

# El confort en la vivienda de bajo costo: modelo metodológico para diagnosticar higrotermicidad, iluminación y acústica

*Helmut Ramos Calonge\**

## Resumen

La arquitectura transforma y genera espacios casi siempre habitables, a menos que se hable de arquitectura funeraria o de monumentos. Aquellos objetos o espacios de carácter habitable tienen por obligación inherente y primigenia, suplir necesidades físicas, fisiológicas y psicológicas del ser humano. Por lo tanto, quienes tienen la responsabilidad, libremente asumida, de generar y transformar los espacios habitables deben ocuparse con profesionalismo de estas necesidades, al momento de proyectarlos y materializarlos. Entre las necesidades que tiene el ser humano se encuentran las de iluminación natural y artificial, de ventilación, humedad controlada y temperatura, y de unos niveles sonoros ubicados dentro del rango considerado saludable. Cuando se cumplen estos requerimientos los habitantes tienen confort o sensación de bienestar. El presente artículo es una síntesis de la investigación realizada en la Maestría en Construcción de la Universidad Nacional de Colombia. La investigación se ocupó de conocer algunos problemas de confort en los parámetros de iluminación, acústica y de higrotermicidad en vivienda de bajo costo en Bogotá, a partir de un modelo metodológico propuesto para diagnosticar la situación de dichos parámetros.

**Palabras clave:** hábitat, confort, habitabilidad, higrotérmico, iluminación, acústico.

Recibido: 19 de agosto del 2011

Aceptado: 5 de septiembre del 2011

\* Arquitecto y Magíster en Construcción, Universidad Nacional de Colombia. Experiencia en construcción, interventoría estatal y diseño de vivienda. Conocimientos en el área de arquitectura bioclimática, sostenibilidad y habitabilidad. Docente catedrático en varios Programas de Arquitectura entre 2004 y 2010, Docente tiempo Completo Universidad de La Salle desde 2010. Integrante del Grupo Coordinador Nacional Exámenes Saber Pro (antes ECAES) de Arquitectura desde 2002. Correo electrónico: hramos@unisalle.edu.co



## **Comfort in Affordable Housing: Methodological Model for Hygrothermal, Lighting and Acoustics Diagnosis**

### **Abstract**

Architecture transforms and generates spaces that are almost always inhabitable, unless you are talking about funerary architecture or monuments. Those objects or inhabitable spaces are under an inherent and primeval compulsion to meet the physical, physiological and psychological needs of human beings. Therefore, people who are willingly responsible for generating and transforming habitable spaces must address these needs with professionalism when projecting and realizing them. Some of the needs of human beings are the need for natural and artificial lighting, ventilation, controlled humidity and temperature, and noise levels located within the healthy range. When these requirements are met, people experience a feeling of comfort and well-being. This article is the synthesis of a research performed as part of the MSc in Construction at the National University of Colombia. The research aimed to learn about some comfort issues according to the lighting, acoustics and hygrothermal parameters of low-cost housing in Bogota, based on a methodological model proposed to analyze the situation of such parameters.

**Keywords:** Habitat, comfort, habitability, hygrothermal, lighting, sound.

## Introducción

¿Las personas que habitan la vivienda de bajo costo en Bogotá tienen confort o bienestar, viven en espacios verdaderamente habitables? Después de esta pregunta y desde el enfoque tecnológico como materialización de la concepción arquitectónica, surge otro cuestionamiento, que para la investigación dejó claro el problema por analizar: ¿existe en el país una metodología que sirva como herramienta para establecer los niveles de *confort* en la vivienda de bajo costo, en los aspectos o parámetros técnicos: iluminación, higrotermicidad y acústica?

Las adecuadas condiciones de habitabilidad o confort en una vivienda se logran desde una problematización que incluya las escalas urbana, arquitectónica y tecnológica. La investigación se enfoca en estudiar las condiciones determinadas por la escala tecnológica, como la propuesta de materialización de la anterior, la arquitectónica, y entendiendo que ambas escalas deben entablar un claro diálogo con las dimensiones urbanas y con las condiciones ambientales. La arquitectura debe lograr una correcta interacción entre ella, el ser humano y los medios antrópico y natural en que se implanta, a la vez que propende por un aceptable nivel de habitabilidad. Es preocupante el hecho de que mientras muchos van por el camino de la arquitectura sostenible, limpia, verde o ecológica, en el país aún se estén diseñando y construyendo viviendas con tan bajas especificaciones técnicas y tan poco confortables. Tarchópulos y Ramos (2003) ponen de manifiesto la verdadera situación precaria de la calidad de la vivienda de interés social en Bogotá:

En definitiva, indiferente a la gestión y al proceso constructivo por medio del cual se logra consolidar la espacialidad de la vivienda, la higiene y la comodidad representan graves problemas de habitabilidad a escala arquitectónica. En consecuencia, el hacinamiento, determinado por la relación del número de personas por cuarto, la ventilación y la iluminación natural de los espacios de permanencia y de servicios es lo que afecta de manera crítica, al igual que la ausencia de acabados que permitan una fácil limpieza... (p. 65)

En el proceso de evolución de la vivienda dirigida a sectores de población de bajos ingresos, donde el Estado ha tenido presencia, se han estudiado factores económicos, constructivos, urbanísticos y de higiene, con el propósito de producir una solución técnica y arquitectónica accesible a estas franjas de población; pero no se encontró, por lo menos en la indagación propia para la investigación, algún proceso metodológico para corroborar el confort en las viviendas construidas. En los censos, el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) pregunta o indaga por factores como hacinamiento, familias que viven en la vivienda, materiales constitutivos de la casa, etcétera, pero esto se queda en la simple inspección visual.

Los problemas de habitabilidad o confort en la vivienda de bajo costo son tangibles; hay que cuantificarlos desde el punto de vista científico, para así conocerlos, afrontarlos y solucionarlos. En la investigación se desarrolló un modelo metodológico de carácter cuantitativo, a efectos de medir los niveles en los tres parámetros y así analizar qué tanto confort tienen los habitantes de estas viviendas, haciendo énfasis en el aspecto físico de éstas, en lo referente a las condiciones y sensaciones estimuladas por las soluciones a los parámetros iluminación, higrotermicidad y acústica.

Tanto la metodología como las condiciones de confort y habitabilidad son los temas que discutir entre las comunidades académica, científica, y por qué no, en el ámbito político del

país, y en los que habrá que seguir trabajando desde el CIHDEP (Centro de Investigación en Hábitat, Desarrollo y Paz), desde la VRIT (Vicerrectoría de Investigación y Transferencia), y a través del grupo de investigación HABITEC (Hábitat y Tecnología), adscrito a Colciencias.

## **Metodología**

La investigación abordó la metodología desde dos enfoques:

- La metodología puesta en marcha en la investigación, metodología de investigación.
- El modelo metodológico que se propuso a través de la investigación como herramienta para diagnosticar las condiciones de habitabilidad en vivienda de interés social.

### **Metodología para la investigación**

La metodología seguida en la investigación se basó en los siguientes puntos o pasos.

- Análisis de los antecedentes en estudios alrededor de la calidad de la vivienda de bajo costo en Colombia. Este paso dejó ver los múltiples enfoques, variables y atributos que se han tocado en esta serie de trabajos y cómo se han ocupado de los tres parámetros propuestos en este estudio.
- Indagación de fuentes indirectas que ayudan a establecer las condiciones definidas como aceptables en cada parámetro en estudio; esta indagación ha dado cuerpo al marco teórico de la investigación.
- Elaboración de protocolos y herramientas para el levantamiento de datos en campo, tanto en lo objetivo, con equipos de medición, como en lo subjetivo a través de encuestas o entrevistas.
- Prueba piloto del modelo metodológico, para lo que se seleccionó un objeto de estudio para la implementación de aquél; el objeto de estudio se describe posteriormente.
- Retroalimentación del modelo a partir de los resultados arrojados en la prueba piloto.
- Conclusiones y recomendaciones que se encaminan al mejoramiento del modelo metodológico, para el diagnóstico de las condiciones de confort en la vivienda de bajo costo.
- Conclusiones y recomendaciones generales: el confort.

### **Modelo metodológico**

Si bien las metodologías en lo referente a trabajos de campo han sido exhaustivas y han abordado muchos atributos, falta ahondar en los aspectos técnicos del confort, y por qué no, mezclado con las subjetividades de los habitantes. En la indagación de bibliografía para la investigación no se detectó trabajo alguno que se ocupara de los parámetros aquí propuestos, como atributos de estudios para diagnosticar la calidad de las viviendas y el confort de los

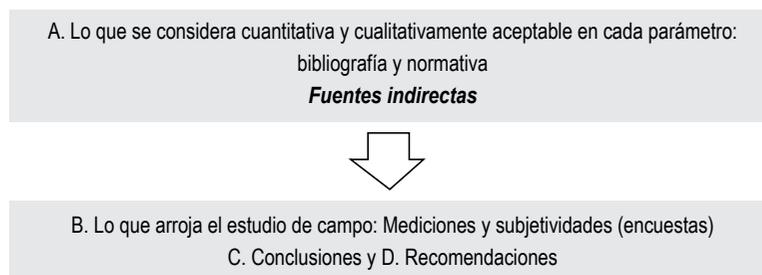
ocupantes. El modelo metodológico planteado (figura 1) se enfoca en el levantamiento de datos en campo de manera objetiva, con aparatos de medición en cada parámetro, y de manera subjetiva en menor cuantía, a través de encuestas entre los habitantes de las viviendas y de la urbanización seleccionada para este fin.

El modelo metodológico se construye a partir de las siguientes consideraciones:

- En las investigaciones o trabajos de campo referentes al confort en viviendas de bajo costo<sup>1</sup> siempre se concluye que la calidad está en detrimento, por varios factores y en varios atributos. Este trabajo no trató de cuestionar estas conclusiones; por el contrario, se enfoca en indagar acerca de la realidad cuantificable, tangible y objetiva, a partir de tres parámetros que influyen directamente en el bienestar o confort de las personas.
- El trabajo de campo cuantitativo, en los tres parámetros, arroja resultados objetivos, pero en vista de que en la percepción de éstos se presentan subjetividades–sensaciones, a la hora de ser percibidos o expresados por los seres humanos<sup>2</sup>, la toma de datos se cruza, a manera de complemento, con las expresiones de sensación por parte de los ocupantes en cada parámetro.
- Aplicación de una prueba piloto que sirva de retroalimentación al modelo propuesto y que dé muestras del nivel de confort en las viviendas en estudio.

#### ***Fuentes directas***

La consulta de fuentes directas, como arteria central del modelo, parte del armado de las herramientas de



**Figura 1.** Esquema metodológico

Fuente: elaboración propia

levantamiento de datos –fichas– que dan muestras de lo objetivo y lo subjetivo en cada parámetro; las herramientas para el trabajo de campo se elaboran pensando siempre en el objeto por estudiar en cada parámetro y en el protocolo para la toma de muestras; para los datos de subjetividad se elaboró una serie de preguntas, a manera de entrevista, con los habitantes de las viviendas en estudio, con el fin de detectar modas y promedios en las percepciones de las personas en cada parámetro; cabe anotar que en las tres fichas de medición de los parámetros técnicos también se incluyeron preguntas alusivas a cada uno de éstos.

Las fichas diseñadas fueron cuatro. Para cada una se plantearon las variables por definir y las conclusiones, fruto del trabajo de campo y la relación con las fuentes indirectas. Las fichas son:

- *Ficha 1. Identificación:* entrevista con los ocupantes de la vivienda. Determina las variables de cada grupo familiar, número de integrantes, actividades principales en las viviendas, condiciones de habitabilidad. Incluye preguntas referentes a las percepciones generales de confort y a la relación espacial y funcional de la vivienda, enfrentadas a las necesidades del grupo familiar.
- *Ficha 2. Higrotérmico:* incluye, entre otros puntos, temperatura, velocidad del viento, humedad relativa al interior y al exterior inmediato de las viviendas.
- *Ficha 3. Iluminación:* incluye niveles de lúmenes con luminarias y sin éstas, y en ambos casos, con cortinas abiertas y cerradas; tipo de luminarias, orientación de la vivienda, actividades en los espacios, entre otros puntos.
- *Ficha 4. Acústica:* incluye, entre otros puntos: niveles en decibelios del sonido en el interior y en el exterior y actividades realizadas a la hora de las tomas de datos.

### ***Fuentes indirectas***

En el marco teórico se determinaron los rangos de habitabilidad en cada parámetro, los cuales son tabulados y comparados con los recolectados en campo; estos rangos se muestran, no todos, en el aparte de resultados del presente artículo.

### ***Objeto de estudio prueba piloto***

Para la implementación y retroalimentación del modelo metodológico se tomó como objeto de estudio la urbanización Nueva Castilla, etapa VIII, ubicada al suroccidente de la ciudad de Bogotá, en el sector de Tintalito. La urbanización se compone de “viviendas de interés social tipo 2” y edificios de apartamentos; fueron las viviendas los objetos de estudio. La urbanización se localiza cerca de la biblioteca El Tintal, hacia el costado occidental de la avenida Ciudad de Cali y entre las avenidas Américas y Centenario o calle 13.

La selección de la urbanización y de las viviendas como objetos de estudio para la implementación del modelo, y su posterior retroalimentación, representan una clara población

de muestreo de lo que es la vivienda de interés social en la ciudad; la selección de éstas obedeció a los siguientes parámetros:

- Tipología arquitectónica representativa de la vivienda de bajo costo —o de interés social— que se está construyendo en la ciudad.
- Materiales típicos y de mucha utilización en estas tipologías edificatorias.
- Ubicación en un sector de alta actividad constructiva y con grandes terrenos, que supone la posibilidad de futuras urbanizaciones de estas características<sup>3</sup>.
- Las viviendas se escogieron orientadas hacia los cuatro puntos cardinales, en cuanto la incidencia solar (radiación térmica y lumínica) difiere en cada caso. De esta manera, se muestra el comportamiento al interior de las viviendas y en cada uno de los parámetros.

### **Viviendas**

Área lote: 19,75 m<sup>2</sup>, tres niveles, para un total de 56,15 m<sup>2</sup> construidos. El primer nivel destinado a la sala-comedor, cocina y ropas, y un espacio bajo la escalera para un baño auxiliar, a desarrollar por el propietario. En la segunda planta, una alcoba, un *hall* y un baño; el único entregado por la constructora. En



**Imágenes 1 y 2.** Viviendas objeto de estudio prueba piloto

Fuente: elaboración propia

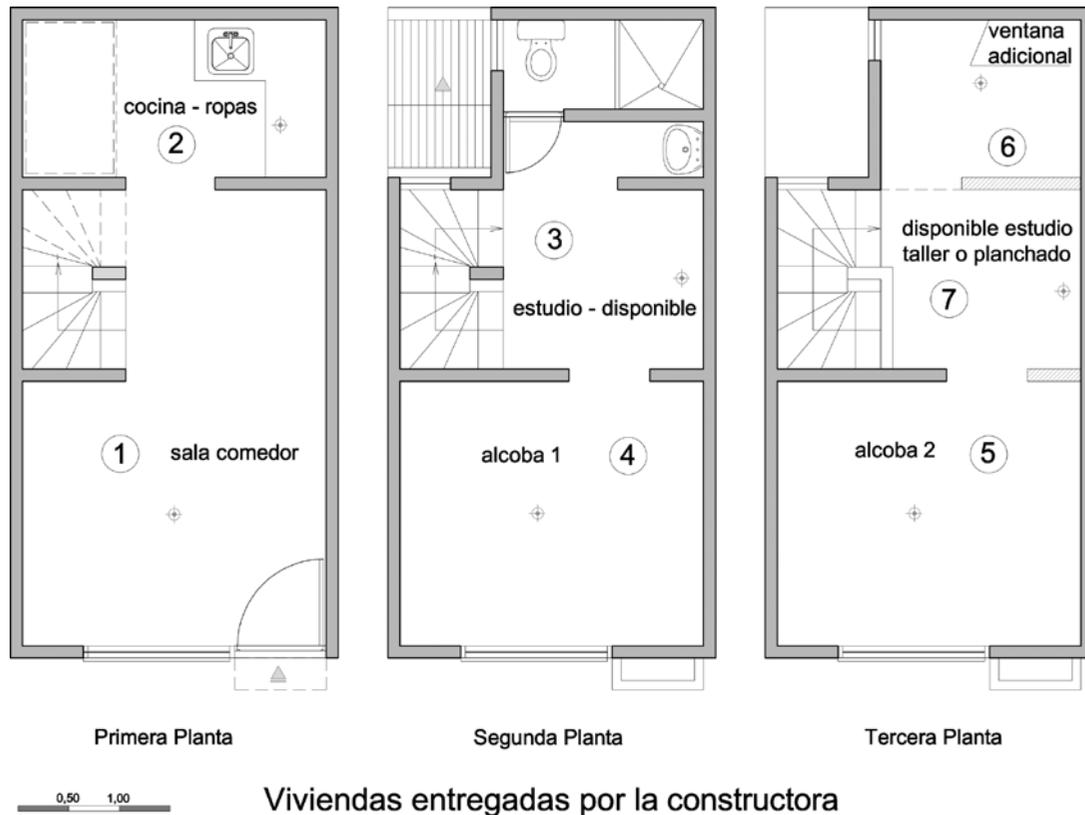


Figura 2. Planimetrías viviendas objeto de estudio prueba piloto  
Fuente: elaboración propia

la tercera planta, una alcoba y un espacio disponible. Sistema de mampostería parcialmente reforzada, utilizando bloque de perforación vertical No. 5, entresijos en losas macizas de concreto reforzado, cubierta en fibrocemento y correas en perfiles metálicos (imágenes 1 y 2 y planimetrías, figura 2). En la identificación del objeto de estudio y en las encuestas se trabajó en ocho viviendas, mientras que para las mediciones se trabajó en cuatro de estas.

### **Equipos**

Para la toma de datos se utilizaron los siguientes equipos:

- *Decibelímetro Lutron SL-4001*: el equipo se calibró con filtro de ponderación A, en el rango de cincuenta a cien decibelios y velocidad de respuesta F (*Fast*).

- *Luxómetro Lutron LX-105*: Tipo *day light* (luz día) y fotocelda externa.
- *Termohigrómetro KIMO*: con este equipo se midió temperatura y humedad relativa, con un rango de medida desde 3% a 98% y resolución de 0,01% (tolerancia).
- *Termoanemómetro KIMO*: lectura de velocidad del viento entre 0,00 m/s y 30 m/s, la tolerancia es de 0,01 m/s. Los equipos KIMO fueron prestados por la arquitecta Esperanza Caro Restrepo y el estudiante de Física Maykol Delgado, y los dos primeros equipos, decibelímetro y luxómetro, fueron prestados por el laboratorio de ergonomía de la Facultad de Artes de la Universidad Nacional de Colombia. En el trabajo de campo colaboraron los arquitectos Javier Aldana Moreno y Juan Carlos Betancur Ramírez.

## Resultados

Fuentes directas del modelo propuesto, estudio de campo, instrumento de recolección de información y mediciones de campo: en cada uno de los parámetros en estudio se muestran los niveles en que éstos se encuentran y se comparan con los niveles considerados aceptables (fuentes indirectas).

### Ficha 1. Identificación

En todas las viviendas en estudio, ocho en total habita sólo un grupo familiar. De éstos, tres tienen mujeres como cabeza de familia. En las ocho viviendas comentaron que harían varias remodelaciones para mejorar el confort, ampliarían el baño o construirían otro, pañetarían los muros de bloque cerámico, cambiarían el piso, ampliarían la escalera, dejarían patio, y en algunos casos cambiarían la casa a otro sector, un poco más al norte, donde haya menos humedales. Estas son muestras de las percepciones de quienes aquí habitan. Ante el punto: “evalúe el confort de su vivienda” de uno a cinco, siendo uno malo y cinco excelente, el promedio es de 3,5.

Un residente de una de las viviendas sufrió caída por la escalera y le atribuye el accidente al diseño de ésta; es demasiado angosta, de pendiente bastante elevada y en espiral, contrahuellas de 0,196 m y huellas de dimensión variable, por ser la escalera en espiral (figura 2).

Los grupos familiares están conformados por cuatro o cinco integrantes; sólo hay un caso con siete personas. En esta vivienda, la persona cabeza de familia alude a problemas de hacinamiento y privacidad. Al momento de la entrevista, siete de los ocho grupos familiares habitaban las viviendas desde que fueron entregadas por la constructora; esto evidencia conocimiento y adaptabilidad a la edificación.

Sólo en una vivienda se realiza actividad que genera ingresos económicos al grupo familiar: confección de ropa. Según la persona que la realiza, la iluminación es deficiente, lo que se ha corroborado con el levantamiento de datos de iluminación.

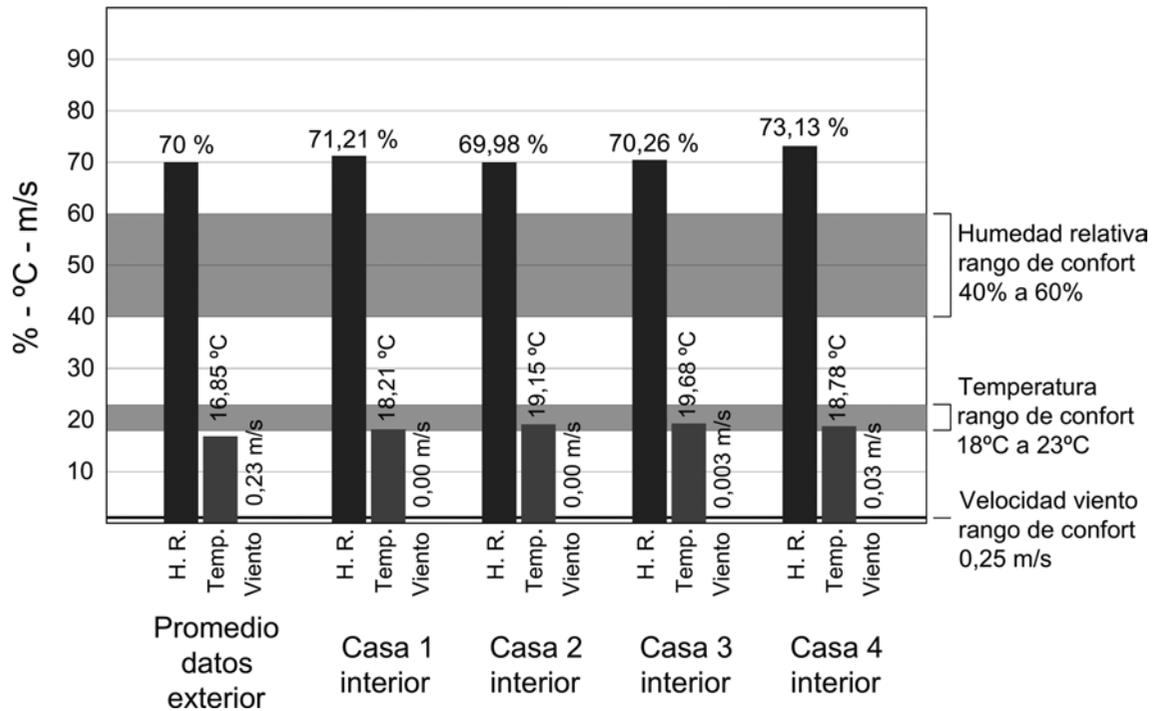


Figura 3. Confort higrotérmico, promedios dato tres, noche  
Fuente: elaboración propia

## Ficha 2. Higrotérmico

Para un alto porcentaje de entrevistados, el uso de los espacios no involucra un grado de molestia generado por el factor térmico, mientras que para el 50% de las personas su vivienda acumula olores o gases, y el 62,5% ha detectado condensaciones de vapor de agua al interior de las viviendas (figura 3).

La *humedad relativa* es en un 85% de los datos, mayor que el rango establecido como confortable; sólo las viviendas tres y cuatro, en horas de la mañana se encuentran dentro del rango, en 59%, muy cercano al tope máximo de 60%. En las horas de la tarde y en la noche, cuando en la vivienda hay más personas, la humedad relativa es superior al rango de confort en todos los casos y en todos los espacios. La *velocidad del viento* al interior de las viviendas es en promedio inferior a 0,01 m/s, muy por debajo del nivel considerado como óptimo; 0,25 m/s, para que haya renovación de diez a veinte pies cúbicos por minuto, según Camacho. Varios datos fueron medidos como cero m/s.

La temperatura está dentro del rango de confort en sólo dos datos. En las horas de la noche ambos están por debajo del rango establecido como aceptable, de 18 a 23°C.

Relacionando los tres factores, humedad relativa, velocidad del viento y temperatura, entendemos entonces que las viviendas presentan bajo confort higrotérmico. Al ser la velocidad del viento prácticamente nula, se entiende que la humedad relativa sea alta y que se presenten condensaciones de vapor de agua. El caso de la temperatura es distinto, pues está dentro del rango de confort, pero si la velocidad del viento aumenta, para evitar la alta humedad relativa y las consecuencias que ésta trae se bajará la temperatura. En cinco de las ocho viviendas manifestaron haber detectado condensaciones de vapor de agua en muros de fachadas, vidrios, cocina y baño; al momento del trabajo de campo se detectó condensación en seis de las ocho viviendas, algunos marcos de puertas y ventanas oxidados, con tan sólo dos años de construidos.

### Ficha 3. Iluminación

Todas las viviendas son deficientes en iluminación natural y artificial; muy pocos espacios cumplen con rangos de iluminancia admisible mínimos o recomendados para las actividades típicas en una vivienda. Esto empeora cuando hablamos de actividades

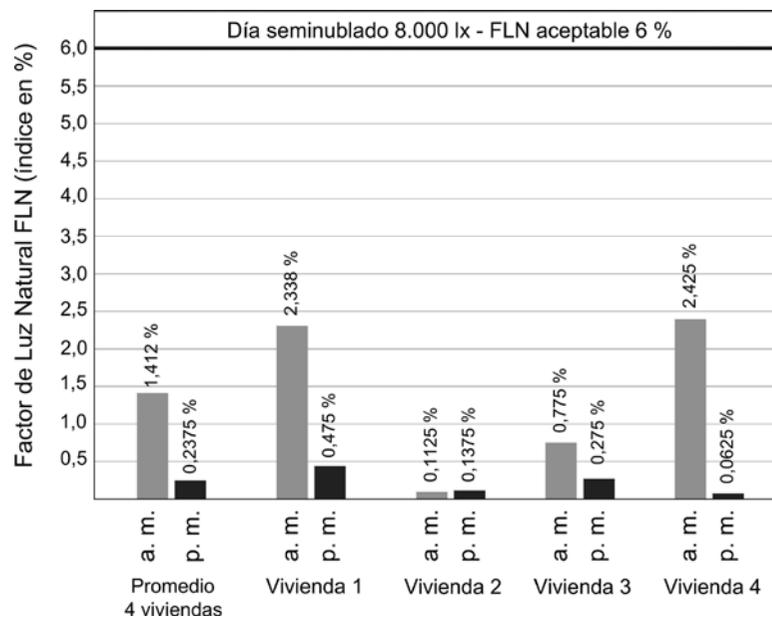


Figura 4. Factor de luz natural-FLN, sala comedor-8000 lx. Día seminublado  
Fuente: elaboración propia

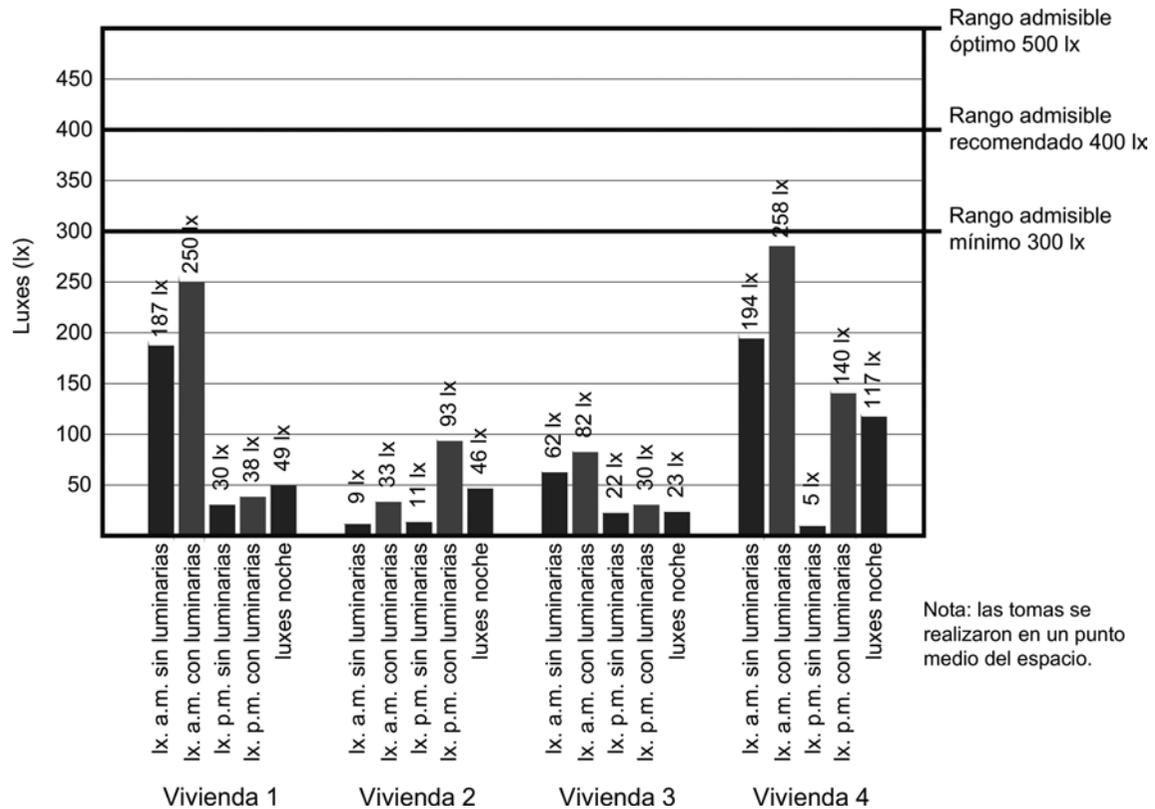


Figura 5. Iluminancia sala-comedor

Fuente: elaboración propia

como estudiar, leer o realizar manualidades por parte de niños y jóvenes, ya que no se alcanza la iluminancia admisible mínima requerida para dichas actividades (figuras 4 y 5).

Las “amas de casa” respondieron la encuesta en el 100% de las viviendas, y para una de las actividades que quizás realizan más, como es cocinar, el 62,5% respondió que la cocina siempre requiere luz artificial cuando se usa en horas del día. En cuanto a los espacios de las viviendas, aunque diseñados para una función específica, las actividades que en ellos se realizan son muy variadas y es la sala-comedor el espacio utilizado de manera multifuncional, y precisamente en éste no se alcanza siquiera niveles de iluminancia mínimos en ninguna de las cuatro viviendas, ni en el día ni en la noche, con las luminarias. Es preocupante que el factor de luz natural sea casi nulo; sólo en la alcoba del piso tres logra niveles aceptables, pero en el estudio, en la sala-comedor y en la cocina, es muy deficiente.

Los materiales de muros, pisos y cielorrasos no son los más recomendables para lograr una correcta y suficiente iluminación. Los muros en bloque cerámico rojo recubiertos con laca brillante producen reflexión concentrada, que molesta los ojos al realizar cualquier actividad. Esto lo manifestaron varios de los encuestados y fue constatado durante el trabajo de campo.

#### Ficha 4. Acústica

En general, en el espacio de sala-comedor no se detectan ruidos que afecten las actividades que allí se realizan, mientras que en las alcobas sí se perciben sonidos molestos que perturban el desarrollo de actividades propias de este espacio, sobretodo el dormir (figura 6).

La manifestación de molestias ocasionadas por ruidos de impactos es constante para las ocho viviendas, y las personas entrevistadas consideran esta situación como crítica. Los ruidos de impactos son considerados molestos, sin importar de donde provengan, de las viviendas vecinas o de la misma casa. En general, los ruidos de impactos son más frecuentes en las noches, al acostarse, en las madrugadas y los fines de semana.

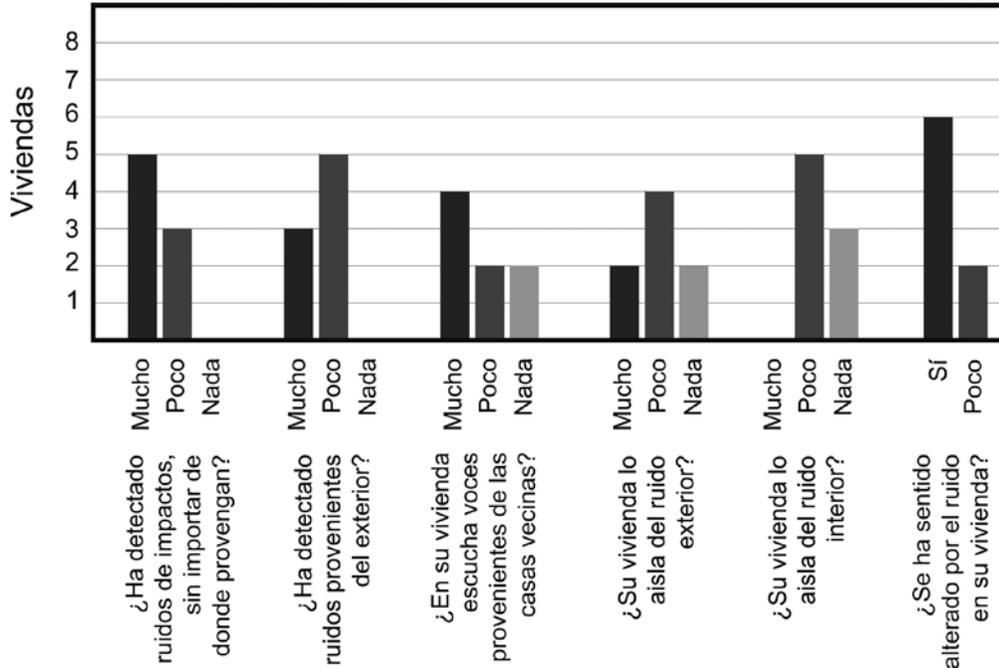


Figura 6. Percepción de ruidos  
Fuente: elaboración propia

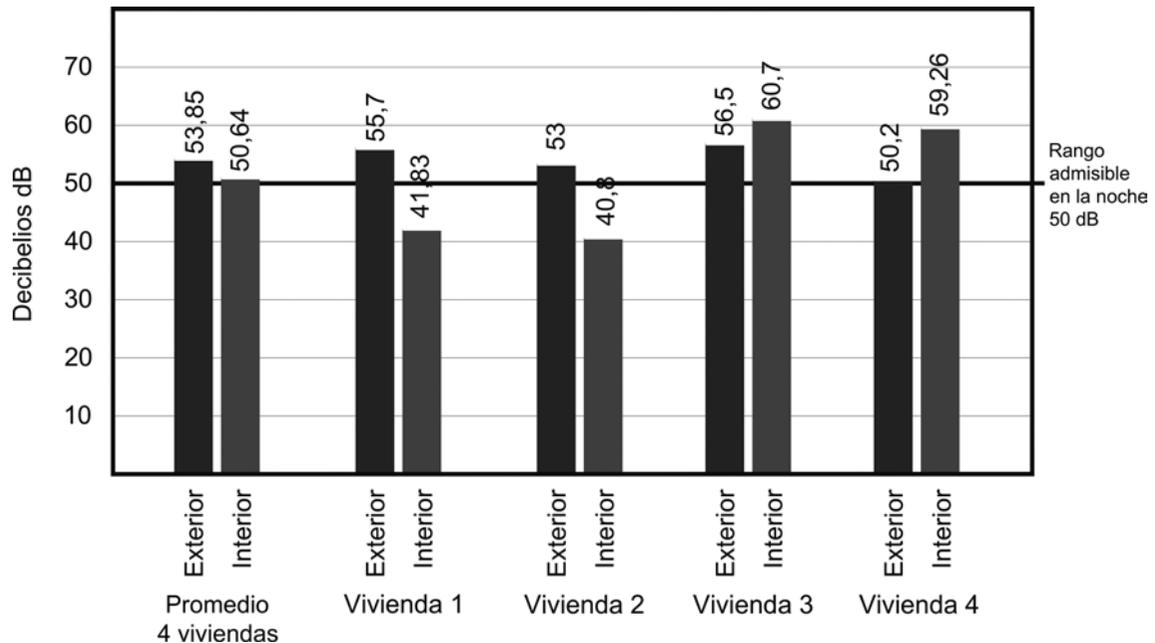


Figura 7. Acústica Promedios dato 3, noche-en las cuatro viviendas

Fuente: elaboración propia

Lo mismo sucede con las voces provenientes de las viviendas vecinas: en seis de las ocho viviendas manifiestan escucharlas, siendo reiterativas en las noches al acostarse y al levantarse; los sonidos se filtran por la cubierta, la cual es continua para las catorce viviendas que, en este caso, conforman la unidad estructural (figura 7).

La percepción de ruido proveniente del exterior tiende a ser menor con relación a los ruidos de impactos o las voces; es frecuente el alto nivel de ruido exterior los días sábados y domingos, cuando la mayoría de las personas se encuentran en casa y generan ruido a través de equipos de sonido o televisores. Es casi una paradoja que al presentarse bajos niveles de ruido exterior, admisibles de acuerdo con la Resolución 627 de 2006, se haga más perceptible cualquier ruido interior, sea por impacto, voces, vibraciones, instalaciones sanitarias, pisadas, etc.

Lo anterior demuestra que las viviendas, en cierta forma, sin ser aceptable, “protegen” a las personas del ruido ambiental exterior (vehículos, voces, perifoneo, etc.), pero su materialidad, definitivamente, no ofrece protección al usuario ante el ruido

producido al interior de las mismas viviendas, ni del generado en las casas vecinas laterales y posteriores, que hacen parte de la unidad estructural.

La problemática de transmisión de ruidos de impacto a través de losas y muros es completamente evidente en el caso de la vivienda ocho, que no fue objeto de levantamiento de datos con equipos, pero sí de la entrevista a la usuaria, que es la propietaria. En la vivienda vecina posterior ha sido instalado un restaurante. El primer problema que salió a flote fue el de los molestos y constantes olores y gases. Se instaló un extractor o ventilador de presión negativa, el cual ha generado aun más molestias, ya que el ruido y las vibraciones producidos por este equipo son insoportables y se transmiten por toda la vivienda en mención, se sienten al simple tacto y no permiten un verdadero descanso.

## Discusión

En Colombia, el déficit de vivienda es alto, en Bogotá es donde se concentra el mayor índice de necesidad de habitación, por todos los problemas sociopolíticos generados en el país. En el “Boletín censo general 2005 déficit de vivienda” del DANE, se muestra que el déficit cuantitativo en el país fue de 36,21% de los hogares, lo que corresponde a 3'828.055 y de éstos, 369.874 se concentran en la ciudad de Bogotá. Esto es claro y casi tangible, pero es urgente que las viviendas que se sigan diseñando y construyendo para suplir tan preocupantes índices sean, sin lugar a dudas o negociaciones, *confortables*, y no lo que mostró el trabajo de campo de esta investigación.

### El modelo metodológico

El modelo puede y debe abarcar la escala urbana. Las mediciones en los tres parámetros deben realizarse no sólo en el exterior inmediato de las viviendas, sino de manera tal que abarquen sectores o zonas, y al tiempo se deben apoyar en las entidades que legislan y miden estos parámetros de confort y habitabilidad.

El espacio temporal para el levantamiento de datos debe abarcar por lo menos las épocas marcadas de verano e invierno en la ciudad; así se tendrá una gama mayor de muestras que permita hacer más comparaciones.

Aunque para el presente trabajo se propuso, desde un principio, realizar la prueba piloto en un número reducido de viviendas, ya que siempre se encaminó a retroalimentar el modelo, es necesario que un diagnóstico de mayor envergadura abarque muchas más viviendas, para así contar con un mayor muestreo que permita establecer una media más fiable y una menor desviación estándar.

El modelo aquí propuesto se aplicó en una tipología de vivienda definida por los criterios ya enunciados en el aparte “Objeto de estudio prueba piloto”; esto no significa que el modelo no se pueda aplicar en cualquier otra tipología edificatoria de vivienda.

### **Confort higrotérmico**

Un acercamiento a establecer la conductividad térmica de los materiales se hace necesario en este tipo de diagnósticos; esto ayuda a establecer causas de fenómenos como la condensación de vapor de agua. Este trabajo se puede realizar en conjunto con las empresas productoras de materiales de construcción, involucrando así a la empresa privada y a todos los actores que intervienen directa o indirectamente en el ejercicio de la arquitectura y la construcción de vivienda.

El modelo no incluye procedimientos para determinar el volumen de aire fresco que ingresa a la vivienda; sólo se establece la velocidad del viento, lo cual es recomendado por parte de autoridades en el tema (para viviendas o espacios pequeños). Sin embargo, es pertinente que en futuros estudios se incluya la medición del volumen de aire que ingresa a la vivienda y la dirección del viento.

Aunque la toma de muestras se hizo en una amplia franja horaria, abarcando mañana, tarde y noche, faltó tomar algunos datos en horas de la noche-madrugada, cuando los puentes térmicos se hacen más críticos y se alcanza el punto de rocío, y cuando las personas se encuentran todas en la vivienda.

### **Confort lumínico o visual**

Al igual que en el parámetro higrotérmico, aquí falta incluir el patio, establecer sus características como área, altura de muros medianeros, ubicación dentro de la vivienda, materiales y colores que lo constituyen; esto para ayudar a establecer su incidencia en el factor de luz natural. El patio es exigido para este tipo de vivienda, como se establece en la guía para la viabilización de proyectos de vivienda de interés social urbana.

Para la prueba piloto, las tomas en la noche se hicieron estando encendidas las luminarias que existen en las viviendas, pero será muy provechoso realizarlas con varios tipos de luminarias, intercambiándolas; así se tendrán comparaciones más rápidas, sin necesidad de realizar un estudio luminotécnico. Por ejemplo, ya que en casi todas las viviendas existen luminarias incandescentes de luz cálida, al momento de las tomas de datos se portan dos o tres tipos de luminarias—fluorescente de luz fría, de luz cálida o halógena—, las cuales se instalan una a una y se miden los niveles de iluminancia generada por cada lámpara; esto en el mismo espacio y para un mismo plano de trabajo.

### **Confort acústico**

Ante los ruidos generados por impactos, deben establecerse las causas y así poder plantear soluciones paliativas a las viviendas existentes, o tomar decisiones proyectuales en futuros diseños de este tipo de vivienda. Es claro que el proceso para determinar las características de los ruidos por impacto es complejo desde el punto de vista técnico, ya que requiere equipos especializados que los midan cuantitativa y cualitativamente.

## **Conclusiones y recomendaciones generales: el confort**

A partir de la prueba piloto de implementación y retroalimentación del modelo metodológico, se extrajeron las siguientes conclusiones y recomendaciones, las cuales se compilan a manera de problemas y discusiones alrededor de éstos.

### **Problema 1**

Adecuaciones a las viviendas con las que se pretende mejorar la calidad de vida de sus ocupantes, pero lo que logran es perjudicar la integridad de la vivienda en lo estructural, espacial, funcional y en aspectos de habitabilidad.

### ***Discusión***

La falta de asesoría profesional y de recomendaciones por parte de las constructoras, de lo que “más o menos” se puede o no se debe hacer. Esta situación se torna crítica cuando vemos que los recursos económicos con que cuentan estos grupos familiares son muy bajos y que en ese afán por “arreglar” las viviendas, acaban realizando adecuaciones que van más en detrimento de la calidad de la edificación y en la mala inversión de los recursos, que en una mejoría de la calidad de vida de las personas.

### **Problema 2**

Alta humedad relativa al interior de las viviendas, que es causa de enfermedades en las personas, sobretodo en niños, específicamente en las vías respiratorias y en la piel, y genera patologías en la construcción, básicamente humedades de muros de cerramientos y marcos metálicos de puertas y ventanas.

### **Problema 3**

Baja o nula velocidad del viento, que como ya vimos es una de las causas de la alta humedad relativa y de las condensaciones de vapor de agua, lo que propicia la reiterada presencia de patologías por humedades. La otra consecuencia es la falta de aire limpio y fresco, la baja renovación del volumen de aire que las personas respiran, problema éste que se agudiza en las noches cuando se cierran las ventanas y todas las personas permanecen en la vivienda; también es crítico en casas donde habitan muchas personas (ver aparte “Fichas de identificación”).

### ***Discusión problemas 2 y 3***

La configuración arquitectónica (formal y espacial), sin el más mínimo estudio de ventilación y asoleación, la carencia de patio, la escalera actuando como efecto chimenea por donde asciende aire viciado de la cocina, ropas y sala-comedor, y no aire caliente limpio. La mínima área de fachada, que no permite captar radiación solar y conservarla para volver a irradiarla en horas de la noche, producto también de los vanos de área mínima, permitidos por los sistemas constructivos y estructurales. La configuración urbanística de muchas urbanizaciones, que desconoce por completo la orientación respecto del sol y evita la captación de energía solar en más fachadas.

**Problema 4**

El factor de luz natural es completamente deficiente; su entrada es mínima. Se necesitan luminarias a cualquier hora del día, en cualquier espacio de la vivienda y para cualquier actividad. Es clara la ineficiencia de los vanos, sea por su ubicación o por el área de éstos ante la profundidad de los espacios.

**Discusión**

Definitivamente, las exigencias económicas y técnicas alrededor de la vivienda de bajo costo han llevado a los diseños que vemos hoy. Las pretensiones –o necesidades– en lo económico y técnico han llevado a que los sistemas constructivos y estructurales se impongan sobre factores de habitabilidad; la baja relación área vano/área espacio en planta, impuesta por el sistema estructural o constructivo; las soluciones urbanísticas que no dejan suficiente aislamiento anterior entre las viviendas; la falta de patio “descubierto”.

**Problema 5**

Precaria iluminación en horas de la noche, sin alcanzar niveles mínimos para los espacios y para las actividades realizadas en éstos; utilización de un solo tipo de luz, en este caso luz incandescente fría.

**Discusión**

Las luminarias empleadas en horas de la noche no son las más recomendables, y la disposición es aun menos adecuada para los espacios y las actividades; es apenas claro como la vivienda cuyas luminarias se han ubicado en el techo (iluminación directa) presentan rangos de iluminancia más o menos aceptables.

Los colores de los materiales del interior no son los más adecuados, y mucho menos cuando los propietarios les aplican laca brillante, infundido esto por la falta de orientación al momento de la compra y durante el período de postventas. Es de aclarar que el cambio de las luminarias de los muros (iluminación indirecta) al techo (iluminación directa), es realizado por los propietarios, ya que las constructoras ven en las luminarias de “aplique” sobre muro una fuente más de ahorro, pero ello va en detrimento de la calidad de la iluminación.

**Problema 6**

Las normas del RETIE (*Reglamento técnico de instalaciones eléctricas*) no se cumplen, o ni siquiera se contemplan a la hora del diseño de vivienda de interés social; no se tiene en cuenta, en lo más mínimo, un planteamiento luminotécnico.

**Discusión**

Desconocimiento de las normas referentes a la iluminación natural y artificial, en este caso del RETIE. De nuevo, el círculo vicioso del factor económico, que obliga a no contemplar estas normas, ya que de una u otra forma conllevan un “sobrecosto” en el proceso de diseño y en costos directos de obra.

### **Problema 7**

Ruidos de impactos y aéreos, procedentes de las viviendas vecinas y de la misma vivienda. Este problema es bastante crítico y genera una serie de molestias fisiológicas y psicológicas en las personas, que ya ha sido materia de estudio de autoridades en el tema, pero en estas viviendas parece no importar en lo más mínimo.

### **Problema 8**

Ruidos procedentes del exterior, que se aumentan los fines de semana debido a los equipos de sonido, televisores, equipos de audio de vehículos y salón comunal.

### **Discusión problemas 7 y 8**

Los materiales de alta densidad, la continuidad en losas de contrapiso y entrepiso, los muros de cerramientos laterales y posteriores comunes a dos o más viviendas, permiten la fácil transmisión de ruidos de impacto de cualquier origen, así como de las vibraciones, entre las viviendas. La cubierta continua, con espacios en los traslapes entre las tejas, permite la transmisión de ruidos aéreos y ambientales entre las viviendas de la unidad estructural. Las configuraciones urbanísticas que al proponer calles peatonales crean una especie de túnel de ruido que afecta a los ocupantes de las viviendas de una misma cuadra o calle.

## **Referencias**

- ACE, Grupo de Investigación en Arquitectura, Ciudad y Educación, Universidad de los Andes, Departamento de Arquitectura (2004). *Eficiencia lumínica en arquitectura*. Bogotá: Ediciones Uniandes, 2004. El documento fue desarrollado por los arquitectos Rafael Villazón Godoy, Jorge Ramírez Fonseca y Jaime García Vargas.
- Camacho García, H. (2004). *Fundamentos de ventilación mecánica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería.
- Instituto Nacional de Vivienda de Interés Social y Reforma Urbana, República de Colombia (2002). *Guía para la viabilización de proyectos de vivienda de interés social urbana*.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. *Resolución 0627 del 7 de abril de 2006*. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
- Tarchópulos Sierra, D. y Ceballos Ramos, O. (2003). *Calidad de la vivienda dirigida a los sectores de bajos ingresos en Bogotá*. Bogotá: Editorial CEJA, Centro Editorial Javeriano.

## **Notas**

<sup>1</sup> La calidad de vida, confort o bienestar, y su estudio implican factores de orden urbano, social, económico, etcétera, que no se limitan a la vivienda como unidad mínima del hábitat.

<sup>2</sup> Sin olvidar que existen franjas de similitud, es decir, de mínimos y máximos que el cuerpo tolera, la costumbre fisiológica adoptada por los seres humanos se moverá siempre en las franjas aceptables en todas las preexistencias ambientales como temperatura, velocidad del viento, humedad en el aire y ruido.

<sup>3</sup> Al cierre de la tesis de maestría se estaban realizando varios proyectos de importante magnitud en este sector, El Tintal, Dindalito, Av. Ciudad de Cali con Av. Américas, Patio Bonito, sur de Fontibón, entre otros. A enero de 2011 se han construido varios de estos proyectos.