



Guía de Operaciones

# Ahorro de Energía Eléctrica en Edificaciones Públicas

República Bolivariana de Venezuela



Ministerio de Energía y Minas



Instituto de Desarrollo Experimental  
de la Construcción • IDEC  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad Central de Venezuela

2002

Guía de Operaciones de Ahorro de Energía Eléctrica  
en Edificaciones Públicas

- Ministerio de Energía y Minas
- Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC); Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU); Universidad Central de Venezuela (UCV)

ISBN 980-00-2053-5

Depósito Legal: If17520026212047

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida sin consentimiento de los autores.

Edición

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC)

Apartado Postal 47.169, Caracas 1041-A, Venezuela

Telefax: (58-212) 605.2046 / 2048

e-mail: [idec@idec.arq.ucv.ve](mailto:idec@idec.arq.ucv.ve)

**Coordinación editorial**

Michela Baldi

**Diagramación y montaje**

Mary Ruth Jiménez

**Diseño de portada**

Mary Ruth Jiménez

**Corrección de textos**

Helena González

Guía de Operaciones

# Ahorro de Energía Eléctrica en Edificaciones Públicas

Esta Guía ha sido desarrollada en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) adscrito a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela (UCV) a solicitud del Ministerio de Energía y Minas

# Agradecimientos

La realización de esta Guía ha sido posible gracias a la contribución de numerosas personas, quienes han acumulado méritos suficientes para ser nombradas aquí. Sin embargo, por limitaciones de espacio y a riesgo de cometer algunas injustas omisiones, hemos escogido hacer un reconocimiento especial:

al Dr. Armando Meleán, por animarnos con su permanente entusiasmo y claridad de la misión;

al equipo de asesores y profesionales de la Dirección General de Energía del Ministerio de Energía y Minas, por revisar acuciosamente el texto original y ofrecernos sus importantes comentarios;

a los investigadores del Instituto de Energía (INDENE) de la Universidad Simón Bolívar, por compartir generosamente sus conocimientos y experiencias durante el I Taller de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica para Funcionarios Públicos;

Los asistentes al Primer Taller de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica para Funcionarios Públicos, por sus animadas intervenciones durante este evento y por el esfuerzo de poner en práctica la versión preliminar de esta Guía y enriquecerla con sus invaluables observaciones y sugerencias.

*Los autores*

# ProRÓLOGO

Parte del éxito de un país consiste en sostener en el tiempo una visión acertada sobre el uso de sus recursos naturales pues éstos llegan a ser, junto con su gente, sus principales activos, que puestos al servicio de una estrategia de desarrollo nacional deben conducir al bienestar colectivo.

La mediación entre recursos naturales y capital humano queda a cargo de la educación y la cultura, y de aquí a la ciencia y la tecnología resta tan sólo el impulso creador y el orgullo de sentir la necesidad de construir una nación sana.

A lo largo de décadas varias generaciones de venezolanos nos hemos enterado de la existencia en nuestro territorio de ingentes recursos energéticos: petróleo, gas natural, carbón mineral, importantes fuentes hídricas y potenciales fuentes alternas de energía, que transformadas por la tecnología, el trabajo y el capital se convierten en bienes y servicios que ordinariamente usamos en nuestros comercios, industrias, transporte y hogares.

Una transformación que siempre tendrá algo de mágica es la del agua en electricidad, la de los combustibles fósiles en electricidad y hasta la del sol en electricidad. Grandes esfuerzos técnicos, económicos y humanos, tanto del sector privado como del público, son necesarios para poner a nuestro servicio esta fuente de energía indispensable en casi cualquier actividad humana.

Diversos condicionantes pueden explicar por qué el tipo de uso que se le da a una fuente energética, por ejemplo, la electricidad, es más o menos intensivo de un clima a otro, de una realidad socioeconómica a otra. Pero hay un hecho común a todas estas situaciones: es el usuario final quien decide, tal vez condicionado por actitudes, patrones culturales y hábitos de conducta, la forma en que maneja su consumo eléctrico.

Sacarle el máximo provecho a nuestros equipos eléctricos usándolos de la forma más adecuada, combinando criterios técnicos con la racionalidad individual, es hacer un eficiente uso de la electricidad, lo cual conduce a otorgar un valor intrínseco a esta fuente energética, además de reconocer un recurso poco estimado en nuestro ambiente: la conservación, y uso eficiente de la energía, de la electricidad.

Ninguna nación se ha desarrollado derrochando sus recursos ni sus activos. El desempeño y la actitud de la gente impulsa la diferencia. Los venezolanos tenemos un reto constante y a largo plazo: hacer un uso eficiente de la dotación eléctrica en todos los ámbitos del quehacer nacional, como forma de sostener y ampliar el confort que nos brinda la electricidad.

El complemento a esta visión debe expresarse en acciones orientadas para hacer un uso eficiente de la electricidad, y se encuentra en proceso de ser compartido por los principales actores del sector eléctrico: empresas eléctricas, con el legítimo derecho a exigir una contraprestación económica razonable por la prestación del servicio, y clientes, también en su derecho a exigir confiabilidad, calidad y precios convenientes por el servicio recibido y el organismo regulador, el Ministerio de Energía y Minas, en su condición de representante del interés público general. Tal es el objetivo de la presente Guía.

Esta primera edición de la "Guía de operaciones: ahorro de energía eléctrica en edificaciones públicas", tiene como objetivo servir de herramienta de trabajo a los funcionarios encargados de la atención técnica y el mantenimiento de equipos, sistemas y espacios, así como a los encargados de la administración del consumo eléctrico, para que realicen acciones concretas en materia de ahorro y uso eficiente de la electricidad, hacer un seguimiento a las mismas y alcanzar importantes reducciones en el consumo, sin afectar el confort ni las condiciones de trabajo.

*Ing. Nervis Villalobos*  
*Viceministro de Energía*  
*Ministerio de Energía y Minas*

# Contenido

	pág
Presentación	13
Propósito	17
Introducción	19
Edificaciones y consumo energético	21
Mediciones del consumo	
Indices energéticos de las edificaciones	
Sistemas energéticos alternativos	
Ahorro de energía en edificaciones existentes y remodelación	
Ahorro de energía en edificaciones nuevas	
Componentes de la edificación	35
Arquitectura y equipamiento interior	
Instalaciones y equipos eléctricos	
Instalaciones y equipos mecánicos	
Instalaciones y equipos sanitarios	
Instalaciones y equipos de seguridad	
Recomendaciones para ahorrar energía	45
Recomendaciones Generales	47
Recomendaciones de Nivel 1	51
Arquitectura y equipamiento interior	
Instalaciones y equipos eléctricos	
Instalaciones y equipos mecánicos	
Instalaciones y equipos sanitarios	
Instalaciones y equipos de seguridad	

# Contenido

	pag
Recomendaciones de Nivel 2	70
Arquitectura y equipamiento interior	
Instalaciones y equipos eléctricos	
Instalaciones y equipos mecánicos	
Instalaciones y equipos sanitarios	
Instalaciones y equipos de seguridad	
Recomendaciones de Nivel 3	82
Arquitectura y equipamiento interior	
Instalaciones y equipos eléctricos	
Instalaciones y equipos mecánicos	
Instalaciones y equipos sanitarios	
Instalaciones y equipos de seguridad	
Cuestionario de autoevaluación	90
Instrumentos de medición	96
Glosario	101
Referencias bibliográficas	125
Normas asociadas	127
Direcciones en INTERNET	129
Autores	131



# Presentación

Esa Guía llega en su justo momento. Corresponde a una coyuntura difícil, cuando la sequía reduce la oferta hidroeléctrica y puede llevar a un período de restricciones muy drásticas. Pero también, como lo dicen los autores, porque corresponde a una necesidad de mediano y largo plazo.

¿Por qué favorecer el ahorro de energía eléctrica? ¿Por qué incentivar a los usuarios a reducir su consumo?

Durante casi un siglo se trató más bien de ampliar la demanda de electricidad, no solamente a través de nuevos clientes, sino también al desarrollar nuevos usos, propiciar la compra de máquinas más potentes, ofrecer nuevos servicios, y mejorar así la carga de las plantas. Todo el sistema eléctrico ha sido diseñado para incentivar el consumo, y esto no sólo en Venezuela sino en todas partes del mundo. Un ejemplo conocido es el incentivo al uso de la electricidad para la calefacción de las viviendas en Francia. La demanda eléctrica, a lo largo del tiempo, ha sido construida, modelada por estrategias corporativas y públicas siempre expansivas.

Pero el panorama hoy ha cambiado por completo: en todas partes del mundo se implantan políticas y prácticas de ahorro energético que tienen éxito.

Las empresas eléctricas tienen interés en implantarlas porque, para atender la nueva demanda, sale más barato ayudar a los actuales clientes a reducir su consumo que invertir en nuevas plantas. Subsidiar la compra de aparatos de aire acondicionado más eficientes, como ocurre en el estado Zulia, se vuelve un comportamiento racional para la empresa eléctrica, y varias empresas privadas norteamericanas lo han hecho sin incentivo público, solamente por cálculo racional.

El consumidor industrial, para reducir sus costos y competir en el mercado, tiene que mejorar su eficiencia energética. Los productores de cemento, por ejemplo, han logrado reducir drásticamente su factura energética.

Los consumidores de pocos recursos sufren por las alzas tarifarias y por un sistema de cobros más efectivo: los gobiernos, a través de sus políticas sociales, pero también las empresas eléctricas privadas interesadas en reducir la morosidad, han diseñado programas para ayudarlos a controlar mejor su consumo y a reducirlo con cambios de luminarias y de aparatos, mejoras en el aislamiento térmico de sus viviendas, etc.

Por primera vez, todos los actores del sistema eléctrico tienen interés en lograr tal ahorro: se vuelve posible armar un programa eficiente, porque será de tipo ganar-ganar, a través del cual todos pueden mejorar su posición.

El sector público, como consumidor, también tiene interés en reducir su gasto energético por razones presupuestarias obvias, pero es el sector con mayor dificultad para lograrlo. Y más aún en Venezuela, porque todavía son muchos los incentivos al consumo que no han sido desmontados: estructura tarifaria inadecuada, cobranza ineficiente, morosidad en el pago por parte de los entes públicos, etc. También porque muchos rasgos de la gerencia pública conspiran contra este cambio: gerentes que no tienen un control efectivo sobre su presupuesto, discontinuidad administrativa cuando se trata de programas de largo aliento, falta de tradición y de organización de un mantenimiento efectivo, políticas erráticas de compras o de construcción. Si bien al nivel global una política de ahorro energético representa un cambio de paradigma, en la administración pública se trata de una verdadera revolución.

Requiere de una política enérgica por parte del Ministerio de Energía y Minas, por parte de cada uno de los ministerios y entes descentralizados, por parte de los gobiernos locales. Pero también se hace necesario un compromiso fuerte

por parte de las empresas eléctricas. En todas partes del mundo estas empresas están transitando de una postura de productor-distribuidor de energía a una estrategia de proveedor de servicios energéticos integrados. Los contratos de concesión municipal del servicio eléctrico, por ejemplo, tendrían que incorporar la definición de la asistencia técnica que la empresa tiene que ofrecer a los municipios para mejorar la eficiencia energética de sus dependencias. Para las empresas eléctricas también se trata de un cambio muy profundo.

El actual nivel de ineficiencia energética en las instalaciones públicas es un desafío, pero representa también una oportunidad: se pueden esperar resultados espectaculares con base en acciones múltiples pero relativamente modestas, como se ve en esta Guía. El objetivo de 20% de reducción del consumo luce modesto respecto al actual nivel de consumo. Pero a la vez se ve sumamente ambicioso cuando uno observa los cambios necesarios en la administración pública y en las empresas eléctricas para lograrlo.

Por eso, la situación de emergencia que vivimos propicia una oportunidad única, porque la presión de la contingencia obliga a lograr resultados y permite iniciar un proceso que va mucho más allá de la coyuntura.

*Dr. Henri Coing*  
Director de Investigación en  
el Institut de Recherche pour le  
Développement (IRD-Francia)

## Propósito

Esta Guía está orientada a la puesta en práctica de procedimientos, acciones y medidas que contribuyan al uso eficiente de la energía eléctrica en edificaciones públicas. Su objetivo inmediato es dar cumplimiento al Programa de Ahorro de Energía Eléctrica (PAEE), según lo establece el Decreto Presidencial 1.629, publicado en Gaceta Oficial N° 37.377, de fecha 1º de febrero de 2002, sin embargo, también contiene un objetivo implícito de largo plazo, de mayor trascendencia, pues significa un cambio de paradigma en relación con el uso de la energía en sus variadas manifestaciones, de manera que las organizaciones e individuos que hayan participado en este Programa puedan integrarlo a su acción cotidiana, como resultado de la comprobación de sus resultados beneficiosos.

La Guía está dirigida especialmente a Directores de Servicios, Gerentes, Jefes de División, Jefes de Departamento, Jefes de Mantenimiento y otras autoridades vinculadas con la toma de decisiones que impliquen el uso de la energía eléctrica en edificaciones públicas.

Los criterios base de este documento son de carácter general tomando en consideración la estructura y el funcionamiento de una edificación típica en la cual se desarrollen actividades de oficina, quedando a cargo de los responsables de administrar esta Guía su adaptación a las particularidades de cada caso. En consecuencia, ella podría ser adaptada a edificaciones de carácter privado, con características similares a las aquí mencionadas.

Al final de esta Guía se incluye un Cuestionario de Autoevaluación que podrá ser utilizado para realizar un diagnóstico inicial de la edificación



en relación a los objetivos del PAEE y, posteriormente, para evaluar los progresos y detectar obstáculos para el cumplimiento de este programa, tales como recursos económicos, formación de personal o disponibilidad de equipos.

También, como material de apoyo y consulta para los usuarios de esta Guía, se incluye un Glosario de los términos más importantes relacionados con los tópicos tratados en la Guía.

# Introducción

Venezuela tradicionalmente ha sido considerado un país con una reserva inagotable de recursos energéticos y este hecho ha influido en los hábitos de su población, hasta el punto de ser el país de mayor consumo de energía eléctrica por persona en Suramérica.

La situación coyuntural de estos momentos, debido a la merma en la capacidad de generación de electricidad como consecuencia de la disminución del nivel de la represa del Guri, obliga a tomar medidas inmediatas que permitan regular la demanda. Una de las primeras acciones se orienta a disminuir la demanda de energía eléctrica de las edificaciones debido al peso que ésta tiene sobre el consumo total, sin dejar de promover al mismo tiempo una reflexión acerca de los orígenes de los patrones del consumo en nuestro país.

Estas primeras acciones contenidas en el Programa de Ahorro de Energía Eléctrica (PAEE) deben estar acompañadas de campañas de educación y estímulo dirigidas a la población en general. Por otra parte se deben estudiar normas regulatorias que apunten a involucrar a constructores, arquitectos, ingenieros y promotores de la industria de la construcción. Como consecuencia debería producirse un cambio en los criterios de diseño, construcción y remodelación de edificaciones para adecuarlos a nuestras condiciones climáticas, geográficas y culturales, para procurar ambientes confortables y de una alta calidad de habitabilidad a la vez que eficientes desde el punto de vista energético.

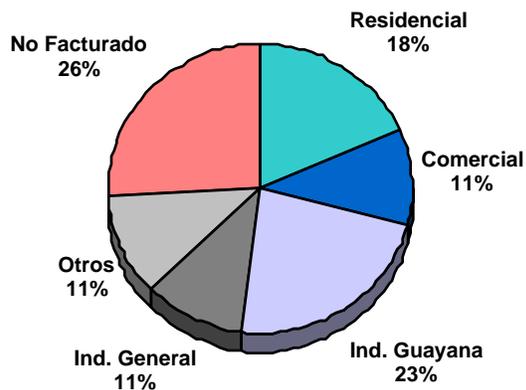


Este es el marco en el cual se insertan los objetivos de esta Guía, cuyos resultados a largo plazo podrían traducirse en un mejor uso de la energía con repercusiones en una estructura de costos más racional y por tanto en una economía más competitiva.

# Edificaciones y Consumo Energético

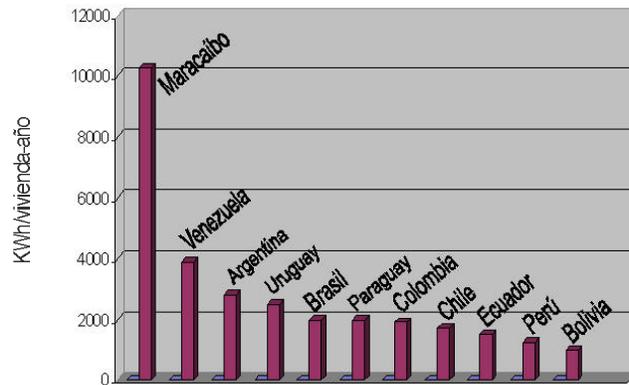
Las edificaciones consumen un importante porcentaje de la energía a escala mundial. En Venezuela, según estadísticas realizadas en el año 2000 por la Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica (CAVEINEL), los sectores residencial y comercial representan en conjunto 40% del consumo facturado (ver gráfico 1).

Gráfico 1  
CAVEINEL: consumo facturado, año 2000



Por otra parte, en general nuestras edificaciones siguen patrones de diseño que requieren sistemas de acondicionamiento mecánico de gran consumo energético. Tal como lo muestra el cuadro 1, nuestro país es el mayor consumidor por habitante en Suramérica, destacándose la ciudad de Maracaibo como la de mayor índice en Venezuela.

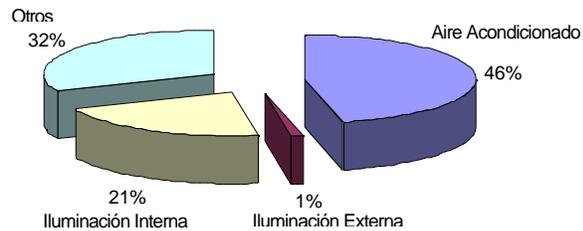
Cuadro 1  
Consumo residencial del año 1999 presentado por el  
Comité de Integración Energética Regional (CIER)



El mayor porcentaje de consumo energético en una edificación se produce a través de los sistemas de aire acondicionado y de iluminación (más del 60%, aunque este porcentaje varíe dependiendo con el uso: oficina, hotelero, residencial, gubernamental, educativo, etc.). Otras instalaciones y equipos también influyen en el consumo, aunque en menor proporción, tales como ascensores, motores y bombas de las instalaciones sanitarias, equipos de oficina, electrodomésticos, etc. En el caso específico de oficinas la distribución porcentual del consumo por instalaciones y equipos se muestra en el gráfico 2.

A partir del diagnóstico sobre el funcionamiento de las edificaciones en nuestro país, se han podido identificar varias causas del consumo excesivo: malos hábitos en la utilización de la energía, arquitectura inadecuada a las variables geoclimáticas, cambios de uso, aumento del número de ocupantes previstos en el diseño original, aumento de la demanda energética por cambios tecnológicos, uso de equipos e

Gráfico 2  
Distribución del consumo en oficinas



instalaciones ineficientes, esquema tarifario inadecuado a la demanda real, planes de mantenimiento deficientes, falta de regulaciones técnicas y legales en la industria de la construcción, etc.

Un programa de ahorro de energía debe tomar en cuenta estas causas para aplicar las medidas correctivas necesarias, teniendo especial cuidado de no disminuir las condiciones de confort y productividad de los usuarios.

### MEDICIÓN DEL CONSUMO

La FACTURACIÓN POR CONSUMO que realizan las empresas que suministran energía eléctrica a sus clientes contabiliza en kWh los consumos de todos los equipos e instalaciones, por un periodo determinado (diario, mensual, bimensual); la cantidad de kWh consumida, multiplicada por la tarifa correspondiente, da origen al monto del consumo.

Además del consumo energético en kWh, las empresas de suministro eléctrico incluyen la FACTURACIÓN POR DEMANDA. Este concepto

verdadero ahorro de energía se produce cuando se realiza un diseño integrado entre la envoltura, los sistemas de iluminación, el aire acondicionado y sus respectivos sistemas de control.

En los nuevos proyectos de hoy se recomienda seguir algunas de las normas energéticas internacionales, como por ejemplo la ASHRAE 90.1, con la finalidad de estimar los parámetros de consumo iniciales, acordes con las actuales tendencias mundiales.

# Componentes

## COMPONENTES DE LA EDIFICACIÓN

Se ha adoptado el término componentes de la edificación para facilitar la asignación y supervisión de tareas que conduzcan al cumplimiento del programa de ahorro de energía.

Una de las primeras tareas a realizar por el responsable del programa es identificar los componentes, ya que las recomendaciones se especificarán de esta manera. Los componentes se clasifican en:



- Arquitectura y equipamiento interior



- Instalaciones y equipos eléctricos



- Instalaciones y equipos mecánicos



- Instalaciones y equipos sanitarios



- Instalaciones y equipos de emergencia



- Otras instalaciones y equipos

# Cuestionario

## QUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN

Este instrumento contiene preguntas sobre aspectos generales de la organización y aspectos específicos de los componentes de la edificación que permiten evaluar las estrategias diseñadas para llevar a cabo el PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA (PAEE). Esta estimación se hará en función del nivel de cumplimiento por medio de una escala de 1 a 5, considerando la siguiente valoración:

1 = muy bajo

2 = bajo

3 = regular

4 = bueno

5 = excelente

Se puede aplicar a una edificación de manera global o parcialmente en un área determinada, dependiendo de las necesidades de cada organización.

Es recomendable emplear este cuestionario al inicio del PAEE, para trazar un perfil de referencia de la edificación que sea útil para comparar los progresos alcanzados e identificar los obstáculos más importantes.

## ASPECTOS GENERALES

Tópico		Nivel de Cumplimiento				
		1	2	3	4	5
1	¿Existe un responsable del Programa de Ahorro de Energía Eléctrica (PAEE), con formación adecuada y autoridad efectiva?					
2	¿Existe un comité de ahorro de energía donde estén representadas las diferentes dependencias de la organización: compras, recursos humanos, seguridad, servicios generales, etc.?					
3	¿Existe un plan de difusión del PAEE?					
4	¿Existe un responsable del plan de difusión con formación adecuada y autoridad efectiva?					
5	¿Existen recursos para el ejecución del plan de difusión: personal, apoyo financieros, medios de información, etc?					
6	¿Existe un plan de mantenimiento general de la edificación?					
7	¿Existe un responsable del plan de mantenimiento general con formación adecuada y autoridad efectiva?					
8	¿Existen recursos para la ejecución del plan de mantenimiento general: personal, instrumentos de medición y control, etc.?					
9	¿Existe un plan de mantenimiento específico para cada componente de la edificación?					
10	¿Son adecuados los espacios, instalaciones y equipos a la función actual de la edificación y el número de usuarios?					
11	¿Existencia de estadísticas del consumo de energía o de la facturación correspondiente?					
12	¿Hay correspondencia entre la demanda contratada y el consumo real?					

## ARQUITECTURA Y EQUIPAMIENTO INTERIOR

Tópico	Nivel de Cumplimiento				
	1	2	3	4	5
1 ¿Existe un plan de mantenimiento de los cerramientos y del equipamiento interior?					
2 ¿Existe un responsable del plan de mantenimiento de los cerramientos y del equipamiento interior con formación adecuada y autoridad efectiva?					
3 ¿Hay suficientes recursos asignados para la ejecución del plan de mantenimiento de los cerramientos y del equipamiento interior?					
4 ¿Se utilizan racionalmente los equipos de oficina en cantidad y función?					
5 ¿Existen instrucciones para el uso eficiente de la energía en los equipos de oficina?					
6 ¿La disposición del mobiliario permite aprovechar las entradas de iluminación natural?					
7 ¿Permiten las rejillas de aire acondicionado una distribución adecuada del aire acondicionado en relación con la división interna de los ambientes y el número de usuarios?					
8 ¿Existen entradas de aire exterior en ambientes que funcionen con aire acondicionado a través de vidrios rotos, ventanas y puertas abiertas, infiltraciones, etc.?					
9 ¿Se utiliza la vegetación para favorecer el microclima?					
10 ¿Se utilizan adecuadamente las protecciones solares?					
11 ¿Se utilizan colores claros en plafones, paredes y pisos?					
12 ¿Se utilizan colores claros en muebles?					
13 ¿Se utilizan colores claros en techos y paredes exteriores?					
14 ¿Están centralizados los servicios de equipos complementarios: micro-ondas, cafeteras, neveras, etc.?					
15 ¿Existen instrucciones para evitar el uso simultáneo de los equipos complementarios a fin de evitar los picos en la demanda de energía eléctrica?					

## EQUIPOS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Tópico		Nivel de Cumplimiento				
		1	2	3	4	5
1	¿Existe un plan de mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas?					
2	¿Existe un responsable del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas con formación adecuada y autoridad efectiva?					
3	¿Hay suficientes recursos asignados para la ejecución del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas?					
4	¿Está diseñado el sistema eléctrico de los tableros para las cargas conectadas actualmente?					
5	¿Están balanceadas las cargas en el tablero?					
6	¿Están separados los circuitos eléctricos de ambientes que funcionan en horarios diferentes: auditorios, sala de reuniones, sala de informática, etc.?					
7	¿Existen instrucciones visibles sobre uso racional de la iluminación?					
8	¿Existe un persona responsable del encendido y apagado de equipos e instalaciones?					
9	¿Existe un plan de control de la iluminación según el horario de trabajo?					
10	¿Se utilizan bombillos ahorradores de energía?					
11	¿Existen elementos de control automático del sistema de iluminación?					
12	¿Es adecuada la iluminación en las áreas de oficinas?					
13	¿Es adecuada la iluminación en las áreas de circulación y de servicios?					
14	¿Es adecuada la iluminación en las áreas de reunión?					
15	¿Es adecuada la iluminación en las áreas de estacionamiento?					
16	¿Se utilizan bombillos ahorradores de energía?					
17	¿Existe un plan de reemplazo con equipos de alta eficiencia energética?					

## EQUIPOS E INSTALACIONES MECÁNICAS

Tópico	Nivel de Cumplimiento				
	1	2	3	4	5
1 ¿Existe un plan de mantenimiento de equipos e instalaciones mecánicas?					
2 ¿Existe un responsable del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones mecánicas con formación adecuada y autoridad efectiva?					
3 ¿Hay suficientes recursos asignados para la ejecución del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones mecánicas?					
4 ¿Están ajustados los equipos de aire acondicionado a los índices de confort recomendados?					
5 ¿Están balanceados los flujos de aire y agua en los equipos de aire acondicionado?					
6 ¿Están establecidos los caudales de aire acondicionado de acuerdo a los requerimientos de uso?					
7 ¿Están establecidos los horarios de operación de los equipos de aire acondicionado de acuerdo a las actividades específicas?					
8 ¿Existen circuitos independientes para equipos de aire acondicionado que tienen requerimientos especiales de horario o de actividad?					
9 ¿Se aplican procedimientos de detección y control de fugas de aire acondicionado?					
10 ¿Corresponde el diseño de los ascensores a las necesidades del servicio: carga, frecuencia de uso, cantidad de usuarios?					
11 ¿Están establecidos los horarios de operación de ascensores de acuerdo a los requerimientos de servicio?					
12 ¿Existen equipos de automatización de encendido y apagado de los ventiladores de acuerdo a los requerimientos?					
13 ¿Están establecidos los caudales de ventilación de acuerdo a las normas?					

## EQUIPOS E INSTALACIONES SANITARIAS

Tópico	Nivel de Cumplimiento				
	1	2	3	4	5
1 ¿Existe un plan de mantenimiento de equipos e instalaciones sanitarias?					
2 ¿Existe un responsable del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones sanitarias con formación adecuada y autoridad efectiva?					
3 ¿Hay suficientes recursos asignados para la ejecución del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones sanitarias?					
4 ¿Están los niveles de presión de las bombas ajustados a los requerimientos?					
5 ¿Existen fugas de agua en el sistema?					
6 ¿Existen mecanismos de uso eficiente de flujo de la grifería?					

## EQUIPOS E INSTALACIONES DE SEGURIDAD

Tópico	Nivel de Cumplimiento				
	1	2	3	4	5
1 ¿Existe un plan de mantenimiento de equipos e instalaciones de seguridad?					
2 ¿Existe un responsable del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones de seguridad con formación adecuada y autoridad efectiva?					
3 ¿Hay suficientes recursos asignados para la ejecución del plan de mantenimiento de equipos e instalaciones de seguridad?					
4 ¿En el inventario de equipos de la demanda contratada están excluidas las bombas contra incendio y los presurizadores de emergencia?					
5 ¿Se realizan las pruebas de las bombas contra incendio y presurizadores durante las tempranas horas de la mañana o después de las horas pico de la tarde?					

# Instrumentos DE MEDICIÓN



### Registrador de datos

Sensores incorporados de humedad, temperatura,

iluminación y una toma para sensor externo.

Rango de temperatura: - 20 °C a + 70 °C

Precisión: ± 0,7 °C

Rango de humedad relativa: 25% a 95%

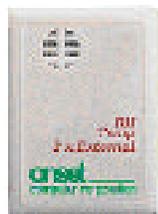
Precisión: ± 5%

Rango de intensidad de luz: 2 a 600 footcandles (lumens/ft<sup>2</sup>)

Precisión: ± 2 footcandles

*Descripción en inglés:*

Data logger RH / Temp /Light / External



### Registrador de datos

Sensores incorporados de humedad y temperatura y dos

tomas para sensores externos.

Rango de temperatura: - 20 °C a +70 °C

Precisión: ± 0,7°C

Rango de humedad relativa: 25% a 95%

Precisión: ± 5%

*Descripción en inglés:* Data logger RH / Temp / 2x External



### Registrador de datos

Cuatro tomas para sensores externos. Para medir las temperaturas superficiales de los cerramientos, específicamente los techos.

Rango de temperatura: -20°C a +70°C

Precisión: ± 0,7 °C

*Descripción en inglés:* Data logger 4-Channel External



#### Registrador de datos

Sensores de humedad y temperatura, especialmente diseñado para exteriores.

Rango de temperatura: - 30°C a +50°C

Precisión:  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$

Rango de humedad relativa: 0% a 100%

Precisión:  $\pm 3\%$

*Descripción en inglés:* Data logger Pro RH/Temp



#### Registrador de datos

Sensor incorporado para iluminación, diseñado para los rangos en que varía la luz solar.

Rango: 0,01 lumens/ft<sup>2</sup> a 10.000 lumens/ft<sup>2</sup>

Precisión: depende del producto

*Descripción en inglés:* Data logger Light Intensity



#### Termo-anemómetro de hilo caliente portátil

Registro de la velocidad del aire, haciendo mediciones puntuales y precisas de baja velocidades, con variaciones continuas

Resolución: 0,1 m/s

Precisión:  $\pm 3\%$

*Descripción en inglés:* Heavy Duty Hot Wire Thermo-Anemometer



#### Termómetro digital

Instrumento que sirve para medir la temperatura



#### Medidor de temperatura superficial

Termómetro que no requiere de contacto, el cual permite tomar la temperatura superficial de cualquier superficie u objeto rápidamente y con facilidad

Rango de temperatura: - 18 a 260 °C

Precisión: - 1 a 260 °C



### Termógrafo

Instrumentos registradores que transcriben continuamente la temperatura del aire; se fundamentan en que los coeficientes de dilatación y contracción de los metales varían con la naturaleza de éstos.



### Anemómetro

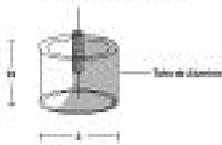
Aparato utilizado para medir la dirección, velocidad o fuerza del viento.



### Anemógrafos

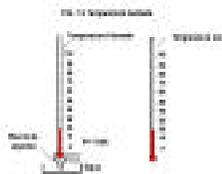
Instrumento que permite el registro continuo (en bandas) de la velocidad y dirección del viento en el ambiente.

FIG. 4.4 Sistema de protección contra las radiaciones para medir la temperatura.



### Termómetro de mercurio (bulbo seco)

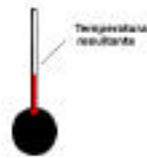
Instrumento de registro inmediato, permite registrar la temperatura del aire, sin capacidad de almacenar información obtenida. Se requiere de un termómetro de mercurio ordinario el cual se debe proteger de las radiaciones de las paredes colocándolo en un tubo de aluminio de 3 cm de diámetro por 10 cm de altura.



### Termómetro de mercurio (bulbo húmedo)

Para determinar la humedad del aire se requiere de un termómetro de mercurio ordinario, que registre la temperatura del aire, y de otro termómetro de mercurio, cuyo bulbo se mantiene humedecido con una gasa impregnada en agua.

Este procedimiento permite el registro de la temperatura húmeda para posteriormente determinar los niveles de humedad.



#### **Termómetro de globo negro**

Sirve para medir la temperatura radiante.

El bulbo del termómetro deberá ser colocado dentro de una esfera metálica de 10 cm de diámetro, pintada de color negro.

El termómetro intercambia calor directamente con el aire por la circulación de éste (convección) e indirectamente con las superficies de las paredes (radiación).

Determina la temperatura resultante, para posteriormente calcular analíticamente la temperatura radiante.



#### **Luxómetro**

Instrumento digital portátil que permite medir la intensidad de la luz. Existen diferentes opciones con las cuales además se puede medir los niveles de iluminación en el exterior e interior, los niveles de lux, UV, y el contenido de UV en la luz.



#### **Brújula**

Instrumento para determinar cualquier dirección en la superficie terrestre por medio de una aguja imantada que siempre marca los polos magnéticos norte-sur.



#### **Voltímetro**

Aparato que se emplea para medir potenciales eléctricos.



#### **Amperímetro**

Aparato para medir la intensidad de una corriente eléctrica; consiste en un galvanómetro que se conecta en serie con el circuito.

# UNIDADES DE MEDIDA SISTEMA INTERNACIONAL

Magnitud	Unidad SI	Múltiplos y submúltiplos decimales recomendados de la unidad SI
Presión	Pa (pascal)	Gpa, Mpa, kPa, hPa, mPa, $\mu$ Pa
Energía, trabajo	J (joule)	EJ, PJ, TJ, GJ, MJ, kJ, mJ
Potencia	W (watt)	GW, MW, kW, mW, $\mu$ W
Temperatura Termodinámica	K (kelvin)	
Temperatura Celsius	$^{\circ}$ C (grado Celsius)	
Calor	J	EJ, PJ, TJ, GJ, MJ, kJ, mJ
Flujo térmico o calorífico	W	kW
Conductividad térmica	W/(m $^{\circ}$ K)	
Coefficiente de transmisión térmica	m $^2$ * K/W	
Aislante térmico	m $^2$ * K/W	
Capacidad térmica	J/K	kJ/K
Capacidad térmica másica	J/(kg * K)	kJ (kg * K)
Entropía	J/KkJ/K	
Entropía másica	J/(kg * K)	kJ/(kg * K)
Energía termodinámica másica	J/kg	MJ/kg kJ/kg
Corriente eléctrica	A (ampere)	kA, mA, $\mu$ A, nA, pA
Carga eléctrica, cantidad de electricidad	C (coulomb)	kC, $\mu$ C, nC, pC
Tensión eléctrica. Diferencia de potencial. Fuerza electromotriz	V (volt)	MV, kV mV $\mu$ V
Densidad de corriente eléctrica	A/m $^2$	MA/m $^2$ o A/mm $^2$ , A/cm $^2$ , kA/m $^2$
Energía radiante	J	
Intensidad luminosa	Cd (candela)	
Flujo luminoso	lm (lumen)	
Luminancia	cd/m $^2$	
Iluminancia	lx(lux)	
Eficacia luminosa	Lm/W	

# Referencias

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allard F.; Belarbi, R. 1998. «Metodología de evaluación de técnicas pasivas de enfriamiento». Ponencia Cotedi'98. Primer Simposio de Confort y Comportamiento térmico de edificaciones. Caracas.
- Allard, F. 1980. Introducción a la acústica en edificios. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Francia.
- Allard, F. 1980. Introducción a luminotecnia. Notas docentes. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Francia.
- Allard, F., et al. 1998. Natural Ventilation in Buildings. James & James. London, UK.
- Andrews, F.T. 1977. Building Mechanical Systems. McGraw-Hill Book Company. USA.
- Belarbi, R. 1988. «Développement d'outils méthodologiques d'évaluation et d'intégration des systèmes évaporatifs pour le rafraîchissement passif du bâtiment». Thèse de Doctorat, Université de la Rochelle. Francia.
- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment - CSTB. 2000. Service ENEA/CVA. 2000. Guide d'installation et d'utilisation du logiciel COMET-CE Version 1.0. Confort d'été en résidentiel et non résidentiel. Paris. Francia.
- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment -CSTB. 1992. Guide sur la climatisation naturelle de l'habitat en climat tropical humide. Tome 1: Methodologie de prise en compte des paramètres climatiques dans l'habitat et conseils pratiques. Paris. Francia.
- Documentos de Apoyo al Taller de Capacitación en Ahorro de Energía Eléctrica para Funcionarios Públicos; Caracas, abril 2002.
- Dubin, F.S.; Long, C.G. 1978 Energy Conservation Standards for Building Design, Construction and Operation, McGraw-Hill.
- Energy Efficiency Manual. ASHRAE.
- Energy Systems Analysis and Management Manual. ASHRAE.
- Givoni, B. 1978. L'homme, l'architecture et le climat. Editions du Moniteur, Paris.
- Givoni, B. 1994. Passive and Low Energy Cooling of Building. Van Nostrand Reinhold edition, New York.
- González, E.M. 1997. «Etude des matériaux et des techniques du bâtiment pour la conception architecturale bioclimatique en climat chaud et humide». Thèse de Doctorat. Ecole de Mines de Paris.
- Hobaica, M.E. 1991. «Validation expérimentale d'un modèle de thermique du bâtiment en climat tropical humide». Thèse de Docteur de l'Université Paris VI, Pierre et Marie Curie.
- Krenz, J. 1976. Energy Conservation and Utilization. Allyn and Bacon, Inc.
- Limam, K.; Inard, C.; Allard, F. 1991. «Etude expérimentale des transferts de masse et de chaleur à travers les grandes ouvertures verticales». Conférence Groupe d'Etude de la Ventilation et du Renouvellement d'air. INSA, Lyon. Francia.
- Nediani, G.; Sosa, M.E.; Siem, G. 2000. «Las normativas energéticas para edificaciones y sus posibles aplicaciones en Venezuela», Conferencia Internacional sobre Confort y Comportamiento Térmico, COTEDI 2000; Maracaibo, 21 a 23 de

- junio de 2000.
- Siem, G. 2000. «Diagnóstico de la normativa venezolana vigente en relación a las exigencias térmicas, acústicas y de iluminación», Conferencia Internacional sobre Confort y Comportamiento Térmico, COTEDI 2000; Maracaibo, 21 a 23 de junio de 2000.
- Siem, G.; Sosa, M.E. 1999. «La búsqueda de un confort térmico adecuado en las edificaciones», I Jornadas Venezolanas de Impacto Ambiental; Maturín, 2 al 5 de marzo de 1999.
- Siem, G.; Sosa, M.E. 2001. «Revisión de las normas venezolanas sobre exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad». Tecnología y Construcción, Volumen 17, Número II, IDEC-UCV, Caracas.
- Siem, G.; Sosa, M.E. 2001. «Revisión de las normas venezolanas sobre exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad», III Encuentro Latinoamericano sobre Confort en el Ambiente Construido, São Paulo, Brasil, noviembre 2001.
- Sosa, M.E. 1999. Arquitectura y urbanismo. Ventilación natural efectiva y cuantificable. Confort térmico en climas cálidos-húmedos. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Colección Monografías. N° 62. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Sosa, M.E.; Siem, G. 2001. «Reflexiones sobre la arquitectura venezolana contemporánea», III Encuentro Latinoamericano sobre Confort en el Ambiente Construido, São Paulo, Brasil, noviembre 2001.
- Steadman, Philip 1978. Energía, medio ambiente y edificación. Blume Ediciones.
- Stein, B.; Reynolds, J. 1992. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. 8th Edition. Jhon Wiley and Sons.
- Tuluca, Adrian 1997. Energy-Efficient Design and Construction for Commercial Buildings, McGraw-Hill.

## NORMAS NACIONALES

- Gaceta Oficial N° 4.044; 09-08-1988. Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones. Mindur, MSAS.
- Gaceta Oficial N° 40103E. Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de las Instalaciones Sanitarias para Desarrollos Urbanísticos.
- Gaceta Oficial 31.004, 07-06-1976. Ley Orgánica del Ambiente.
- COVENIN 3298:97 - Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Señalización.
- COVENIN 3160:95 - Calidad del aire. Aspectos generales. Vocabulario.
- COVENIN 2000:80 - Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones.
- COVENIN TA/75/N6C6 - Normas de construcción.
- COVENIN 9114050 - Sistema de suministro de electricidad.
- COVENIN 200:99 - Código eléctrico nacional (6ª revisión).
- COVENIN 2025: 83 - Tablero central de control de seguridad.
- COVENIN 9116010 - Iluminación interior.
- COVENIN 0389-91 - Bombillos (lámparas) de filamento de tungsteno para alumbrado general.
- COVENIN 2249:93 - Iluminancias en tareas y áreas de trabajo.
- COVENIN 3064:93 - Luminarias decorativas. Requisitos y métodos de ensayo.
- COVENIN 0041:61 - Magnitudes y unidades de medida.
- COVENIN0065:61 - Tablas de conversión de unidades.
- COVENIN 2000:80 - Criterios y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones.
- COVENIN 1750:80 - Especificaciones generales para edificaciones.
- COVENIN 2245:90 - Escaleras, rampas y pasarelas. Requisitos de seguridad.
- COVENIN 206:97 - Protección contra incendios. Medios de extinción contra incendios.
- COVENIN 27.220 - Recuperación del calor. Aislante térmico.
- COVENIN 0221:65 - Materiales de construcción terminología y definiciones.
- COVENIN 2354:89 - Cobre y sus aleaciones. Tubo de cobre sin costura para equipos de aire acondicionado y servicios de refrigeración. Determinación de la expansión.
- COVENIN 1299:00 - Acondicionadores de aire tipo ventana. Requisitos.
- COVENIN 3049:93 - Mantenimiento. Definiciones.
- Gaceta Oficial N° 3850 E - Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo.
- COVENIN 2250:90 - Ventilación de los lugares de trabajo.
- COVENIN 0622:89 - Norma de seguridad para la instalación y mantenimiento de ascensores.

COVENIN 2265:97 - Guía general para la inspección de ascensores de pasajeros de cargas.  
COVENIN 0621 - Código nacional para ascensores de pasajeros.

#### **NORMAS INTERNACIONALES**

Energy code for Commercial and High-Rise Residential Building Based on ASHRAE/IES 90.1-1989.  
Energy code for New Low-Rise Residential Building Based on ASHRAE/IES 90.2-1992.  
Energy Efficient Design of New Low-Rise Residential Buildings and User's Manual. Standard 90.2-1993. ASHRAE.  
Energy Conservation in Existing Buildings. Standard 100-1995. ASHRAE.  
Standard Methods of Measuring and Expressing Building Energy Performance. Standard 105-1984 (RA99). ASHRAE.  
Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Building. ASHRAE/ IESNASTANDARD 90.1-1999.  
Energy Management control Systems Instrumentation. Standard 114-1986.  
Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ASHRAE 62-1999-ASHRAE STANDARD

## DIRECCIONES DE INTERNET

### INSTITUCIONES DE PLANIFICACIÓN

Ministerio de Energía y Minas. <http://www.mem.gov.ve>

Fundación para el Desarrollo del Servicio Eléctrico. <http://www.fundelec.org.ve>

Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica. <http://www.caveinel.org.ve>

Comisión de Integración Energética Regional. <http://www.cier.org.uy>

### INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción - Universidad Central de Venezuela. <http://www.ucv.ve>

Instituto de Energía - Universidad Simón Bolívar. <http://funindes.usb.ve>

### RECOMENDACIONES DE AHORRO DE ENERGÍA

Chile: <http://ambiente.cl/bioclimatica/>

<http://www.inet.cl/electricidad/images/consejos.htm>

Colombia: [http://www.isagen.com.co/publicaciones/encontacto\\_public/](http://www.isagen.com.co/publicaciones/encontacto_public/)

Ecuador: <http://www.eeq.com.ec/nuevo/energia.htm>

España: <http://www.ecodes.org/agua/informe.html>

[http://www.otis.com/otis/1,1352,CL115\\_RES1,FF.html](http://www.otis.com/otis/1,1352,CL115_RES1,FF.html)

México: <http://www.conae.gob.mx/>

Perú: [http://www.mem.gob.pe/pae/lcdg/CAP\\_1\\_1.HTM](http://www.mem.gob.pe/pae/lcdg/CAP_1_1.HTM)

<http://www.rcp.net.pe/PAE/A6.HTM>

Unión Europea: <http://www.energyoffice.org/>

Venezuela: <http://www.electriahorro.com/>

### MATERIALES, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

<http://www.balastos-adle.com/>

<http://www.camsco.net>

<http://www.residential.carrier.com/spanish/>

<http://www.carrier.es/>



<http://www.edison.upc.es>  
<http://www.energuia.com>  
<http://www.galeon.com/ahorroenergia/>  
<http://www.ge.com>  
<http://www.geocities.com>  
<http://www.giroflex.com>  
<http://www.iluminacion.net>  
<http://www.lumilux.com/welcome.htm>  
<http://www.luminariapress.com>  
<http://www.luminex.com>  
<http://www.luminotecnia.cl>  
<http://www.luz.philips.com>  
<http://www.osram.com>  
<http://www.superferreteria.com>  
<http://www.tehsa.com>  
<http://www.intrave.com>  
<http://www.onsetcomp.com>  
<http://www.extech.com>

## EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

### *Geovanni Siem; Coordinador*

Ingeniero Mecánico, UCV; Post-grado en el Institut Supérieur des Matériaux et de la Construction Mécanique (ISMCM), Paris, Francia; Profesor Asistente, Investigador en el Área de Requerimientos de Habitabilidad y Profesor de la Maestría en Desarrollo Tecnológico del IDEC.

### *María Elena Hobaica; Asesora*

Arquitecta, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela; Postgrado: Diploma de Estudios de Profundización (DEA) en Ciencias y Técnicas de la Construcción, Escuela Nacional de Puentes y Caminos (ENPC); Doctora en Ciencias y Técnicas de la Construcción, Universidad de París VI, Francia; Profesora Agregada, Investigadora en el Área de Requerimientos de Habitabilidad y Profesora de la Maestría en Desarrollo Tecnológico del IDEC.

### *Giuseppe Nediani; Asesor*

Ingeniero Mecánico, Master of Science, Management Engineering, Master of Engineering, Engineering Rensselaer Polytechnic, USA; Doctor of Philosophy (Ph.D.), Mechanical Engineering, University of Birmingham, U.K.; Profesor en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UCV; Consultor en Sistemas Energéticos de Edificaciones.

### *María Eugenia Sosa Griffin; Investigadora*

Arquitecta, UCV; Aspirante al Doctorado de la FAU-UCV; Profesora Agregada, Investigadora en el Área de Requerimientos de Habitabilidad y Profesora de la Maestría en Desarrollo Tecnológico del IDEC.

### *Eugenia Villalobos; Investigadora*

Arquitecta, UCV; Postgrado en Gerencia de Proyectos de Ingeniería, Universidad Católica Andrés Bello; Profesora Instructora en la Cátedra de Instalaciones Eléctricas en Edificaciones, de la FAU-UCV.

*María Andreína Abreu; Auxiliar de Investigación.* Estudiante de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Los Andes.

*Anny Montoya*; Auxiliar de Investigación. Estudiante de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Experimental del Táchira.

*Edwin Acacio*; Auxiliar de Investigación. Estudiante de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela.

#### PRESENTACIÓN

Dr. Henri Coing; Director de Investigación en el Institut de Recherche pour le Développement (IRD) en Francia. Doctorat d'Etat ès Lettres et Sciences Humaines, Director del Postgrado en Urbanismo del Instituto de Urbanismo de París (Université Paris Val de Marne, 1989-1998). Experto de Naciones Unidas en Venezuela (1970-1971), en los últimos años ha sido profesor invitado en la Universidad Central de Venezuela (UCV), en el Instituto de Estudios Superiores de Administración (IESA), y asesor del Ministerio de Energía y Minas para la elaboración de la Ley Eléctrica y su Reglamento. Es autor de Privatización y fiscalización del sector eléctrico: ¿luz al final del túnel?, Porlamar (estado Nueva Esparta, Venezuela), 2001.

