

# TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN 2005



**INSTITUTO DE DESARROLLO  
EXPERIMENTAL DE LA  
CONSTRUCCIÓN / IDEC**

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA  
Y URBANISMO

UNIVERSIDAD CENTRAL  
DE VENEZUELA

**INSTITUTO DE  
INVESTIGACIONES / IFAD**

FACULTAD DE  
ARQUITECTURA Y DISEÑO  
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

### Indizada en

- REVENCYT. Apdo. 234. CP 5101-A. Mérida, Venezuela  
<http://bolivar.funmrd.gov.ve/listado.html>
- REDINSE. Caracas
- PERIODICA Índice Bibliográfico. Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.  
<http://www.dgbiblio.unam.mx/periodica.html>
- Latindex <http://www.latindex.org/>

### Suscripciones

Tres números anuales (incluido envío)  
Venezuela: Institucional Bs. 33.000  
Personal Bs. 30.000

Extranjero: Institucional US\$ 100  
Personal US\$ 90

Costo unitario: Institucional Bs. 11.000  
Personal Bs. 10.000

### Envío de materiales, correspondencia, canje, suscripciones y administración IDEC/FAU/UCV

Apartado Postal 47.169  
Caracas 1041-A. Venezuela  
Telfs/Fax: (58-212) 605.2046 / 2048 / 2030 / 2031/ 662.5684  
Enviar cheque a nombre de:  
*IDEC Facultad de Arquitectura UCV*

### Envío de materiales, correspondencia y suscripciones IFAD/LUZ

Apartado postal 526.  
Telfs.: (58-261) / 759 85 03  
Fax: (58-261) 759 84 81  
Maracaibo, Venezuela.  
Enviar cheque a nombre de:  
*IFAD Facultad de Arquitectura LUZ*

## Planilla de suscripción

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Apartado Postal: \_\_\_\_\_

Teléfono/Fax: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Adjunto cheque por la cantidad de (o Bs. o US\$): \_\_\_\_\_  
correspondiente a los números:

Venezuela: o Institucional Bs. 33.000 o Personal Bs.30.000

Extranjero: o Institucional US\$ 100 o Personal US\$ 90

Cheque a nombre de: IDEC Facultad de Arquitectura UCV o IFA Facultad de Arquitectura LUZ

Dépósito a nombre de: IDEC - Facultad de Arquitectura - UCV Banco Provincial, Cta. Cte. N° 0108-0033-11-0100035278

Favor enviar esta planilla a:

- IDEC/UCV Apartado Postal 47.169, Caracas 1041-A, Venezuela. Fax:(58-0212) 605.20.48 / 605.20.46 ó

- IFAD/LUZ Apartado Postal 526, Maracaibo, Venezuela. Fax: (58-0261) 759.84.81.

Página en el Internet:

<http://www.arq.ucv.ve/idec/paginas/revista.html> e-mail: [tyc@idec.arq.ucv.ve](mailto:tyc@idec.arq.ucv.ve)

<http://www.arq.luz.ve/tyc/>



Volumen 21. Número 1  
 enero - abril 2005  
 Depósito Legal: pp.85-0252  
 ISSN: 0798-9601

Portada:  
 Portadas de Revista  
*Tecnología y Construcción*

### Tecnología y Construcción

es una publicación que recoge textos inscritos dentro del campo de la Investigación y el Desarrollo Tecnológico de la Construcción:

- sistemas de producción;
- métodos de diseño;
- requerimientos de habitabilidad y calidad de las edificaciones;
- equipamiento de las edificaciones;
- nuevos materiales de construcción, mejoramiento de productos existentes y hallazgo de nuevos usos;
- aspectos históricos, económicos, sociales y administrativos de la construcción;
- análisis sobre ciencia y tecnología asociados a los problemas de la I&D en el campo de la construcción;
- informática aplicada al diseño y a la construcción;
- análisis de proyectos de arquitectura;
- reseñas bibliográficas y de eventos.

### Tecnología y Construcción

is a publication that compiles documents inscribed in the field of Research and Technological Development of Construction:

- production systems;
- design methods;
- habitability and human requirements for buildings;
- building equipment;
- new materials for construction, improvement and study of new uses of existing products;
- historical, economic, social and administrative aspects of construction;
- analysis of science and technology associated with research and development problems in the field of construction;
- computers applied to design and construction;
- analysis of architectural projects;
- bibliographic briefs and events calendar.

## Comité Consultivo Editorial Internacional:

### Alemania

Hans Harms

### Argentina

John M. Evans

Silvia Schiller

### Brasil

Paulo Eduardo Fonseca de Campos

Gerardo Gómez Serra

Carlos Eduardo de Siqueira

### Colombia

María Clara Echeverría

Samuel Jaramillo

Urbano Ripoll

### Costa Rica

Juan Pastor

### Cuba

Maximino Boccalandro

### Chile

Ricardo Hempel

Alfredo Rodríguez

### El Salvador

Mario Lungo

### Estados Unidos de América

W. Hilbert

Waclaw P. Zalewski

### España

Julián Salas

Felix Scrig Pallarés

### Francia

Francis Allard

Gerard Blachère

Henri Coing

Jacques Rilling

### Inglaterra

Henri Morris

John Sudgen

### Israel

Mariano Golberg

### Italia

Giorgio Ceragioli

### Nicaragua

Ninette Morales

### México

Heraclio Esqueda Huidobro

Emilio Pradilla Cobos

### Perú

Gustavo Riofrío

### Venezuela

Juan Borges Ramos

Alfredo Cilento S.

Celso Fortoul

Baudilio González

Henrique Hernández

Gustavo Legórburu

Marco Negrón

Ignacio de Oteiza

José Adolfo Peña U.

Héctor Silva Michelena

Fruto Vivas

### Editor

IDEC/UCV

### Coeditor

IFAD/LUZ

### Director

Alberto Lovera

### Co-Director

Ricardo Cuberos

### Directores Asociados

Milena Sosa G.

Gaudy Bravo

Michela Baldi

### Consejo Editorial

Alfredo Cilento

Irene Layrisse de Niculescu

Juan José Martín

Luis Marcano González

Eduardo González

Carlos Quiros

Melín Nava

Virgilio Urbina

### Editor

Alberto Lovera

### Coeditor

José Indriago

### Coordinación editorial

Michela Baldi

### Diseño y diagramación

Rozana Bentos

### Corrección de textos

Helena González

### Impresión

Impresos Minipres C.A.

ESTA PUBLICACIÓN CONTÓ  
 CON EL APOYO FINANCIERO DE LAS  
 SIGUIENTES INSTITUCIONES

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y  
 HUMANÍSTICO  
 UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA



CONSEJO DE DESARROLLO  
 CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO  
 LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA



**fonacit**

CONSEJO NACIONAL  
 DE INVESTIGACIONES  
 CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA  
 Y LA TECNOLOGÍA EN LA REGIÓN ZULIANA



# notas biográficas

## Domingo Acosta

Arquitecto (UCV, 1979) Master (1982) y PhD. (1986) en Arquitectura, University of California, Berkeley. Profesor agregado IDEC/FAU/UCV. Coordinador del Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción IDEC/FAU/UCV. [domingoacosta@cantv.net](mailto:domingoacosta@cantv.net)

## Ignacio Ávalos Gutiérrez

Sociólogo, Universidad Central de Venezuela. Profesor en la Facultad de Economía y Ciencias Sociales de la Universidad Central de Venezuela. Consultor en el área de políticas públicas y gestión del desarrollo científico y tecnológico. Presidente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) (1994-1999), Presidente de la Comisión Nacional de Educación Superior (CONADES)(1998-1999), Miembro del Consejo Directivo del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)(1998-2000). Articulista en diversos medios de comunicación. [iavalosg@cantv.net](mailto:iavalosg@cantv.net)

## Alfredo Cilento Sarli

Arquitecto, UCV (1957). Profesor titular del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC-UCV. Investigador IV, PPI-CONICIT. Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV (1984-1987). Profesor del Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción desde 1987. Premio Nacional de Hábitat 1995. [acilento@reacciun.ve](mailto:acilento@reacciun.ve)

## Marina González de Kauffman

Arquitecto (LUZ, 1985). MSc. en Arquitectura, mención Computación en Arquitectura. Profesora e Investigadora de la Facultad de Arquitectura y Diseño de LUZ desde 1985. Subdirectora de la Facultad de Arquitectura y Diseño de LUZ (1998-2000). Actualmente presidenta de la Fundación Hábitat-LUZ. [magonzal@luz.ve](mailto:magonzal@luz.ve)

## Hugo Rincón

Arquitecto, (LUZ, 1991). Ingresó a la facultad en 1996 en el Programa de Formación Docente. Profesor Asistente del Dpto. de Diseño Arquitectónico. Maestría en Planificación Comunitaria en la Universidad de Cincinnati, Ohio (1998). Actualmente cursa estudios de Doctorado en Planificación Comunitaria y Regional en la Universidad de Texas en Austin, USA. [rinconhr@mail.utexas.edu](mailto:rinconhr@mail.utexas.edu)

## María Elena Hobaica

Arquitecto (ULA, 1972). Diplôme D'Études Approfondies (DEA), en Ciencias y Técnicas de la Construcción (1984). École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, Francia. Doctorado en Ciencias Físicas e Ingeniería Civil (1991). Universidad Pierre et Marie Curie. Paris VI. Francia. Directora del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. IDEC (1991-1997). [mhobaica@idec.arq.ucv.ve](mailto:mhobaica@idec.arq.ucv.ve)

## Alberto Lovera

Sociólogo (UCAB). M.Sc. en Planificación del Desarrollo. Mención: Ciencia y Tecnología (CENDES-UCV). Especialista en Asentamientos Humanos (CEPAL-Universidad de Chile). Candidato a Doctor, Doctorado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Universidad Central de Venezuela (UCV). Profesor-Investigador IDEC, FAU, UCV. Director-Editor de la Revista *Tecnología y Construcción* (IDEC-UCV/IFA-LUZ). [alberto.lovera@gmail.com](mailto:alberto.lovera@gmail.com)

## Carlota Pérez

Socióloga, Ph. D, Experta Internacional en Economía del Cambio Tecnológico (ONUDI, Venezuela). Dr. Cambridge Endowment for Research In Finance. Investigadora, congerencista y consultora internacional.

## Juan José Martín Frechilla

Arquitecto, Universidad Central de Venezuela, 1972. Posgrados en Urbanismo y Ordenación del Territorio, Universidades de París-Sorbona y Católica de Lovaina, 1975. Profesor-Investigador a Dedicación Exclusiva en el Sector de Estudios Urbanos de la Escuela de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo desde 1976. Profesor Titular desde 1991. Responsable de la Línea de Investigación "Historia social de la construcción territorial y urbana de Venezuela, siglos XIX y XX". Miembro, desde 1990, del Sistema Nacional de Promoción al Investigador (PPI-CONICIT), Nivel III 2001-2005. [jumartin@reaciun.ve](mailto:jumartin@reaciun.ve)

## editorial

<i>¿Are 20 years nothing?</i>	<i>¿Veinte años no son nada?</i> <i>Alberto Lovera</i>	6
-------------------------------	---	---

## artículos

<i>Investigation Methods in the Society of Knowledge.</i>	Los modos de investigación en la sociedad del conocimiento <i>Ignacio Ávalos Gutiérrez</i>	9
<i>Sustainable Housing –Investigation &amp; Development Strategies.</i>	Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo <i>Domingo Acosta / Alfredo Cilento Sarli</i>	15
<i>Energetic Efficiency in Housing within an Integral Frame of Habitability</i>	Edificaciones energéticamente eficientes en un marco integral de habitabilidad <i>Maria Elena Hobaica</i>	31
<i>Invader &amp; Invaded –The Illusive Historiography Frontiers in Construction, Science &amp; Technology in Venezuela.</i>	Invasores e invadidos. Las ilusivas fronteras historiográficas de la construcción, la tecnología y la ciencia en Venezuela <i>Juan José Martín Frechilla</i>	41
<i>The Academy Co-responsibility in Urban Development Processes. “Total-Citizenship” Program, Maracaibo-Venezuela.</i>	La Academia como actor de la responsabilidad mancomunada en los procesos de desarrollo urbano. Programa Ciudadanía Plena, Maracaibo-Venezuela <i>Marina González de Kauffman / Hugo Rincón</i>	53

## postgrado

<i>Technological Development Postgraduate Courses. IDEC/FAU-UCV (1985 – 2005)</i>	El Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción IDEC/FAU-UCV (1985 – 2005) <i>Beatriz Hernández / Idalberto Águila / Domingo Acosta</i>	67
---	--	----

## documentos

<i>Technological Revolutions &amp; Techno-economic paradigms</i>	Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos <i>Carlota Pérez</i>	77
--	--	----

## eventos

<i>Caracas of Latin America</i>	Caracas de Latinoamérica <i>Marco Negrón</i>	87
---------------------------------	---	----

## reseñas

<i>Books and Magazines</i>	Revistas y Libros	89
<i>Requirements for Authors and Arbitrators</i>	Normas para autores y árbitros	91

## Edificaciones energéticamente eficientes en un marco integral de habitabilidad

Programa de Cooperación PCU-ECOSNORD/FONACIT

Maria Elena Hobaica  
IDEC/FAU-UCV

### Resumen

El trabajo expone una visión integradora de las variables fundamentales de cuya inter-relación depende la concepción de edificaciones energéticamente eficientes, esto es, con un elevado grado de calidad que proporcione condiciones de confort en un marco de desarrollo tecnológico basado en la comprensión de la situación del cambio climático a nivel mundial, la inserción de Venezuela en el nuevo mapa mundial petrolero y sus particularidades en lo que respecta a las edificaciones su diseño, construcción, mantenimiento y ciclo de vida en general. Se destaca la necesidad de establecer criterios para el control energético de edificaciones, específicamente en el trópico ecuatorial, con el fin de trazar los lineamientos para una normativa moderna de habitabilidad.

### Abstract

*This work presents an integrated vision of fundamental variables in the designing of energetically efficient buildings, that is, with high levels of quality and comfort based on a technological development frame that considers global climate changes, the incursion of Venezuela in the new oil map and its particularities related to building –design, construction, maintenance and life-cycle in general. We point out the necessity of establishing criteria of energetic efficiency, specifically in the tropic, aiming to outline a modern normative of habitability.*

Las páginas que siguen han sido estructuradas como un marco conceptual para el desarrollo de edificaciones de calidad energéticamente eficientes. En ellas se presentan consideraciones y corolarios provenientes de múltiples reflexiones de larga data, de investigaciones realizadas por el grupo de Habitabilidad de las Edificaciones del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDEC, adscrito a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, con la participación de un grupo interdisciplinario de la UCV, expertos internacionales y de la empresa Electricidad de Caracas-EDC, todo lo cual ha convergido en un proyecto marco con diversas vertientes, encuadrado por los nuevos paradigmas energéticos y de sostenibilidad aplicados al área habitacional. Entre los objetivos destaca la importancia que se le ha otorgado a la difusión y aplicación de los resultados obtenidos a una escala social significativa.

Desde hace más de una década la experiencia alcanzada por el IDEC en la innovación tecnológica llevó a plantearse como punto de partida la necesidad de sistematizar los estudios referentes a la calidad de las edificaciones y el bienestar de los usuarios en el contexto venezolano. Los cambios sociales, económicos y políticos han ido modificando las condiciones, que fueron inicialmente adversas, y hoy en día parece muy apremiante a nivel mundial el desarrollo de una arquitectura de calidad y a la vez eficiente desde el punto de vista energético. A mediano plazo se pretende extender el estudio a los diversos requerimientos de habitabilidad de las edificaciones y su concepción integral, tales como iluminación, acústica, durabilidad, seguridad, calidad espacial, etc., lo cual incluye estudios sobre calidad y confort global mediante el análisis de criterios múltiples para ese fin.

### Descriptores:

Edificaciones energéticamente eficientes; Desarrollo tecnológico y cambio climático; Normativa moderna de habitabilidad

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 21-I, 2005, pp. 31-40.  
Recibido el 13/12/04 - Aceptado el 16/1/05

La variable energética cobra especial importancia en la medida en que se promueve un hábitat de carácter sostenible para lo cual es necesario emprender acciones en el presente dirigidas a impulsar el progreso mundial en beneficio de las futuras generaciones. Por último se plantea la necesidad de una regulación no restrictiva en el campo de la habitabilidad a fin de garantizar la aplicabilidad de criterios establecidos en función de la mejora sistemática de las condiciones de confort por métodos y costos asequibles a un mayoritario porcentaje de la población.

## Aproximación teórica al tema de las edificaciones energéticamente eficientes

### *Marco general*

El mundo enfrenta un cambio decisivo en el plano energético. En efecto, el patrón tecnológico basado en el uso intensivo de la energía y las materias primas está siendo progresivamente sustituido por un ambicioso plan ambiental apoyado en los nuevos paradigmas de la información y el conocimiento.

La primera acción de importancia internacional en este sentido fue la firma del protocolo de Montreal en 1994, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono como son los clorofluorcarbonos usados en refrigeración y aerosoles. Desde su firma, los países desarrollados han disminuido en 75% el consumo de sustancias destructivas.

La capa de ozono, situada aproximadamente a veinticinco kilómetros de la tierra, al filtrar la luz solar impide que los efectos negativos de la radiación ultravioleta tengan efecto sobre los seres vivos.

Se estima que para el año 2050 la capa de ozono podría recuperar sus niveles previos a 1980 si todas las naciones ratificaran los distintos instrumentos internacionales en la materia: protocolos de Montreal y Kyoto, la convención sobre la diversidad biológica y la convención sobre el cambio climático.

La importancia planetaria de una nueva política ambiental se refleja igualmente en la adhesión por parte de 180 países al Protocolo de Kyoto, incluyendo recientemente a Rusia, con la excepción —por razones económicas y de geopolítica— de Estados Unidos a pesar de ser uno de los mayores emisores de gases tóxicos. Este acuerdo busca detener el cambio climático y estabilizar el efecto invernadero mediante la reducción de las emisiones de gases contaminantes, especialmente el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) proveniente de la combustión del carbón, el

petróleo y la gasolina que según expertos es el principal responsable del acelerado recalentamiento de la tierra que en los últimos 100 años ha registrado un aumento de entre 0,4° C y 0,8° C en su temperatura promedio. Esto ha producido que el nivel del mar se haya elevado entre 10 y 20 centímetros desde 1900 y que los glaciares estén retrocediendo incrementándose en consecuencia inundaciones por tormentas, huracanes, etc. (página web Green peace. Organización ambientalista internacional).

Todos estos instrumentos buscan reducir la sobreexplotación del medio ambiente así como su protección y utilización equilibrada, estableciéndose que cualquier forma de desarrollo debe hacerse en armonía con el medio natural y sin perjuicio de las nuevas generaciones por lo que es esencial su sostenibilidad en el tiempo al evitar tanto a corto como largo plazo efectos colaterales indeseables (gráfico 1).

El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico que permite mantener el equilibrio de la temperatura del planeta al retener parte de la energía proveniente del sol. El aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) proveniente del uso de combustibles fósiles ha provocado la intensificación del fenómeno y el consecuente aumento de la temperatura global, el derretimiento de los hielos polares y el aumento de nivel de los océanos. Alrededor de 70% de la energía solar que llega a la tierra no es absorbida sino devuelta al espacio, pero parte de la radiación infrarroja es retenida por los gases que producen el efecto invernadero y vuelve a la superficie terrestre. Su principal función es mantener una temperatura apta para la vida en el planeta, pues de otro modo las fluctuaciones climáticas serían intolerables. Por ello una pequeña variación en el delicado balance de la temperatura global puede, como lo estamos presenciando, causar estragos.

Los países industrializados lograron durante un largo periodo mejorar de manera significativa su eficiencia energética cuando entendieron que la energía era un recurso limitado, contaminante y cuyo precio podía elevarse considerablemente. No obstante, las principales causas de que continúe el deterioro del medio ambiente mundial son los patrones insostenibles de consumo y producción relacionados con el colosal desarrollo tecnológico en el mundo desarrollado, así como la ausencia de políticas adecuadas en las naciones pobres que no se plantean la preservación de los recursos a largo plazo.

Los países productores de petróleo, incluyendo a Venezuela, han tardado mucho más en comprender la necesidad de planificar la modernización de la infraestructura energética a la vez que se racionaliza su utiliza-

ción. Esto es un punto primordial, pues para combatir los efectos indeseables de los gases atmosféricos debe producirse un cambio de concepción respecto de la forma dispendiosa y cíclica del gasto energético que aflora por etapas desde la revolución industrial hasta nuestros días.

Por otro lado, los planes de ahorro energético deben establecerse evitando retrocesos en la calidad de vida, preservando la capacidad innovadora y la búsqueda de bienestar a costos asequibles, logros alcanzados por la vida moderna.

Por ahora, fuentes de energía renovable alternativas tienen una participación poco significativa en el total de energía que se consume en el mundo. Algunos países de elevado desarrollo, como por ejemplo Noruega y Dinamarca, han incursionado con cierto éxito en otras formas de energías renovables como la solar, la eólica y la

biomasa. Sin embargo el sueño de autoabastecerse luce aún lejano, debido entre otras causas al creciente déficit energético por el incremento de la demanda mundial.

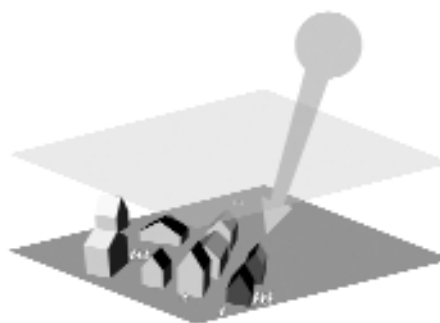
Otras fuentes provenientes de la materia orgánica como la madera, granos, cereales etc., tienen una participación difícil de estimar.

Un actor fundamental en el reto propuesto es la industria eléctrica cuyas transformaciones estructurales en la última década pueden resumirse en una mayor apertura y competencia. Los fundamentos para estas transformaciones tienen raíces en lo político y en lo económico, también en la ineficiencia, en pérdidas técnicas y en las dificultades para llevar a cabo planes de expansión ante el avasallante aumento de la demanda. Los cambios apuntan a que los sistemas energéticos operen eficientemente reduciéndose de esta forma los precios. Para los

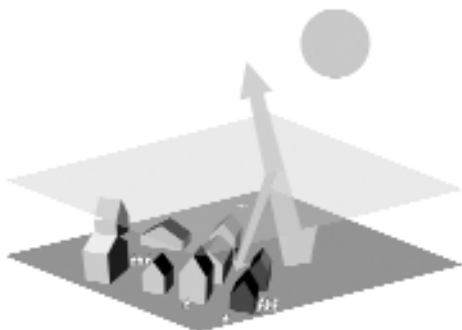
Gráfico 1



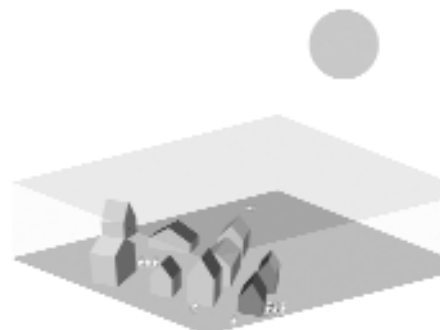
El vapor de agua, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el gas metano forman una capa natural en la atmósfera terrestre que retiene parte de la energía proveniente del Sol. El uso de combustibles fósiles y la deforestación ha provocado el aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> y metano, además de otros gases, como el óxido nitroso, que aumentan el efecto invernadero.



Alrededor del 70% de la energía solar que llega a la superficie de la Tierra es devuelta al espacio. Pero parte de la radiación infrarroja es retenida por los gases que producen el efecto invernadero y vuelve a la superficie terrestre.



La superficie de la Tierra es calentada por el Sol. Pero ésta no absorbe toda la energía sino que refleja parte de ella de vuelta hacia la atmósfera.



Como resultado del efecto invernadero, la Tierra se mantiene lo suficientemente caliente como para hacer posible la vida sobre el planeta. De no existir el fenómeno, las fluctuaciones climáticas serían intolerables. Sin embargo, una pequeña variación en el delicado balance de la temperatura global puede causar graves estragos. En los últimos 100 años la Tierra ha registrado un aumento de entre 0,4 y 0,8°C en su temperatura promedio.

Fuente: <http://www.bbc.co.uk/spanish/especiales/clima/>



usuarios finales el reto es promover un uso adecuado de los servicios energéticos a través tanto de la capacitación de los usuarios —promoviendo la adopción de prácticas que contribuyan a un menor desperdicio energético— como por medio de esquemas de financiación de tecnologías acordes con estos objetivos.

*Ahorro energético y calidad de las edificaciones en Venezuela*

Resulta casi un lugar común referirse al deterioro y encarecimiento de las edificaciones en los centros urbanos y más específicamente el de las viviendas en las últimas décadas. Las oscilaciones político-económicas han tenido una fuerte incidencia sobre la industria de la construcción. En el caso particular de las edificaciones, el auge y la caída de sus niveles cualitativos han coincidido con los períodos de bonanza económica y posterior crisis que desde finales de la década de los setenta no se ha logrado superar. A eso ayudó la tendencia sostenida durante décadas de producir masivamente para reducir el déficit de viviendas heredada de la posguerra europea, así como la transferencia indiscriminada de tecnologías foráneas las cuales convivieron con una industria de la construcción nacional cuyo carácter de “manufactura heterogénea” le otorga particularidades como la coexistencia en su interior de diversos modos de producción. Por otra parte se trata de una industria en la que ha prevalecido el monopolio de ciertos materiales y componentes producidos en el país, especialmente el concreto y la mampostería, man-

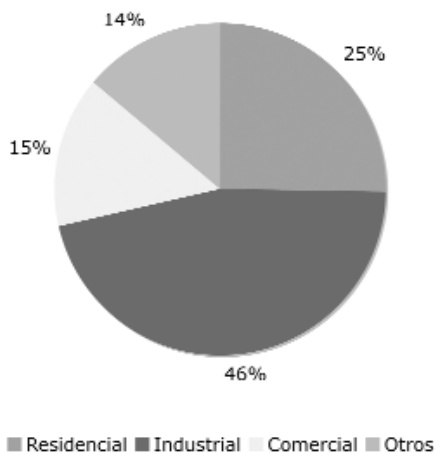
teniendo su capacidad de proporcionar en ocasiones respuestas técnicas de avanzada especialmente en el campo convencional. No obstante, esto se ha logrado a expensas de un elevado derroche energético por lo que las edificaciones venezolanas se han convertido en las más altas consumidoras de energía (gráficos 2 y 3).

El desarrollo tecnológico con base en un alto gasto energético es emblemático dado que progresivamente ha convertido a las edificaciones en grandes consumidoras de energía y productoras de CO<sub>2</sub>. Esto, en el caso particular del trópico, ocurre por el uso en ocasiones abusivo de sistemas de climatización y otros equipamientos en respuesta a diseños inadecuados que propician el recalentamiento de las edificaciones. Al respecto puede afirmarse que consumen 50% de la energía total por lo que su afectación es fundamental en cualquier plan de racionalidad energética.

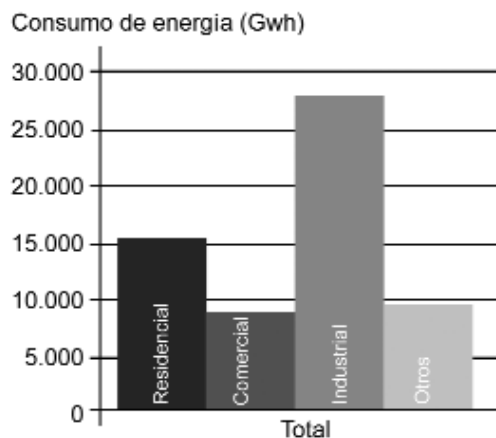
Es así como el sector construcción contribuye con creces al aumento progresivo de la demanda energética en relación con una oferta estancada entre otras razones por lo aleatorio de los períodos de lluvia en un país donde buena parte de la energía proviene de las centrales hidroeléctricas. A ello se une que Venezuela tiene el mayor consumo per cápita de energía eléctrica en toda América Latina, así como una elevada intensidad energética (cantidad de energía necesaria para producir un bien o un servicio) (gráfico 4).

En consecuencia, tanto por una situación coyuntural tras varios años de sequía como por una estructural, resultado de la precariedad en cuanto a inversiones para

**Gráfico 2**  
Consumo total de energía por sector



**Gráfico 3**  
Edificaciones y consumo de energía total por sector



Fuente: Comisión de Integración Energética Regional (CIER) 2003.

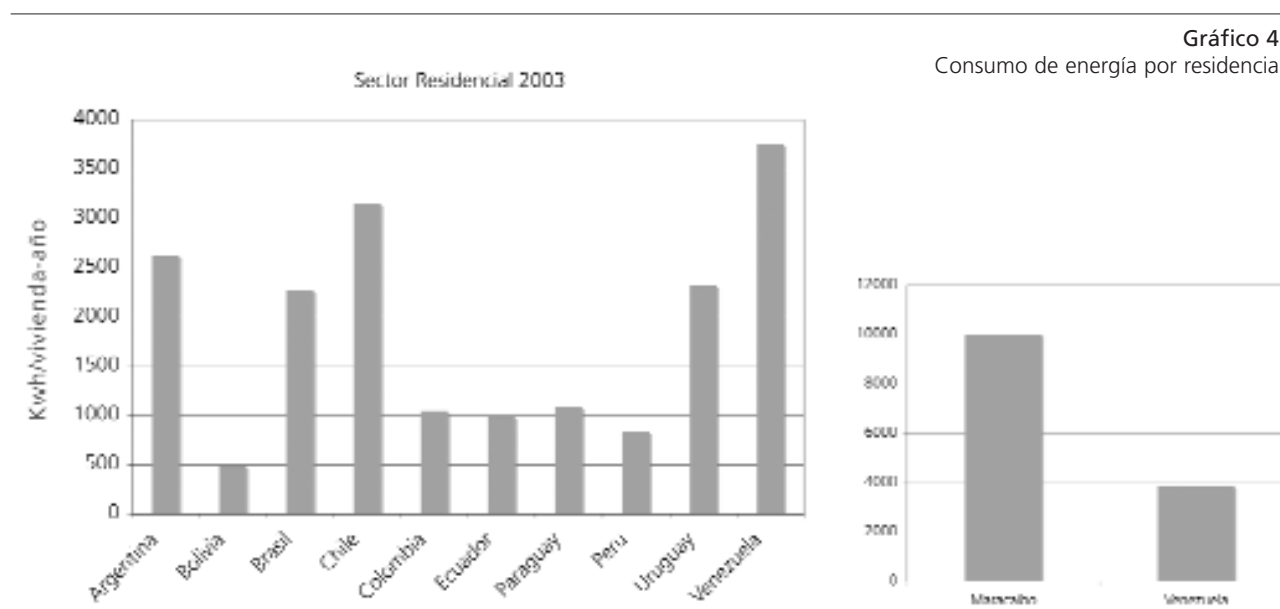
dicho sector, el país enfrenta un déficit de capacidad para generar la electricidad requerida. El panorama a futuro, de no enfrentar la situación con racionalidad, es el aumento del consumo en un contexto que se percibe fortuito e irrefrenable, sin que se haya mejorado la capacidad de respuesta a esa demanda creciente.

Para superar la crisis a nivel local se han comenzado a diseñar estrategias en el corto y mediano plazo con el fin de incrementar la oferta de energía termoeléctrica, generar conciencia en el consumidor para estimular el ahorro y mejorar la eficiencia energética pues todo objeto que utilice energía puede ganar en eficiencia en elevado porcentaje.

La optimización energética de la edificación abarca todo el proceso arquitectónico desde la escogencia de los materiales y/o componentes, el diseño arquitectónico en relación al entorno, el uso de la edificación, su mantenimiento, reparación, modificaciones, demolición y reciclado de ser el caso. De allí que además de la participación de los profesionales y usuarios del sector, se deben propiciar políticas de Estado que regulen las recomendaciones de rigor a fin de concretar ahorros sustanciales del consumo energético para lograr un beneficio económico sin desmejorar la calidad de vida de la población y sin que ello interfiera en la innovación y en el avance tecnológico de la construcción.

Cuanto antes se incorporen al proceso de diseño métodos de análisis del consumo energético se logrará un potencial ahorro de energía capaz de redundar en menor contaminación, de reducir el déficit y de ahorrar valiosos

recursos naturales y no renovables. Vale aclarar que el tema es complejo pues los factores condicionantes de un diseño que se considere "bioclimático" son diversos, por lo que se requieren desarrollar herramientas de diseño sencillas, manipulables e integradoras, de utilización masiva, que consideren aspectos tan disímiles como: el análisis termofísico de los materiales, la utilización de energía pasiva, los ahorros de energía en climatización o iluminación, el manejo de la forma arquitectónica, las instalaciones técnicas de la edificación y la correcta utilización de los electrodomésticos. A esto se le denomina arquitectura bioclimática en el sentido del aprovechamiento de las posibilidades del entorno climático combinando el control ambiental con la adecuación al ambiente exterior. La ganancia es múltiple, tanto en la preservación de los recursos no renovables como en cuidado del medio ambiente sin descuidar por ello los aspectos de confort<sup>1</sup>. Además, encaja perfectamente en el enfoque sustentable de la construcción tal y como lo plantea Alfredo Cilento (1996): "El concepto de sostenibilidad del medio construido envuelve la idea de que los productos de las actividades de construcción y de equipamiento urbano sean perdurables. No estamos facultados para disponer libremente de los recursos naturales y/o del medio ambiente construido si ello compromete la posibilidad de que las generaciones futuras puedan ser usuarias de tales productos, que han consumido ingentes recursos naturales, en su mayoría no renovables". De allí el gran interés en normalizar las edificaciones siendo éstas los objetos que abarcan el mayor espacio edificado en las ciudades.



Fuente: Comité de Integración Energética Regional. (CIER)

## Hacia una normativa de habitabilidad

### *Criterios de control energético en el trópico ecuatorial*

Según el informe *World Energy Outlook 2001* (WEO2001) de la Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency-IEA, por sus siglas en inglés) la demanda de energía primaria del mundo crecerá 57% entre 1997 y 2020. El petróleo permanecerá como el combustible dominante en la mezcla de fuentes de energía, mientras que el gas natural será la segunda fuente de energía de mayor crecimiento. Se estima que la mayor parte del crecimiento de la demanda provenga de las regiones en desarrollo (China, India). Venezuela tiene importantes reservas de petróleo convencional y las reservas de petróleo no convencional son gigantescas aunque su calidad debe ser mejorada para hacerlo rentable.

La base de recursos energéticos para satisfacer la demanda sería suficiente en la medida en que se realicen inversiones importantes para llevar los recursos al mercado y que se logre un uso equilibrado de los mismos. En el escenario base de referencia se supone que la "demanda" creciente basta por sí misma para mantener precios relativamente elevados, sin considerar los eventos geopolíticos instalados en extensas regiones.

Estas realidades constituyen parte de la base general para establecer criterios válidos de control ambiental en las edificaciones. El arquitecto tiene una enorme responsabilidad en cuanto al control energético que se puede lograr mediante la configuración arquitectónica de esa fuente de elevado gasto energético que son las edificaciones. La adecuada selección de parámetros de forma, volumen, piel, elementos arquitectónicos, sistemas climáticos activos o pasivos, compartimentación y equipamiento interior, iluminación, etc., es un paso decisivo para obtener un producto ahorrador o despilfarrador de energía. El mercado de la climatización en el país presenta un elevado ritmo de crecimiento lo cual ha contribuido a colocar a Venezuela como el lugar de mayor consumo energético de Latinoamérica. Esta situación podría incrementarse de haber un crecimiento económico sostenido en los próximos años, por lo que resulta indispensable llevar a cabo medidas de racionalización del gasto energético antes de que sea incontrolable la demanda en relación a la oferta. En tal sentido es fundamental la introducción de nuevas tecnologías más eficientes desde el punto de vista energético así como la búsqueda de mayor racionalidad en las tecnologías convencionales. Lograr este vasto objetivo exige una acción conjunta entre investigadores, profesionales y el Estado

al que corresponde el establecimiento de políticas al respecto con el fin de avanzar hacia una normativa de comportamiento que sea asimilada por los procesos productivos involucrados en las edificaciones.

El control energético tiene como contrapartida el bienestar de los habitantes. En efecto, en el caso de las edificaciones es posible el desarrollo de tecnologías que, conjuntamente con un diseño adecuado, prevengan o disminuyan el consumo energético sin disminuir o arruinar las condiciones de confort para los usuarios.

Un diseño apropiado exige el conocimiento del entorno, especialmente de las condiciones climáticas. Igualmente es prioritario el uso que se le dé a la edificación, sus requerimientos de habitabilidad y energéticos, los materiales y las técnicas constructivas disponibles, todos insumos indispensables de los cuales debe disponer el arquitecto, cuya injerencia en el proceso es esencial para efectuar desde la etapa de anteproyecto las previsiones necesarias para alcanzar objetivos coherentes de bienestar y calidad.

Existen principios generales para lograr el control energético mediante el diseño de la arquitectura y estos varían fundamentalmente en función del clima. Su aplicación debe dirigirse a los distintos componentes que intervienen en la configuración arquitectónica tales como forma, volumen, piel, elementos arquitectónicos, compartimentación interior, etc. De ser esta manipulación insuficiente debe complementarse con técnicas de apoyo, pasivas o activas en los campos por ejemplo del confort térmico o lumínico. La complejidad del proceso de diseño responde al valor relativo de las decisiones que varían de un edificio a otro e incluso en un mismo edificio donde una decisión puede alterar la actuación de otros factores. De allí la importancia de que el arquitecto pueda acceder al conocimiento teórico e instrumental que lo conduzca a optimizar el diseño de edificaciones capaces de responder a exigencias claras de habitabilidad y que los requerimientos, producto de estas exigencias, se traduzcan en una normativa capaz de proporcionar un rango amplio de acciones para la obtención de edificaciones con un elevado nivel de calidad.

### *Lineamientos para una normativa de habitabilidad*

Hemos notado cómo las edificaciones se han convertido en objetos de importancia crucial en el mundo moderno. A las exigencias de calidad en los diversos ámbitos involucrados hay que agregar el consumo energético por sus connotaciones tanto cualitativas como económicas. De allí la importancia en la coyuntura actual de

regular el diseño y la producción arquitectónica a partir de políticas de Estado que, además de garantizar la seguridad, el mantenimiento y la calidad global de las edificaciones, apunten hacia la reducción del consumo energético que se inicia con la producción de los materiales de construcción, sigue con el uso de los mismos durante la ejecución y a todo lo largo del ciclo de vida del objeto arquitectónico, su mantenimiento, reparación, posibles modificaciones, hasta la demolición y el reciclado de sus partes de ser el caso. En los países desarrollados, donde se han aplicado rigurosamente políticas de Estado en tal sentido, se han concretado logros sustanciales que abarcan la mejoría progresiva de las construcciones las cuales marchan paralelamente a un ahorro significativo del consumo energético.

Conscientes de la importancia del aspecto normativo, para alcanzar a nivel nacional el cumplimiento de requerimientos estipulados por expertos, hemos llevado adelante un proyecto que en su primera fase incluyó un diagnóstico de la normativa vigente. El objetivo es el desarrollo progresivo de un instrumento normativo moderno que, además de estimular el mejoramiento cualitativo de las edificaciones ahorrando energía, propicie la innovación y el desarrollo tecnológico en el sector, aprovechando la oportunidad que brinda mundialmente el reconocimiento de la prioridad del tema para detener el deterioro de la calidad de vida de gran parte de la población. La norma es por tanto un instrumento al servicio de estos objetivos que debe caracterizarse por su eficiencia en el plano operativo.

En Venezuela la normativa referente a las edificaciones en particular es muy parcial y ha sido adoptada de normas foráneas que no en todos los casos han sido adecuadas a las condiciones locales.

En la medida en que el concepto de habitabilidad ha adquirido un significado mayor, ampliando su alcance, se hace indispensable abordar en lo inmediato el asunto de las normas, con una visión igualmente flexible que actúe como motivadora más que como controladora.

Los antecedentes de normas para la construcción de edificios se remontan a la década de los sesenta y correspondían al Ministerio de Obras Públicas-MOP, convertido después en Ministerio de Desarrollo Urbano-MIN-DUR y hoy Ministerio de Infraestructura-MINFRA, habiéndose agregado por iniciativa del Ministerio de Fomento en la década de los ochenta el comité técnico COVENIN con intenciones unificadoras. Habría que ver si se presentan nuevas perspectivas con el recién creado Ministerio de la Vivienda.

La existencia desde 1987 de una ley orgánica de ordenación urbanística tampoco es suficiente para regir la edificación en sí misma aunque insta a proyectar y construir conforme a las normas nacionales y ordenanzas municipales, dejando la responsabilidad de velar por el cumplimiento de la ley en manos de los profesionales que realicen los proyectos u obras. Sin embargo, se debe destacar que ante la carencia de normas se prevé acudir a las normas internacionalmente aceptadas como ASMT e ISO.

En todo caso, la norma que abarca fundamentalmente aspectos de resistencia y seguridad mantiene su vigencia a pesar de no ser revisada periódicamente mientras que la normativa aplicable a la calidad de la arquitectura es prácticamente inexistente, por lo que ésta se obtiene en forma aleatoria, con base en la experiencia, en el caso de la construcción convencional y se convierte en una grave carencia en el caso de la incorporación de innovaciones en el diseño y construcción de la edificación.

Las grandes carencias en materia de normas de calidad son producto del escaso interés que durante décadas se le dio a este problema, de allí que la puesta en vigor de un proyecto global para el rescate de estos valores, en un marco de economía y ahorro energético, tenga necesariamente que culminar en una propuesta de Normativa de Habitabilidad cuya aplicación adquiere viabilidad en la medida en que se consiga su transferencia a la industria de la construcción y se asuma como política de Estado.

La aplicación generalizada de normas de comportamiento conduce necesariamente al mejoramiento cualitativo de la edificación, lo cual contribuiría a la optimización y a la reducción de los recursos energéticos que actualmente se requieren para su aclimatación, articulando a todos los sectores involucrados, incluidos los habitantes, a quienes se les enseñaría a reducir sus gastos energéticos a lo largo de la vida útil de la edificación.

La primera etapa del proyecto referido arrojó como resultado un diagnóstico-inventario cuya elaboración respondió a criterios de análisis tales como coherencia, viabilidad de aplicación, flexibilidad, identificación de vacíos y carácter de la norma, encontrándose grandes fallas así como la proliferación de especificaciones constructivas que determinan la forma de construir como garantía de calidad y seguridad.

Se consideró la normativa para la vivienda y su entorno inmediato relacionando los aspectos físico-ambientales con los requerimientos de bienestar obtenidos a través de indicadores de realidades semejantes.

Para la realización del diagnóstico se elaboró una matriz de dos entradas referidas, por un lado, a las variables de la vivienda y su entorno y, por el otro, a las variables de las exigencias humanas. De esta manera, cruzando las variables entre sí, fueron identificadas las normas existentes y los diversos grados de interdependencia de las variables consideradas. Igualmente se determinaron los vacíos o carencias en cuanto a normas de habitabilidad y la importancia relativa de unas y otras en función de los requerimientos de las edificaciones para lograr dar respuestas a determinados patrones de calidad (gráfico 5).

Entre las conclusiones más importantes destaca la parcialidad de la normativa existente, la ausencia de normas de habitabilidad en contraposición con la proliferación de especificaciones constructivas, el anacronismo de las mismas y la falta de criterios, así como el desconocimiento de las aspiraciones y/o exigencias de los usuarios en materia de habitabilidad y confort. Se conoció igualmente que la mayoría de las normas corresponden a los rubros de seguridad, economía e interacción, quedando fuera aquellas concernientes al bienestar de los usuarios.

Una vez obtenido el diagnóstico y esbozadas las recomendaciones consiguientes se generaron líneas de investigación para el corto y el mediano plazo con el objeto de subsanar las enormes deficiencias tanto en el plano de la habitabilidad de las edificaciones como en los grados de seguridad y bienestar de sus habitantes.

Asimismo se propuso la investigación “Código Nacional de Habitabilidad” concebida como el marco jurídico técnico base para el desarrollo futuro de esa regulación identificada como “Normas de comportamiento flexibles” que, en vez de fijar especificaciones constructivas, señale las exigencias bajo la forma de objetivos cuya revisión permanente constituya la garantía de edificaciones arquitectónicamente adecuadas, tecnológicamente de avanzada y energéticamente racionales.

### Consideraciones finales

La situación energética actual justifica plenamente el establecimiento de políticas de optimización energética de la edificación a través de su arquitectura y equipamientos mecánicos y eléctricos. Existen las condiciones para concretar ahorros sustanciales del consumo energético por esta vía aplicando con rigurosidad políticas de Estado, lo cual además de los beneficios económicos y de calidad, disminuiría la emisión de gases tóxicos al ambiente.

Vale aclarar que habría que inculcar en los actores el hábito de minimizar el gasto energético, tanto en quienes crean y producen las edificaciones como en quienes las habitan, para entender que no se trata de un problema estético o de una moda ecológica sino de un asunto de elevada importancia que reúne calidad de vida con economía y disminución de riesgos naturales.

Gráfico 5  
Componentes de la vivienda, espaciales y constructivos

		Espacios semiprivados	Espacios privados	Divisiones interiores	Envolvente externa	Estructuras	Instalaciones sanitarias	Equipos sanitarios	Instalaciones energéticas	Equipos energéticos	Instalaciones de comunicaciones	Equipos de telecomunicaciones	Instalaciones de seguridad	Equipos de seguridad	Instalaciones mecánicas	Equipos mecánicos
Exigencias humanas	Confort															
	térmico	A	A	A	A	A	C	C	B	B	C	C	C	C	A	A
	acústico	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	C	C	B	B
	lumínico	A	A	A	A	A	C	B	A	A	C	C	A	A	C	C

- A: Alta dependencia entre el componente y la satisfacción de exigencia.
- B: Mediana dependencia. Exigencia que pueden responder otros componentes.
- C: Baja o nula dependencia.

Fuente: elaboración propia. Proyecto de Habitabilidad.

Cuanto antes en el anteproyecto se incorporen las premisas correspondientes más fácilmente se concretará un potencial ahorro energético. En ello intervienen múltiples y disímiles variables que deben ser coordinadas como la utilización de iluminación y ventilación natural, de técnicas pasivas o activas complementarias, el desarrollo de las instalaciones técnicas, etc. Este nivel de complejidad exige el desarrollo de instrumentos sencillos de ayuda, manejables y que permitan una evaluación integral.

La ejecución, el mantenimiento y la eliminación de edificaciones requiere de un consumo energético tal relacionado estrechamente con la inversión inicial y con los costos de mantenimiento que el objetivo debe ser una reducción global del consumo energético.

Al Estado le corresponde, pues, propulsar la definición de políticas y esquemas reguladores con fundamento en posturas que busquen el desarrollo social y económico del país. La investigación y el desarrollo en el campo de la calidad de las edificaciones y la racionalización del gasto energético va más allá de la visión restringida de paliar el déficit habitacional mediante el diseño y la producción de viviendas cuya economía se obtenga a costa del sacrificio de sus condiciones de habitabilidad, siendo esto válido tanto para la vivienda formal como para la informal. A este enfoque se contraponen actualmente el de la edificación que responde a requerimientos de habitabilidad establecidos con criterios de sustentabilidad y racionalidad energética. En el campo específico de la arquitectura bioclimática, al igual que para el conjunto de requerimientos acústicos, de iluminación, etc., surge la necesidad de acceder al conocimiento técnico-científico que articule los objetivos con respuestas concretas a nivel de diseño, capaces de materializarse en términos de confort para los usuarios mediante el tratamiento tanto de la envolvente como de los ambientes internos de las edificaciones.

A partir de los resultados de corte académico, los productos finales de estas investigaciones requieren ser transferidos a los actores de la industria de la construc-

ción y a los usuarios finales, sus habitantes. Por ello se considera primordial la obtención de una regulación nacional a mediano plazo que sirva como instrumento para exigir niveles de calidad, seguridad y durabilidad de las edificaciones. De allí la importancia de la elaboración de un cuerpo o código nacional de habitabilidad conformado por normas de comportamiento entendidas como objetivos a alcanzar. El concepto de normativa de habitabilidad con un rango amplio de flexibilidad abre un abanico de posibilidades para la innovación y el desarrollo tecnológico debido a que no coarta la libertad del diseñador de componentes, sistemas constructivos y/o edificaciones en la medida en que se alcancen los objetivos propuestos bajo la forma de exigencias de carácter cuantitativo, o cualitativo según el grado de precisión requerido.

Existen antecedentes exitosos en el mundo desarrollado —como es el caso de “la gestión científica aplicada a la construcción”, originalmente planteada por Gerard Blachere, según la cual “En la construcción moderna, la búsqueda de la diversidad de productos y técnicas llega a reemplazar las especificaciones descriptivas, por una obligación de resultado que se hace explícito bajo la forma del comportamiento o rendimiento de la edificación”. Ello encuentra su expresión en un conjunto de propiedades que definen la aptitud o destreza de la edificación para cumplir adecuadamente sus diversas funciones en un contexto dado, es decir, satisfacer ciertas exigencias definidas en función de índices o grados predeterminados de bienestar, adecuados a nuestras condiciones socioeconómicas, culturales y climáticas.

Este tipo de herramientas contribuirían, a nuestro entender, a facilitar la tarea de trazar una estrategia de acciones para elevar el nivel de calidad de las edificaciones dentro de un plan de eficiencia energética cuya difusión y asimilación entre los distintos actores sociales es fundamental para lograr el cambio indispensable para preservar la vida en el planeta.

#### Notas

1 *Confort*: La norma ISO 7730 lo define como aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico. Éste depende de muchos factores objetivos y subjetivos además de que debe ser considerado con otros factores que conforman la Habitabilidad, como la calidad del aire, niveles de iluminación, ruido, etc. Para alcanzar el confort un individuo debe mantener un equilibrio térmico entre el cuerpo humano y su entorno.

*Habitabilidad*: La medida del grado con el cual un ambiente determinado promueve el bienestar, la productividad y el comportamiento que se aspira en determinada situación por parte de sus ocupantes. (Cf. <http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad>).

## Referencias bibliográficas

- Allard, F. (1998) Análisis energético de edificios y calidad de los ambientes interiores. Últimas orientaciones de las investigaciones en Europa. Proceedings COTEDI'98. Caracas.
- Blachere, G. (1974) *Savoir bâtir*. Eyrolles éditeur. Paris.
- Blachere, G. (1975) *Technologies de la construction industrialisée*. Eyrolles éditeur. Paris.
- Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (1993) Serie de consejos técnicos: procedimientos, materiales, elementos o equipos empleados en la construcción, n° 343. Octubre.
- Cilento, A. (1996) "Arquitectura y construcción en el siglo XXI". Ponencia XXI Congreso RAGA. San Cristóbal, Venezuela.
- CONAVI-Consejo Nacional de la Vivienda (1999) Normas de Habitabilidad, seguridad y colectividad en relación a la vivienda y su entorno. Responsable: Maria Elena Hobaica. Coordinador: Luis La Scalea. Caracas.
- CONAVI-Consejo Nacional de la Vivienda (2001) Código Nacional de Habitabilidad para la vivienda y su entorno. Coordinador: Geovani Siem. Caracas.
- Comisión para el Mejoramiento de la Calidad Térmica de las Edificaciones y el Espacio Urbano (1977) Recomendaciones para mejorar la Calidad Térmica de las Edificaciones. Maracaibo, Venezuela.
- Hobaica, M.E.; Belarbi, R.; Rosales, L. (2001) "Los sistemas pasivos de refrescamiento de edificaciones en clima tropical húmedo. Posibilidades de aplicación en Venezuela", *Tecnología y Construcción* 17-1, enero-abril 2001. IDEC/UCV, Caracas. <http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad>
- Sosa, M. E. y Siem, Geovani (2004) *Guía del consumidor de energía eléctrica*. Programa Agenda Ciudad. Caracas.
- Sosa, M. E. y Siem, Geovani (2004) *Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico*. Programa Agenda Ciudad. Caracas.
- Programa Agenda Ciudad. *Técnicas de reducción del gasto energético en edificaciones* (2004) Fonacit / IDEC-FAU-UCV-Departamento de Hidrometeorología/C. A. La Electricidad de Caracas.
- Suding, P.H. (1997) "El estado del desarrollo energético y el desarrollo sustentable en América latina y el Caribe", *Revista Brasileña de Energía* vol. 1, n°1.
- Serra, Rafael; Coch, Elena (1995) *Arquitectura y energía natural*. Ediciones UPC. Universitat Politècnica de Catalunya. España.