economic situation of the majority of the population gave rise to big families, implying greater consumption per household, but lower per-capita consumption. However, this situation tends to change with urbanization and the expansion of housing programs. As an example, in Mexico the number of people per household tends to decrease, which is reflected in the increasing proportion of households with less than four people, with a consequent decrease in households with more than seven occupants (Graph 3).

Graph 3 - Percentage of occupants per household, Mexico (1990 and 2005).



Source: INEGI [9, 10].

These changes will inevitably push up the demands for energy services in the residential sector in the region, with consequent impacts on the needs for resources [11].

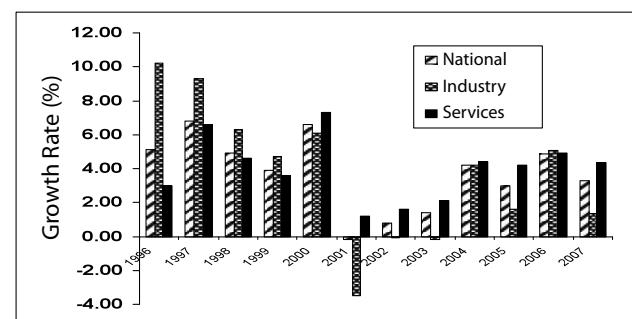
Outsourcing Economy

According to national economic statistics, the tertiary sector (known as services and that operates in buildings) has become increasingly important. In Mexico, the Gross Domestic

Product (GDP) of the services sector has grown more than the industry sector and beyond of the entire economy since 2000 (Graph 4) [12].

This has been reflected in the increasing number of new buildings used for hotel services, hospitals, schools, offices and supermarkets, among others.

Graph 4 Annual growth of total GDP and industrial and services sectors of Mexico, 1996 to 2007.



Source: INEGI [13].

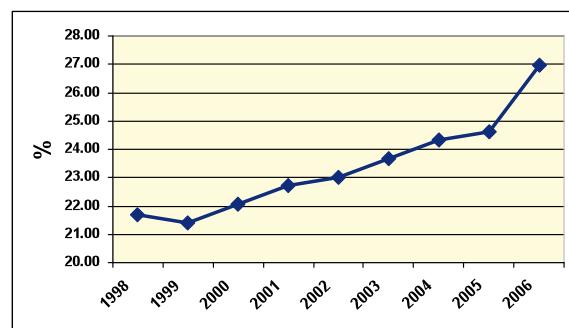
Technology

The technology, defined here as equipment and systems used to provide energy services, play a decisive role in the levels and intensities of energy consumption, and the choice of the source that provides energy in the residential sector.

Thus, the cooking that was done before on a wooden stove, today is done with stoves that use LP gas or electricity. In turn, end uses of energy that were not available such as food cooling for preservation or thermal conditioning of spaces, is carried out now based on increased use of electricity.

For example, in Mexico the use of air conditioner is increasing, as it has gone from just over 21% of total electricity consumption in the sector to about 27% in ten years (Graph 5).

Graph 5: Estimated percentage of electricity used for air conditioning in the residential sector in Mexico.

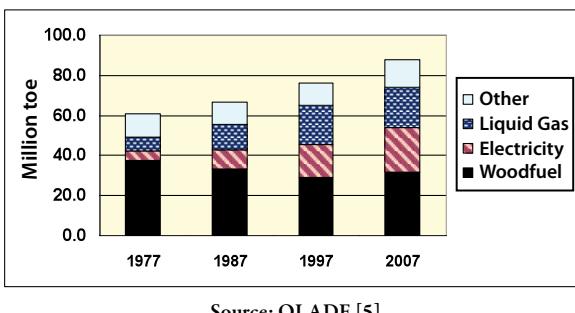


Source: Author's estimates using data from the CFE (www.cfe.gob.mx)

In Latin America, this is a clear manifestation in the changes that the demand has taken for energy in the residential

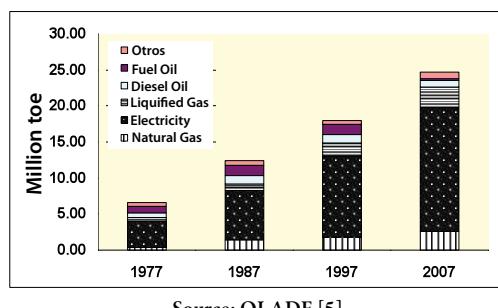
sector, where the consumption of electricity and gas has increased, and the use of wood has decreased (Graph 6).

Graph 6: Evolution of energy consumption by type of energy in the residential sector of Latin America, 1977-2007.



Also in the retail and services sector, growth in electricity consumption was very significant (Graph 7).

Graph 7: Evolution of energy consumption by type of energy in the commercial and services sector in Latin America, 1977-2007.



This growth, however, does not seem to move along with the path of energy efficiency, since in the purchase of equipment, their price determines, - perhaps more than the price of energy - the conditions of the devices that users decide to buy. In most cases, the absence of good's financing conditions for new equipment with high-energy efficiency, makes people to focus on buying second-hand equipment [14].

Weather

The weather is a determining factor in terms of energy consumption of the residential sector, as it affects the need for energy for air conditioning and / or heat and its intensity of use, besides of other end uses such as cooling and heating water. In most of Latin America, there is warm temperate weather most of the year, since the heating of homes is only relevant in the regions farthest from Ecuador [15].

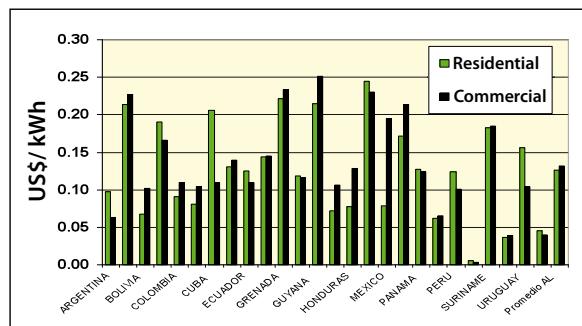
In the case of Mexico, the new centers of economic activity are located particularly in regions of warm weather (in the north and along the coasts), where energy requirements are higher in order to meet the needs of thermal comfort of the inhabitants, making it a very important factor in the increase of electricity demand [12].

Energy prices

The average price of electricity for residential and

commercial sectors vary from country to country in Latin America. While in Venezuela the cost of kWh is very low for the two sectors (less than U.S. \$ 0.01) in Caribbean countries like Jamaica, Barbados, Grenada and Guyana, the price exceeds U.S. \$ 0.15 (Graph 8).

Graph 8. Electricity prices for residential and commercial sectors in Latin America, 2007.



Source: <http://www.eclac.org/estadisticas/bases>

This price differential is explained mainly by the energy matrix of countries and subsidy policies. Thus, while nations with a higher component of hydropower have lower costs, the most dependent on fossil fuels tend to set higher prices. However, oil-rich countries like Venezuela and Mexico give high levels of subsidy on electricity for residential users [16].

Construction materials

For regions where the climate is extreme, construction materials and designs are essential in defining the energy intensity of buildings, either for residential, commercial and services' use and, besides the weather, construction materials are crucial to define the size of the equipment used to condition the spaces.

Unfortunately, in Latin America the tendency to use materials that do not go according to local climates has been dominating, which has led to a high energy consumption in certain regions. This is largely due because, for most real estate developers, the central parameter is the cost of the construction, which tends to be the minimum possible. In this case, the use of new materials may involve a higher cost, not only because of the materials themselves, but also by the depreciation of the equipment used in construction, which are significant in mass production [17].

Design practices

Design practices determine (among other factors mentioned here, such as technology and materials available on the market) the energy intensity of buildings. Thus, some practices seem to dominate modern construction in Latin America, such as those favoring the use of artificial lighting and ventilation opposed to their supply in natural forms, which only increases the need for energy, particularly electricity.

Operation and maintenance practices

Usually, the initial cost for building construction is 20 to 30 per cent of total costs during its life cycle, emphasizing

the needs to consider not only the initial cost of the building, but also those of its operation each year [17].

Therefore, the operation and maintenance practices are a very important factor in energy consumption. Inadequate operation and maintenance of buildings can reduce and even eliminate the efficiencies gained by a good design with efficient equipment.

Energy efficiency standards

The existence and application of standards, technical regulations and / or energy efficiency labels for energy-using equipment is essential for reducing energy use in buildings, since its implementation may affect the needs of the buildings that will be used for more than one decade [18].

In some countries of the region, including Mexico, Brazil, Colombia, Costa Rica and Chile, there are systems of standardization and / or labeling of equipment. In Mexico, for example, refrigeration equipment for domestic use introduced in the market have reduced significantly their consumption per unit of electricity. An example is the evolution of a medium refrigerator, (15 cubic feet) that went from an annual unit consumption of more than 1,100 kWh in 1993 to about 450 kWh in 2003 (Graph 9).

However, in most Latin American countries the use of standards for energy efficiency is still elementary, because there are structural and economic difficulties in fully establishing these systems. In particular, the relatively small size of the markets for equipment, their big variety and the high cost of testing and certification systems, are factors that limit their generalization.

Construction codes

Energy standards in construction codes are an important tool for regulating the intensity of energy consumption in buildings, especially since they put a limit to constructive trends that do not take into account its implications in terms of energy consumption and pushes out the best practices for design, implementation and use of materials of high energy efficiency.

However, in Latin America the existence of construction codes that make up the full savings and efficient use of energy is somewhat not very common. Even in countries like Mexico, where there is a national standard for commercial buildings, this practice is not applied since it depends on municipalities for its implementation and they have not integrated it to their construction regulations.²

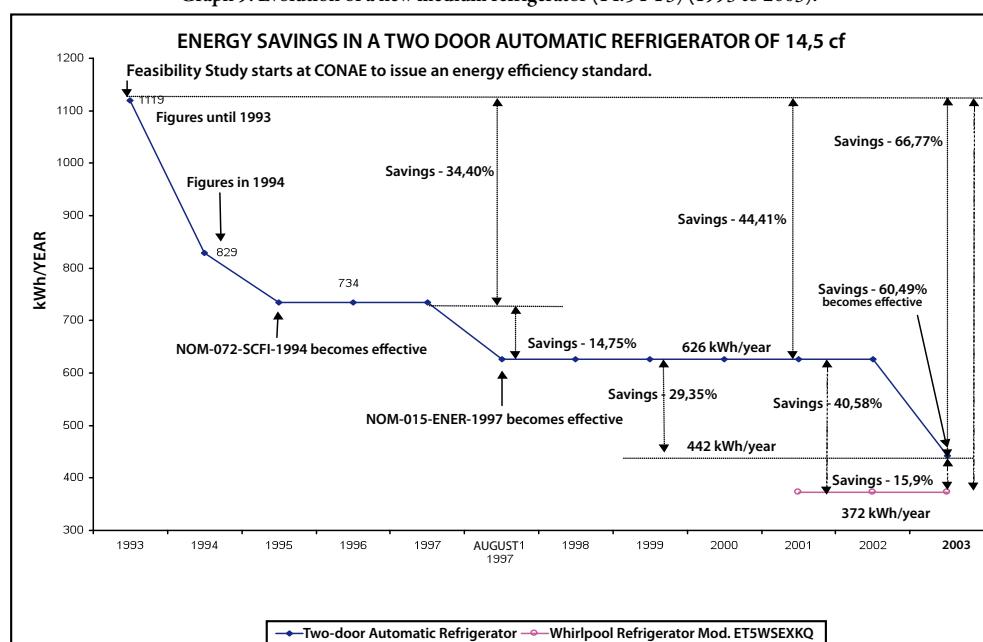
Outlook

It is clear that the phenomena of urbanization, population growth, the declining number of people per household and those related to climate are factors that can't be controlled and its evolution only leads, in practice, to scenarios of growth in energy demand.

However, factors that are determined by public policies can help maintain or reduce energy consumption, which will be required to increase the growing need for energy services.

So we can refer to a set of public policies to regulate, in the medium and long term the growth in energy intensity of the two sectors mentioned:

Graph 9. Evolution of a new medium refrigerator (14.5 FT3) (1993 to 2003).



Source: CONAE

² There are fewer references to five municipalities (of more than 2,200 that exist in Mexico) that have incorporated the national standard.

- subsidies to energy,
- standards and / or technical regulations for energy efficiency,
- construction codes,
- certificates of buildings' sustainability
- equipment replacement funding programs
- training in best practice of design and operation and maintenance of buildings, and
- reduced taxes and tariffs that encourage the manufacture and / or import of materials, equipment and / or energy efficient systems.

The impact of these policies might be significant. An investigation of the Inter-American Development Bank (IDB) shows that Latin America and the Caribbean as a whole can reduce electricity consumption by 10% over the next decade by investing in technologies and equipment that are now widely available. Achieving that goal would cost about U.S. \$ 17,000 million, which would reduce total energy consumption for 2018 in about 143,000 GWh [3].

In this perspective, the concept of sustainable building is worth growing in the development of the built spaces in Latin America.

Sustainable Building incorporates a wide range of design, construction, operation and maintenance activities in buildings to provide more healthy housing and working environments, and minimize environmental impacts.

The elements of sustainable building include: attention to the orientation and design of buildings, increased use of fresh air and natural light, harnessing solar energy for air and water heating, use of lighting and air conditioning of high efficiency, but also of materials and envelop components [12].

In turn, the concept of sustainable building goes beyond individual buildings to be part of programs related to urban infrastructure for sustainable urban transportation, gas and electricity, drinking water, wastewater disposal and recycling, rainwater, wastewater and sewage system management [17].

Conclusions

Residential, commercial and services sectors are becoming important energy and particularly electricity users. This growth is, and will continue to be reflected in higher energy use for lighting, space conditioning, entertainment and health, among others.

But besides the little knowledge about the details on energy consumption and on specific trends of design factors, equipment and operation of buildings, as well as the lack of knowledge on technological elements that make them up, the absence of specific public policies (such as energy efficiency standards and building codes that integrate aspects of energy efficiency) and secondly, the existence of economic policies (including subsidies) that encourage waste, plans to carry out a growing demand, which is not necessarily energy-efficient.

Therefore, it is necessary to adopt and widespread in Latin America -and the sooner, the better- public policy

instruments such as: real energy prices, energy efficiency standards, building codes that fully integrate elements of energy efficiency, systems for certifying the sustainability of buildings, training in best practice of design, operation and maintenance of buildings, tax incentives or low tariffs in the manufacture and / or import of materials, equipment and / or energy efficient systems.

Only then, the region could face the growing challenges that involve the inevitable upturn in the prices of fossil fuels and combat global climate change.

References

1. SMA-GDF, Programa de Acción Climática de la Ciudad de México,, S.d.M.A.d.D. Federal, Editor. 2008, Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal: México DF. p. 170.
2. F. Quesada. Imaginarios urbanos, espacio público y ciudad en América Latina. 2006 [cited 2009, July 15th]; N° 8 - April-June 2006: [Available from: <http://www.oci.es/pensariberoamerica/ric08a03.htm>].
3. BID, Cómo ahorrar US\$36.000 millones en electricidad (sin apagar las luces). Un mapa de la Productividad Energética en las Américas. 2008, Inter-American Development Bank. p. 104.
4. IPCC, Institutional Efforts for Green Building in the United States and Canada, "Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change", O.R.D. B. Metz, P.R. Bosch, R. Dave y L.A. Meyer, Editor. 2007.
5. OLADE. Sistema de Información Energética. 2009 [cited 2009 July 15th]; Available from: <http://www.olade.org.ec/>.
6. Odon de Buen, La importancia del consumo de energía en inmuebles no residenciales en Mexico y su evidente subestimación en las estadísticas nacionales. In: El Reporte de la Transición Energética. 2006, O. de Buen,: Mexico DF.
7. US Census Bureau. Total Midyear Population for the World: 1950-2050,. 2009 [cited 2009, July 20th]; Available from: <http://www.census.gov/ipc/www/idb/worldpop.php>.
8. CELADE/CEPAL. Indicadores de crecimiento de la población. 2009 [cited 2009, July 20th]; Available from: http://celade.cepal.cl/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=ELCAIR_O&MAIN=WebServerMain.inl.
9. INEGI. Censo general de población y vivienda 1990 2009 [cited 2009, August 2]; Available from: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10202>.
10. INEGI. Conteo de población y vivienda 2005 2009 [cited 2009, August 2]; Available from: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10202>.
11. Science Blog, Researchers Tie Worldwide Biodiversity Threats to Growth in Households. 2009 [cited 2009 20 de julio]; Available from: http://www.scienceblog.com/cms/researchers_tie_worldwide_biodiversity_threats_to_growth_in_households.
12. AEAAE, Ahorro de Energía en la Edificación en México. 2008, Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación: México DF. p. 20.
13. INEGI. Producto Interno Bruto Trimestral. 2008 [cited 24 de agosto de 2008]; Available from: <http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdcientsi.exe/NIVA050010004000700230#ARBOL>.
14. O. de Buen and J. González. Energy Efficiency in the Northern Border States: Cooling Device Replacement. [cited; Available from: <http://www.serp.org/pubs/m7c6.pdf>].
15. Ketoff, A. and O. Masera. Demanda de Electricidad Residencial en América Latina: Análisis Comparativo de Nueve Países. In Primer Encuentro Sobre Energía y Medio Ambiente en el Sector Residencial Mexicano, J. Quintanilla, Editor. 1991, Programa Universitario de Energía: México DF.
16. SENER, Prospectiva del sector eléctrico 2008-2017, Dirección General de Planeación Energética, Editor. 2008: Mexico DF. p. 230.
17. CCA, La edificación sustentable en América del Norte: Oportunidades y Retos , C.p.l.C. Ambiental, Editor. 2008, Comisión para la Cooperación Ambiental:, Montreal, Canada. p. 80.
18. Stephen Wiel and James E. McMahon, Normas y Etiquetas de Eficiencia Energética: una Guía para Electrodomésticos, Equipo e Iluminación. 2003, Collaborative Labeling and Appliance Standards Program: Washington DC.